



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Instituto Nacional de  
Investigación en Glaciares  
y Ecosistemas de Montaña



**INAIGEM**

Instituto Nacional de Investigación en  
Glaciares y Ecosistemas de Montaña



# FORO INTERNACIONAL DE GLACIARES Y ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

HUARAZ

# MEMORIA



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN  
GLACIARES Y ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

---

MEMORIA FORO INTERNACIONAL DE GLACIARES Y  
ECOSISTEMAS DE MONTAÑA 2016

---



**INAIGEM**

Instituto Nacional de Investigación en  
Glaciares y Ecosistemas de Montaña

**HUARAZ - 2017**

507.285  
I59

## Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña

Memoria del Foro Internacional de Glaciares y Ecosistemas de Montaña 2016 / Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña. Huaraz : INAIGEM, 2017.

136 p.: il. tab. fot. graf.

1. Investigación Ambiental 2. Glaciares 3. Ecosistemas de Montañas 4. Riesgos y Recursos Hídricos  
5. Agenda de Investigación Ambiental

I. Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña. II. Título.

### Memoria del Foro Internacional de Glaciares y Ecosistemas de Montaña 2016

Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña

#### Presidente Ejecutivo

Ing. Benjamín Morales Arnao

#### Secretario General

Sr. Jorge Rojas Fernández

#### Directores

Ing. César Portocarrero Rodríguez

*Director de Investigación en Glaciares (DIG)*

Ing. David Ocaña Vidal

*Director de Investigación en Ecosistemas de Montaña (DIEM)*

Ing. Ricardo Villanueva Ramírez

*Director de Información y Gestión del Conocimiento (DIGC)*

#### Equipo Técnico

Ana Marlene Rosario

Cecilia Gianella

David Ocaña

José Luis Vásquez

Manuel Bernales

Ricardo Villanueva

Rosa María Dextre

#### Editado por:

©Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña

Dirección de Información y Gestión del Conocimiento

Biblioteca y Publicaciones

Jr. Juan Bautista Mejía 887, Huaraz, Ancash, Perú

Teléfono: (043) 22-1766 / (043) 456234

Web: [www.inaigem.gob.pe](http://www.inaigem.gob.pe)

Primera Edición, noviembre de 2017

Tiraje: 500 ejemplares

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2017-16221

#### Se terminó de imprimir en noviembre de 2017 en:

J&L Producciones

Av. Augusto B. Leguía 375 - Independencia, Huaraz

# SUMARIO

---

	Pag.
<b>PRESENTACIÓN</b>	7
<b>BIENVENIDA</b>	8
<b>PRESENTACIÓN DEL FORO</b>	9
<b>INAUGURACIÓN</b>	11
<b>DISCURSOS DE INVITADOS</b>	12
<i>Discurso del presidente de la Comunidad Campesina de Cátac</i>	12
<i>Discurso de la representante de la Embajada de Canadá</i>	13
<i>Discurso de la representante del Poder Legislativo</i>	14
<b>FIRMA DE CONVENIOS</b>	15
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	16
<b>ORGANIZACIÓN</b>	19
<b>EL MINISTERIO DEL AMBIENTE</b>	21
<b>EL INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES Y ECOSISTEMAS DE MONTAÑA</b>	22
<i>Dirección de Investigación en Glaciares</i>	23
<i>Dirección de Investigación en Ecosistemas de Montañas</i>	23
<i>Dirección de Información y Gestión del Conocimiento</i>	23
<b>ANTECEDENTES</b>	24
<b>METODOLOGÍA</b>	25
<b>PRINCIPALES RESULTADOS</b>	27
<i>Conclusiones del Foro</i>	29
<i>Declaración de Huaraz</i>	30
<b>MIRADA INTEGRADORA</b>	33
<b>PANEL DE AUTORIDADES, ACADÉMICOS E INVESTIGADORES: PRINCIPALES REFLEXIONES SOBRE EL FORO</b>	35
<i>Panelistas</i>	35
<i>Principales reflexiones sobre el Foro</i>	35
<b>RESULTADOS DE LAS MESAS DE TRABAJO</b>	37
<i>Riesgos glaciares y asociados a ecosistemas de montaña</i>	37
<i>Recursos hídricos en glaciares y ecosistemas de montaña</i>	38
<i>Biodiversidad y uso sostenible de ecosistemas de montaña para la seguridad alimentaria</i>	38
<i>Mecanismos de financiamiento para la gestión de ecosistemas de montaña</i>	39
<b>CONFERENCIAS MAGISTRALES</b>	41
<i>Glaciares y los ecosistemas de montaña: las importantes tareas pendientes</i>	43
<i>Experiencia comparada en el retroceso de los glaciares a lo largo de las regiones montañosas</i>	46
<b>RESUMEN DE CONFERENCIAS</b>	49
<b>EJE TEMÁTICO: RIESGOS GLACIARES Y ASOCIADOS A ECOSISTEMAS DE MONTAÑA</b>	51
<i>El terremoto del 2015 en los Himalayas: riesgos geológicos y preguntas acerca de las vulnerabilidades sísmicas</i>	51
<i>Cambios globales en los ecosistemas andinos: riesgos e intervención humana</i>	52
<i>Riesgos catastróficos en los glaciares</i>	54
<i>Impacto del cambio climático en la Cordillera Blanca</i>	56
<i>Caracterización de la huella dactilar química de los aerosoles atmosféricos presentes en la nieve de la Cordillera de los Andes Chilena</i>	58
<i>Peligros geológicos en la Cordillera Blanca (Ancash)</i>	59
<i>Inventario sistematizado de posibles lagunas futuras en los Andes del Perú</i>	60
<i>Percepción de riesgo del cambio climático y desglaciamiento en pobladores peruanos en la Cuenca del Chicón</i>	62
<i>Modelado en 3D de las ondas generadas a avalanchas en el lago Palcacocha como una herramienta para la evaluación del peligro</i>	62

# SUMARIO

<i>Modelización de cadenas de procesos relacionados a desbordes de lagunas glaciares en la sub-cuenca Quillcay, Cordillera Blanca.</i>	64
<i>La mitigación de riesgos de inundaciones de lagos glaciares en la Cordillera Blanca: la eficacia de los trabajos de reparación</i>	65
<i>Mi resiliencia, cálculo de costo–beneficio de medidas de mitigación para enfrentar riesgos por desastres.</i>	67
<b>EJE TEMÁTICO: RECURSOS HÍDRICOS</b>	69
<i>Los Recursos Hídricos: ¿Cambio de Paradigma? Glaciares y Ecosistemas de Montaña</i>	69
<i>Recursos hídricos de glaciares y ecosistemas de montaña</i>	71
<i>Inventario nacional de glaciares de la República Argentina</i>	73
<i>Investigando el cambio climático y la ablación glaciar en la cordillera Huaytapallana en Perú</i>	74
<i>Balance de masa del glaciar Zongo mediante método volumétrico</i>	75
<i>Siembra y cosecha de lluvias en los Andes</i>	76
<i>Evaluación de impactos de crianza del agua en la recarga hídrica en Ayacucho</i>	77
<i>Partículas absorbentes de luz en los glaciares de Perú</i>	78
<i>Biodiversidad y tecnología: herramientas para evaluar y reportar la calidad de ecosistemas acuáticos remotos</i>	79
<i>El cambio de la cobertura forestal y su impacto en los flujos de agua y sedimento en cuencas andinas degradadas</i>	80
<i>Decisiones Robustas en la planificación de los recursos hídricos en la Cuenca Chira-Piura incorporando escenarios de cambio climático</i>	81
<b>EJE TEMÁTICO: BIODIVERSIDAD Y SEGURIDAD ALIMENTARIA</b>	83
<i>Cambio Climático: glaciares, pastizales y seguridad alimentaria</i>	83
<i>Cambio climático y agrobiodiversidad relacionados con la seguridad y soberanía alimentaria</i>	86
<i>Bofedales: Cambios socio-ecológicos y sostenibilidad</i>	89
<i>Mapeo de bofedales en cabeceras de cuenca mediante imágenes de los satélites Landsat</i>	90
<i>La reserva alimenticia en las lagunas altoandinas: el cushuro (Nostoc sp)</i>	91
<i>Monitoreo de dinámicas socioambientales en paisajes de bosques andinos: reto y potencialidades para el monitoreo de biodiversidad, dinámicas productivas y seguridad alimentaria</i>	94
<i>Hacia la práctica de la conservación basada en la evolución científica: Interfaz ciencia-gestión en el Parque Nacional Huascarán</i>	95
<i>Patrones estacionales de la diversidad de aves a lo largo de una gradiente altitudinal andina. Estructura y uso de hábitat de la comunidad de aves a lo largo de una gradiente de elevación de bosques de polylepis</i>	96
<i>Conocimientos agroecológicos locales para la adaptación al cambio climático: Un estudio de caso en los Andes peruanos (Tesis post doctoral)</i>	97
<i>Adaptación basada en ecosistemas de montaña: Restauración de tecnologías ancestrales y contemporáneas para el manejo de los pastos y el agua en la Reserva Paisajística Nor Yauyos-Cochas.</i>	97
<b>EJE TEMÁTICO: MECANISMOS DE FINANCIAMIENTO PARA LA GESTIÓN DE ECOSISTEMAS DE MONTAÑA</b>	99
<i>Mecanismos de financiamiento para la gestión de ecosistemas de montaña</i>	99
<i>Los mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos en el sector de agua potable</i>	103
<i>FORAGUA, fondo de agua que financia conservación de ecosistemas en tres provincias del sur del Ecuador</i>	107
<i>Implicancias de los mecanismos de retribución por servicios eco sistémicos en las organizaciones campesinas alto andinas (Caso comunidad campesina de Samanga)</i>	108
<i>Prioridades de conservación y desarrollo de las comunidades de Nor Yauyos.</i>	109
<i>Mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos - Normativa e implementación</i>	111
<i>Inversión pública y gestión ambiental en la región Huancavelica- Perú</i>	116
<i>Incentivos fiscales para la conservación</i>	117
<i>Lineamientos para la formulación de proyectos de inversión pública en diversidad biológica y servicios ecosistémicos</i>	120
<b>DIRECTORIO DE INVESTIGADORES</b>	123
<i>Conferencistas principales</i>	125
<i>Responsables temáticos</i>	127
<i>Conferencistas sobre riesgos de origen glaciar y asociados a ecosistemas de montaña</i>	128
<i>Conferencistas sobre recursos hídricos de glaciares y ecosistemas de montaña</i>	129
<i>Conferencistas sobre biodiversidad y seguridad alimentaria</i>	131
<i>Conferencistas sobre mecanismos de financiamiento para la gestión de ecosistemas de montañas</i>	133
<b>POSTERS PRESENTADOS</b>	134
<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS Y SIGLAS</b>	136





## PRESENTACIÓN

La sistematización que van a leer es producto de un esfuerzo y trabajo conjunto entre el Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña (INAIGEM) y el Ministerio del Ambiente. Ambos equipos lograron culminar con éxito el “Foro Internacional de Glaciares y Ecosistemas de Montaña” (FIGEM) 2016, realizado en la ciudad de Huaraz y que contó con la participación de renombrados científicos del mundo y más de mil asistentes a lo largo de sus cuatro días de duración.

El objetivo que se estableció para el Foro ha sido:

*Promover entre la comunidad nacional e internacional un espacio de diálogo e intercambio de conocimientos especializados en glaciares y ecosistemas de montaña, para poner a disposición de las instituciones públicas, privadas y sociedad civil, conocimientos y experiencias que propicien el desarrollo sostenible en beneficio de la población.*



Así, este evento sirvió para intercambiar experiencias y conocimientos, promoviendo espacios de cooperación entre las instituciones públicas, organizaciones de la sociedad civil, empresas y mundo académico, así como para la aplicación de la investigación al desarrollo sostenible de las poblaciones de montañas. Todo este esfuerzo tuvo como resultado la Declaración de Huaraz que muestra el compromiso de todos los participantes y particularmente del Estado Peruano por proteger estos sistemas. Desde el Ministerio del Ambiente estamos comprometidos en que los resultados de este trabajo sean llevados al Foro Mundial de Montaña a realizarse este año [2016] en Uganda.

Este documento es una herramienta de difusión de los resultados del Foro, pero también una herramienta para el intercambio de experiencias y de contactos. Por ello se incorpora un directorio de investigadores que esperamos impulse el intercambio de información y sea parte del inicio de nuevas investigaciones colaborativas cuyos esfuerzos deberán ser anidados en el INAIGEM.

Quiero destacar el liderazgo del ingeniero Benjamín Morales Arnao, quien está logrando impulsar el INAIGEM con la visión de una institución de clase mundial. Recordémoslo, él es un científico que estuvo presente en los momentos más difíciles en la historia de Huaraz y Yungay en 1970.

“Sigo manejando y de repente tuve que frenar, allí [al sur de Yungay], a unos cincuenta metros, veo una muralla negra que atravesaba la carretera. Retrocedí. Me bajé del carro estremecido. Todo estaba oscuro. En aquella materia no se veía ni roca ni hielo. Todo era de un color gris oscuro. Tenía como cuatro metros de alto, y aparecían restos de casas, árboles y seres humanos”. (Bode, 2015. p. 45)

El ingeniero Benjamín, nuestro ingeniero, trabajó intensa y arduamente durante todo este período para poder ayudar a los sobrevivientes. Es un testigo de esta catástrofe. Siempre ha mantenido su compromiso y empeño en salir adelante. El FIGEM es parte de este compromiso por lo que estamos muy agradecidos con él.

Por último, quiero agradecer a todos los investigadores, científicos, autoridades, empresas, funcionarios, estudiantes y docentes universitarios que colaboraron voluntariamente para la realización de este Foro. Estamos muy agradecidos por su apoyo.

**Elsa Galarza Contreras**  
Ministra del Ambiente

## BIENVENIDA

Huaraz se viste de gala para recibirlos durante estos cuatro días. Este Foro nos dejará una herencia para esta ciudad, y va a inducirnos para tener una mejor casa grande, que es nuestro planeta, con mejores ecosistemas, donde nuestra belleza paisajística y cultura se conserven con responsabilidad.

Nos interesa que esta conservación promueva el turismo. Somos un destino turístico, se nos conoce como la "*Generosa Ciudad*" y "*Capital de la Amistad Internacional*", este último nombre por el apoyo que recibimos de muchos países luego del sismo del año 1970. Últimamente hemos sido nombrados como "Paraíso Natural de la Humanidad". Estamos orgullosos de estos títulos y somos conscientes de nuestro destino.

En ese sentido, la Municipalidad de Huaraz se ha comprometido con la realización de este Foro. Este recinto, que es hoy su casa, se lo ofrecemos generosamente. Quiero felicitar además al INAIGEM por esta iniciativa para realizar el Foro en nuestra ciudad, la cual los acoge con los brazos abiertos.

**Dr. Alberto Espinoza Cerrón**  
Alcalde Provincial de Huaraz



## PRESENTACIÓN DEL FORO

Los efectos del cambio climático sacuden todas las latitudes del planeta. El creciente ascenso de las temperaturas pone en grave aprieto a los pueblos y a la biodiversidad mundial. Las reservas hídricas están desapareciendo y la población mundial, en vertiginoso crecimiento, está sintiendo la escasez. Por otro lado, los riesgos de origen glaciar amenazan nuestra seguridad.

El Perú es uno de los países de mayor riesgo. En nuestros Andes se han formado vigorosas cadenas de montañas con una geomorfología singular de grandes contrastes y de una geología diversa; con litología más bien joven que vieja supeditada a continuos impulsos tectónicos que nos hacen temblar en forma continua. Nuestras cumbres montañosas están cubiertas con 19 cordilleras glaciares que son fuente de vida por sus recursos hídricos y su gran biodiversidad. Esas cumbres glaciares, también son fuente de catástrofes de origen glaciar.



La Cordillera Blanca, donde nos encontramos ahora, ha sido escenario de desastres de origen glaciar que han motivado la destrucción de pueblos y comarcas. Desde el Siglo XVIII tenemos historias de estos eventos que nos afectaron, pero que con valor y estoicismo sus pobladores pudieron reponerse y renacer como el Ave Fénix.

El INAIGEM, cuyo Consejo Directivo me honro en presidir, es consecuencia de la Vigésima Conferencia Mundial de las Partes reunida en Lima (la denominada COP 20), en la que se vio la necesidad de dotar a los países del orbe, entre ellos al Perú, de una institucionalidad que responda al reto de conducir la gestión del cambio climático y su integración en las políticas de desarrollo; de modo tal que asegure la sostenibilidad de las decisiones y la consecución de los Objetivos del Desarrollo Sostenible aprobados por la ONU.

Es bueno enfatizar, que el INAIGEM es la aprovechada heredera de toda una tradición peruana muy rica y notable en investigación en glaciares y construcción de obras de prevención, cuyo generoso tributo viene desde la década de los años 40 del siglo pasado, en las que participaron la Sociedad Geológica del Perú, la Comisión de Lagunas de la Cordillera Blanca, la Corporación Peruana del Santa, ELECTROPERÚ, INGEOMIN, INGEMMET, HIDRANDINA, INRENA y finalmente la ANA. En este alineamiento institucional resalta la Corporación Peruana de Santa, la que a partir del año 1966 complementa el trabajo de la construcción de obras de prevención de lagunas con el inicio del estudio de los glaciares. Todas ellas, Instituciones pioneras y de prestigio internacional a quienes el Perú de hoy rinde su reconocimiento.

El INAIGEM que hoy nos acoge, recoge todo lo bueno y grandioso que hicieron los peruanos en esas instituciones con el generoso apoyo de la cooperación técnica internacional. Los lineamientos esenciales para llevar a cabo nuestra misión se pueden resumir en las tareas principales, que vienen a ser los objetivos centrales de las funciones y competencias del INAIGEM:

- El fomento y expansión de la investigación científica y tecnológica, promoviendo su gestión sostenible en beneficio de las poblaciones que viven en o se benefician de dichos ecosistemas.
- La generación del conocimiento y la promoción de la investigación aplicada, orientada a prácticas productivas generadoras de valor.
- La promoción del conocimiento, la recuperación, la validación la innovación y la replicación de las tecnologías y las prácticas tradicionales de la conservación y gestión de glaciares y ecosistemas de montaña.
- El estudio y monitoreo del comportamiento de los glaciares y la formulación de las medidas de prevención necesarias.
- La formulación y desarrollo de programas educativos para la formación de investigadores, profesionales y técnicos en coordinación con centros de investigación nacionales y extranjeros.

Para el INAIGEM las áreas temáticas priorizadas para llevar a cabo la investigación aplicada que se nos ha encargado como función, están orientadas a dar respuesta a los retos que nos plantean los impactos del cambio climático en los glaciares y ecosistemas de montaña, a partir de un enfoque socioeconómico cuyas respuestas apuntan hacia el desarrollo nacional por la vía de la competitividad, la sostenibilidad del ambiente, la seguridad alimentaria y la gestión de riesgos. La

experiencia nos enseña, sobre todo en esta parte del territorio nacional, que existen fenómenos físicos que, así como nos proveen de ingente riqueza asociada a la belleza, también pueden causar daños a las comunidades humanas de su entorno. Esos factores de riesgo con probabilidades de ocurrencia violenta deben ser estudiados y monitorizados para ser prevenidos en vez de lamentar.



### Ceremonia de inauguración del FIGEM

Esta tarea, por su naturaleza transversal al quehacer humano, se da en el ámbito global, regional y local, con el fin de abordar los vacíos de conocimiento y, a partir de ello, hacer un ejercicio prospectivo respecto de las consecuencias potenciales de los escenarios climáticos futuros y de sus potenciales impactos en la sostenibilidad de los ecosistemas, los recursos naturales vivos y la diversidad cultural, todo lo cual permitirá el aprovechamiento racional de los servicios que nos brinda con generosidad la naturaleza sin menoscabo del impulso de la economía.

El producto mejor logrado de esta joven institución será producir ciencia aplicada que nos permita, con visión prospectiva, certera y oportuna, anticiparnos a los efectos adversos del cambio climático en la provisión de los recursos y de los servicios ecosistémicos. De no hacerlo, el Perú seguirá siendo un tesoro en riesgo, incapaz de hacer de la adversidad su fortaleza, en beneficio de las poblaciones que viven en o se sirven de la riqueza que ha puesto la naturaleza a su servicio. Nuestra visión es tener, con las adecuaciones legales pertinentes, una institución técnico-científica fuerte que logre en forma eficaz y oportuna resolver los problemas de riesgos como los de la laguna Palcacocha, que está sobre la ciudad de Huaraz, y no estar poniendo en riesgo a esta ciudad por más de una década por falta de normatividad efectiva, como muy bien lo hicieron durante décadas los organismos que nos antecedieron.

Gracias a los auspiciadores del Foro por su generosidad, a la cooperación técnica por darnos su fortaleza, a los expositores por darnos su saber y al personal del INAIGEM por su valioso aporte en la organización.

A los más de mil participantes: gracias por estar aquí. Gracias por acudir a nuestro llamado. Por cuatro días Huaraz hablará al país y al mundo en el lenguaje de la ciencia y de la tecnología de los glaciares y de los ecosistemas de montaña que inspira a representantes de 20 países. Les pedimos disculpas por no haber albergado a más. Nuestro corazón es grande, la casa nos ha resultado chica. Trabajen con entusiasmo, con la generosidad que los adorna, con la fe que inspiran nuestros dioses de las montañas y de nuestras tradiciones.

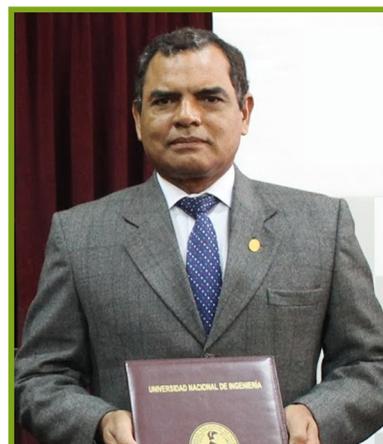
Bienvenidos a Huaraz amigos y amigas del mundo y estudiosos nacionales. Por cuatro días permítasenos ser sus anfitriones al calor que nos prodigan nuestras cordilleras Blanca y Negra, en cuyo seno se asienta nuestra *"Muy Generosa Ciudad de Huaraz"*, una vez más como hoy, la Ciudad de la Confraternidad Internacional.

**Ing. Benjamín Morales Arnao**  
Presidente Ejecutivo del INAIGEM

# INAUGURACIÓN

Quiero iniciar este discurso expresando mi felicitación por la organización de este importante “Foro Internacional de Glaciares y Ecosistemas de Montaña” que nos recuerda gratamente a la COP 20 y su exitosa feria “Voces por el Clima” realizada en diciembre del 2014. Actividad que generó espacios de aprendizaje, reflexión e intercambio de experiencias, además de la suscripción de varios convenios de cooperación y el compromiso asumido por nuestro país de crear el Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña (INAIGEM), el cual hoy es una realidad.

Es importante resaltar la importancia del trabajo que realiza el INAIGEM para fomentar y fortalecer la investigación científica y tecnológica en el ámbito de los glaciares y ecosistemas de montaña, promoviendo su gestión sostenible en beneficio de las poblaciones que viven cerca a estos ecosistemas o se benefician de ellos.



El Perú tiene 18 cordilleras glaciares que albergan el 70% de los glaciares tropicales del mundo y en la Cordillera Blanca, se concentran 755 glaciares. Es necesario precisar, que la primera actividad humana ligada a los glaciares es el recurso hídrico, el cual se obtiene a partir del proceso a través del cual el hielo se convierte en líquido y éste sirve, a su vez, para alimentar los valles.

Según un estudio realizado por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) en el año 2014, el Perú ha perdido más del 40% de sus glaciares y es considerado el tercer país más vulnerable al cambio climático a nivel mundial.

El cambio climático, que también afecta en gran parte a los Andes peruanos, ocasiona el incremento del riesgo de ocurrencia de desastres por avalanchas, deslizamientos, huacos y aluviones. De igual manera, se incrementa la inseguridad alimentaria de las poblaciones que resulten afectadas, agudizando sus condiciones de pobreza y vulnerabilidad.

Ante este escenario, la iniciativa liderada por el INAIGEM de llevar a cabo el “Foro Internacional de Glaciares y Ecosistemas de Montaña” resulta de especial importancia, ya que permite promover entre la comunidad nacional e internacional espacios de diálogo y cooperación; así como de intercambio de conocimientos especializados, poniendo a disposición de las instituciones públicas, privadas y sociedad civil, experiencias que propicien el desarrollo sostenible de la población.

Esperamos que las conclusiones de este evento sean difundidas y compartidas con las autoridades del gobierno nacional, para que sirvan de insumos en la toma de decisiones y en la construcción de políticas públicas y normas similares que permitan revertir la acelerada reducción de las reservas de nuestras áreas glaciares.

Quiero expresar el interés y compromiso del Instituto Nacional de Defensa Civil para sumar esfuerzos y apoyar en el cumplimiento de los acuerdos en el ámbito nacional a través de nuestras direcciones desconcentradas del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) y el Centro de Procesamiento de Información Geoespacial-CEPIG, que analiza y valida información sobre Gestión del Riesgo de Desastres con énfasis en variabilidad y cambio climático; en especial referida a peligros inminentes, con el objetivo de generar información e investigación orientada a la acción para prepararnos y responder adecuadamente a las emergencias o desastres.

Destaco el interés y la expectativa que el Foro ha generado en la comunidad científica nacional e internacional, que se ve expresado en los más de mil participantes inscritos de 19 países. Hoy nos acompañan expertos en temas de cambio climático, riesgos glaciares, ecología de montaña, recursos hídricos, seguridad alimentaria y gestión del riesgo de desastres.

Finalmente, reitero el agradecimiento y felicitación del INDECI al INAIGEM, a los Co-organizadores y colaboradores por tan impecable organización.

*Declaro inaugurado el “Foro Internacional de Glaciares y Ecosistemas de Montaña”.*

**General Alfredo Murgueytio Espinoza**  
Jefe del Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI

## DISCURSOS DE INVITADOS

### DISCURSO DEL PRESIDENTE DE LA COMUNIDAD CAMPESINA DE CÁTAC

En nombre y representación de mi comunidad traigo el saludo fraterno de mi pueblo. Para mí es un gran honor estar presente en este Centro Cultural y traer la voz del campesino ancashino. Espero que el nuevo gobierno del señor presidente Pedro Pablo Kuczynski ayude al desarrollo de nuestras comunidades.

Nuestro gran nevado del Pastoruri hoy se va perdiendo, pero está en manos de nosotros el poder protegerlo para que nuestros hijos y nietos puedan presenciar la hermosura de las montañas del Perú.

El convenio que hemos firmado debe servir para preservar la Puya Raimondi que solo existe en nuestro distrito de Cátac. También producimos el Cushuro y lo vamos a ampliar su cultivo en las lagunas del distrito. De igual modo estamos haciendo un trabajo genético con el ganado ovino. Esperamos que con el apoyo del INAIGEM estos proyectos sean impulsados.

Quiero pedirle al gobierno que no se olvide de nosotros los campesinos. Todos debemos sumar esfuerzos para poder preservar y cuidar nuestro medio ambiente. De esto se trata este Foro. Espero que mis humildes palabras de campesino lleguen a todos ustedes.

En nuestra comunidad estamos en una emergencia, manos malhechoras han quemado más de 150 hectáreas de pastizales para nuestro ganado. También hemos perdido 16 mil pinos por estos incendios. Espero que el Ministerio del Ambiente y las demás autoridades nos ayuden a recuperarnos. Nuestra comunidad siempre luchará a favor de nuestro ambiente.

Quiero terminar invitándolos a visitar nuestra comunidad como parte del circuito de montaña y del Pastoruri.



**Juan Germán Espiritu Romero**  
Presidente de la Comunidad Campesina de Cátac

## DISCURSO DE LA REPRESENTANTE DE LA EMBAJADA DE CANADÁ

Canadá está muy orgullosa de apoyar este certamen. Debemos investigar los efectos complejos del cambio climático en los ecosistemas de montaña. Gracias a todos los investigadores es que este conocimiento se va ampliando. El intercambio de conocimiento es necesario entre los científicos para madurar estos avances.

En Canadá invertimos mucho en estos esfuerzos, particularmente en los temas de glaciares. Nos interesa impulsar estas alianzas y esfuerzos colaborativos con nuestros investigadores; también entre la academia, la sociedad y los tomadores de decisiones.

Esta es la oportunidad de acercar la ciencia a las políticas públicas. Canadá enfrenta el cambio climático basado en los hechos y en la ciencia robusta. Canadá contribuye con 2.65 billones de dólares canadienses para apoyar los procesos de adaptación de los países más vulnerables al cambio climático. Este apoyo incluye al Perú a través del Ministerio del Ambiente, pero también colaboramos con los Ministerios de Energía y Minas y el Ministerio de Educación. De igual modo trabajamos con varios niveles de gobierno en el Perú y sus poblaciones vulnerables.

De modo similar queremos fortalecer los vínculos entre los pueblos originarios del Perú y Canadá. Tenemos un compromiso con el cuidado de los glaciares, la selva, los mares y la sierra para las generaciones futuras. Queremos que nuestros hijos y nietos disfruten de este paisaje, de la nieve aquí en Huaraz. Por eso vamos a seguir cooperando con el Perú.



**Anik Desmarais**

Representante de la Embajada de Canadá

## DISCURSO DE LA REPRESENTANTE DEL PODER LEGISLATIVO

Me siento parte de la Sociedad Civil, aunque ahora vengo cumpliendo un rol distinto gracias al encargo de los ciudadanos. Actualmente estamos en un escenario de incertidumbre por el avance del cambio climático. Estos cambios bruscos del clima están poniendo en riesgo a nuestro planeta. Nuestros países albergan los principales glaciares, son una reserva de agua importante vinculada a la seguridad alimentaria de nuestros pueblos.

Necesitamos investigación robusta que vaya de la mano con los conocimientos ancestrales. Felicito al INAIGEM respecto al convenio con la comunidad de Cátac. Esta es una muestra de la acción para la gobernanza ambiental que necesitamos, con un fuerte componente de participación.

Nuestro presidente, Pedro Pablo Kuczynski, puso la prioridad en el agua y el saneamiento. Pero para tener agua necesitamos preservar nuestros glaciares. Para poder ser viables y reducir nuestra vulnerabilidad debemos articular estrategias de reducción de riesgos con acciones de conservación de los sistemas de montañas.

Tenemos muchos conocimientos ancestrales que deben ser sistematizados y llevados a las políticas públicas. Estas son medidas concretas que necesitamos se traduzcan en leyes. La primera ley por la cual vamos a batallar es la de Cambio Climático. Esta ley debe traducirse en inversiones. Además, necesitamos la ley de ordenamiento territorial. Ello como base para la prevención de los conflictos socioambientales. También la ley de monitoreo y vigilancia ambiental para evitar casos como los pasivos ambientales mineros no resueltos. Son grandes desafíos que tenemos desde el legislativo.

Ahora podemos ver que se están sentando las bases de una reforma profunda y sincera de los sistemas de gestión ambiental. Necesitamos una institucionalidad fuerte para poder resolver estos problemas e integramos a la OCDE. No es solo una decisión política, tampoco de los ambientalistas, es un tema ético y moral. Necesitamos valor y coraje para superar modelos extractivistas que no son sustentables, para defender estándares internacionales que como peruanos necesitamos. Esta es una práctica real. Debemos ser coherentes entre lo que decimos y hacemos. Cuenten conmigo no solo como una amiga sino como una aliada. Estos derechos no se negocian.



### **María Elena Foronda**

Congresista de la República  
Presidenta de la Comisión Ordinaria de Pueblos  
Andinos, Amazónicos y Afroperuanos, Ambiente y Ecología.

## FIRMA DE CONVENIOS

Durante el inauguro del Foro se firmaron los siguientes convenios:

- Convenio entre el INAIGEM y la Comunidad Campesina de Cátac.
- Alianza estratégica entre el INAIGEM y el Instituto de Montaña de la *Wenstern Washington University*.
- Alianza estratégica entre INAIGEM y American *Climber Science Program*.



Firma del convenio entre el INAIGEM y la Comunidad Campesina de Cátac

El convenio con la Comunidad Campesina de Cátac ha de servir para fines de preservación de la Puya raimondii, cambio de uso del suelo de pajonal, e instituir una estación experimental. Para ello, la Comunidad concederá un terreno de treinta hectáreas bajo la modalidad de cesión en uso.

El convenio con la *Wenstern Washington University* está orientado a la investigación en los ecosistemas de montaña. Por otro lado, el convenio con el *American Climber Science Program* tiene el fin de generar conocimientos mediante la investigación científica y desarrollo tecnológico.

El representante de la *Wenstern Washington University* y del *American Climber Science Program*, el doctor Jhon All, señaló que estos convenios servirán para continuar y darle mayor impulso a la investigación que desde hace varios años vienen realizando en el Perú. Explicó que el Instituto de Montaña está muy entusiasmado con esta firma. Comentó que trabajan con docenas de voluntarios de diferentes partes del mundo. Ambas instituciones están interesadas en trabajar en conjunto, de forma colaborativa con todas las instituciones del Perú, en particular con el INAIGEM y el Ministerio del Ambiente.



Convenio con el INAIGEM, la Wenstern Washington University y la American Climber Sciencie Program

## AGRADECIMIENTOS

El desarrollo del Foro Internacional de Glaciares y Ecosistemas de Montaña no hubiera sido posible sin la participación activa de diversas instituciones, tanto públicas como privadas, cuyo aporte permitió lograr los objetivos de este primer evento.



LA COOPERACIÓN BELGA  
AL DESARROLLO



Organización  
de las Naciones Unidas  
para la Educación,  
la Ciencia y la Cultura



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Agencia Suiza para el Desarrollo  
y la Cooperación COSUDE



University of  
Zurich UZH



CONDESAN  
Consortio para el Desarrollo Sostenible  
de la Ecorregión Andina

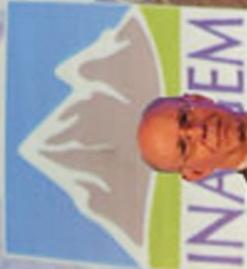


HELVETAS  
Swiss Intercooperation



INTERNACIONAL  
DE GLACIARES Y ECOSISTEMAS  
DE MONTAÑA

Huaraz - Perú



FORO INTERNACIONAL  
DE GLACIARES Y ECOSISTEMAS  
DE MONTAÑA

10 al 13  
AGOSTO  
2016







# ORGANIZACIÓN



# EL MINISTERIO DEL AMBIENTE

El Ministerio del Ambiente como organismo del Poder Ejecutivo, creado mediante Decreto Legislativo 1013, tiene como función general diseñar, establecer, ejecutar y supervisar la política nacional y sectorial ambiental, asumiendo la rectoría con respecto a ella, promoviendo la investigación científica, la innovación tecnológica y la información ambiental, así como el desarrollo y uso de tecnologías, prácticas y procesos de producción, comercialización y consumos limpios.

En ese sentido la Dirección General de Investigación e Información Ambiental (DGIIA), un área especializada en la promoción de la investigación ambiental, viene implementando la Agenda de Investigación Ambiental al 2021 con los organismos adscritos del sector, en el marco de las competencias como el Instituto Nacional de Investigaciones en Glaciares y Ecosistemas de Montañas (INAIGEM), el Instituto Geofísico del Perú (IGP), el Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana (IIAP); además del Servicio Nacional de Meteorología e hidrología del

Perú (SENAMHI), el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado Peruano (SERNANP), el Servicio Nacional de Certificación Ambiental para las Inversiones Sostenibles (SENACE) y el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA).

La Agenda de Investigación Ambiental al 2021, es un documento que plantea estrategias que se orientan a la generación y el soporte de la investigación ambiental, sobre las cuales los actores puedan enmarcar sus actividades y proyectos; a su vez, realizar un seguimiento de los avances y los resultados obtenidos. Este instrumento se articula con el Programa Nacional Transversal de Ciencia y Tecnología Ambiental (CINTyA) y el Programa Nacional Transversal de Ciencia, Tecnología e Innovación de Valorización de la Biodiversidad. Asimismo, se enmarca en los objetivos y necesidades que tiene la comunidad académica, empresarial y el Estado de responder a las demandas de conocimiento.



# EL INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN GLACIARES Y ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

El Perú reúne el 70% de glaciares tropicales del mundo, con 18 cordilleras nevadas; que, si bien son fuentes hídricas fundamentales, también son fuentes de catástrofes permanentes. Los efectos del cambio climático están ahondando los riesgos de catástrofes de origen glaciar y no existía entidad del Estado que se responsabilizara de ello. En el caso de las investigaciones en Glaciares, éstos eran desarrollados por investigadores y entidades extranjeras en forma mayoritaria; y en Ecosistemas de Montaña, no había desde el Estado quién coordinara y articulara las numerosas investigaciones producidas.

Por estas consideraciones es que el INAIGEM se crea a través de la Ley 30286, con el propósito de fomentar y expandir la investigación científica y tecnológica en los ámbitos de los glaciares y ecosistemas de montaña, para el beneficio de la población, adoptando medidas de adaptación y mitigación en el contexto de riesgos producidos por el cambio climático.

Así, el INAIGEM tiene por finalidad fomentar y expandir la investigación científica y tecnológica en el ámbito de los glaciares y ecosistemas de montañas, promoviendo su gestión sostenible en beneficio de las poblaciones que viven en o se benefician de dichos ecosistemas. Además, es la máxima autoridad en investigaciones científicas de los glaciares y ecosistemas de montaña, sin perjuicio de las competencias y funciones específicas asignadas a otros organismos del Estado.

El INAIGEM tiene como funciones y atribuciones las siguientes:

- Formular y proponer la aprobación de la Política Nacional y el Plan Nacional de Glaciares y Ecosistemas de Montaña, en el marco de la Ley de Recursos Hídricos, y en coordinación con la Autoridad Nacional de Agua, sobre la base de la normativa vigente.
- Gestionar la ejecución y monitoreo de la Política Nacional y el Plan Nacional de Glaciares y Ecosistemas

de Montaña, según corresponda.

- Generar conocimiento mediante la investigación científica y el desarrollo tecnológico en el ámbito de glaciares y ecosistemas de montaña.
- Promover la investigación aplicada, orientada a prácticas productivas generadoras de valor que impulsen el mantenimiento de los bienes y servicios que proveen los ecosistemas de montaña, en coordinación con los sectores vinculados.



Mapa del Perú con 18 cordilleras glaciares

- Promover el conocimiento, la recuperación, la validación, la innovación, y la réplica de las tecnologías y las prácticas tradicionales de conservación y gestión de glaciares y ecosistemas de montaña.
- Estudiar y monitorear el comportamiento y evolución de los glaciares y ecosistemas de montaña, y el efecto del cambio climático y otros factores de presión en los mismos, a fin de formular las medidas de prevención necesarias.
- Realizar cada cinco años el Inventario Nacional de Glaciares, Lagunas y Bofedales determinando su cantidad, estado y superficie, en coordinación con las entidades vinculadas.
- Formular y desarrollar programas educativos orientados a la formación, capacitación, perfeccionamiento y especialización de investigadores, profesionales y técnicos en las áreas de su competencia, en coordinación con las universidades y otros centros de investigación nacionales y extranjeros.
- Representar al país ante organismos científicos y técnicos nacionales e internacionales, en asuntos, eventos y reuniones relacionados con los glaciares y ecosistemas de montaña, en el marco de la normativa vinculada a la materia.
- Investigar las tecnologías de recuperación, conservación e integración de los ecosistemas de montaña en el desarrollo de la vida de sus poblaciones.

El INAIGEM inicia sus actividades en la ciudad de Huaraz en el mes de noviembre del 2015, y desde entonces viene trabajando de manera sostenida para el cumplimiento de sus objetivos.

### Dirección de Investigación en Glaciares

En un escenario de cambio climático, la reducción de la superficie de los nevados es la mejor muestra objetiva de los efectos de la elevación de la temperatura. En los glaciares que rodean a la ciudad de Huaraz, se puede observar en una mirada panorámica, que la superficie de los nevados San Cristóbal, Vallunarraju, Ocshapalca, Ranrapalca y Churup se está reduciendo en forma acelerada. En especial, los nevados Ocshapalca y Churup están perdiendo casi toda su masa glaciar. En pocos años estos nevados perderán tal condición para convertirse en cumbres rocosas.

Podríamos indicar, para enfatizar este escenario, que enero 2016 fue el mes más caluroso de las últimas décadas, con altos niveles de temperatura y radiación. Evento que ha afectado dramáticamente a los glaciares y en especial a la laguna Palcacocha, que ha tenido un aporte extraordinario de agua por fusión del glaciar.

A lo largo del año 2016, desde la Dirección de Investigación en Glaciares se vienen desarrollando investigaciones sobre la reducción de glaciares, tanto en la Cordillera Blanca como en la Cordillera Central. Recordemos que esta última drena sus aguas hacia la cuenca del río Rímac, de vital importancia para la ciudad de Lima. Del mismo modo, se estudiarán las cuencas del río Cañete, el nevado Ampay en Apurímac, los nevados de las cordilleras de Vilcanota y Vilcabamba en el Cusco, y de la Rinconada en Puno.

En el tema de riesgo, el INAIGEM viene asumiendo como un caso especial, la laguna de Palcacocha y los glaciares que la rodean, habiendo iniciado ya investigaciones detalladas de los aportes hídricos y de la fusión de los glaciares, así como la evaluación de los glaciares colgados que podrían generar avalanchas. Asimismo, se están estudiando las condiciones de estabilidad de taludes de las morrenas laterales y las condiciones de dique. Estudios similares serán realizados en las lagunas de Arhuaycocha alta y baja, en la quebrada de Santa Cruz.

### Dirección de Investigación en Ecosistemas de Montañas

En esta Dirección, se van a orientar las investigaciones en ecosistemas de montañas con la participación de entidades públicas y privadas a nivel nacional e internacional, confiriendo especial importancia al rescate de tecnologías tradicionales de adaptación al cambio climático, se priorizará los humedales, praderas nativas, bosques relictos altoandinos, pajonales, plantaciones forestales. Asimismo, se realizarán estudios para la conservación y recuperación de acuíferos, diagnósticos del potencial de la biodiversidad en áreas de influencia de glaciares; estudios de servicios ecosistémicos para proponer formas de retribución e implementación de tecnologías para la gestión de riesgos en la adaptación al cambio climático. Se realizarán estudios del impacto de la actividad minera y no minera sobre la biodiversidad de las zonas altoandinas, comprometiéndose con las entidades involucradas a recuperar ecosistemas de montaña en cuanto a pasivos ambientales, iniciando esta actividad en el Parque Nacional Huascarán.

### Dirección de Información y Gestión del Conocimiento

En esta Dirección se desarrolla bases de datos meteorológicos, geodésicos y documentales con la finalidad de constituir sistema y redes de información que nos permitan incidir en las investigaciones, toma de decisiones y conocimientos sobre glaciares y ecosistemas de montañas para amenguar los efectos y riesgos producidos por el cambio climático.

# ANTECEDENTES

El Foro Internacional de Glaciares y Ecosistemas de Montaña se realiza teniendo como marco otros eventos similares que se desarrollaron a nivel nacional que muestran el creciente interés y preocupación por nuestros ecosistemas altoandinos en un contexto de cambios globales.

En julio del año 2013, la Autoridad Nacional del Agua (ANA), junto con CARE-Perú organizó el primer Foro Internacional de Glaciares **“Retos de la Investigación al Servicio de la Sociedad”** en la ciudad de Huaraz con el objetivo de definir estrategias para una adaptación al cambio climático, el cual emitió la “Declaración de Huaraz”. En este Foro internacional el Perú se comprometió a realizar un próximo evento y de esta manera proporcionar un espacio para el intercambio de información, experiencias y conocimientos acerca de investigaciones relacionadas a los glaciares y ecosistemas de montaña.

Un año atrás, en mayo del 2012, se realizó en la ciudad de Lima el taller **“El Impacto del Retroceso de los Glaciares en los Andes: Red Internacional Multidisciplinaria para Estrategias de Adaptación”** organizado por la UNESCO con la alianza de la Secretaría de la Alianza de las Montañas de la FAO, el Consorcio para el

Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (CONDESAN), *Andean Climate Change Interamerican Observatory Network* (ACCION), Grupo de Trabajo de Nieves y Hielos (GTNH-IHP) y *the Third Pole Environment* (TPE).

Antes de estos eventos se realizó también en Lima, en su versión XII, El Congreso Latinoamericano de Geología: metodología para analizar la evolución de los glaciares. Es interesante referir que en la conferencia de cambio climático COP20 realizada en Lima en el 2014 se contó con diferentes pabellones y que entre los más visitados estuvo el de Montañas y Agua.

Sobre ecosistemas de montaña en el Perú se ha realizado varios eventos, sobre todo en el periodo comprendido alrededor del “Año Internacional de las Montañas” 2002 (declarado por las Naciones Unidas e impulsado por la FAO); en el 2001 se realizó el “I Taller Internacional sobre Ecosistemas de Montaña: una visión de futuro” el cual emitió la “Declaración del Cusco sobre el Desarrollo Sostenible de los Ecosistemas de Montaña”. El siguiente año se realizó en la ciudad de Huaraz la “Reunión Mundial de Ecosistemas de Montaña al 2020: Agua, Vida y Producción” donde se formuló la “Declaración de Huaraz”.

# METODOLOGÍA

La organización del Foro es iniciativa del INAIGEM y una de las principales actividades consideradas en el Plan Operativo Institucional 2016; sin embargo, dada la envergadura de esta actividad, se promovió la conformación de un Comité Organizador a fin de afinar detalles para su realización, sobre todo, en los aspectos temáticos. Fueron miembros del Comité organizador:

- Ministerio del Ambiente
- CONDESAN
- Naturaleza y Cultura Internacional
- CARE PERÚ
- The Mountain Institute
- Agencia Suiza para la Cooperación y el Desarrollo - COSUDE
- UNALM
- Bosques Andinos
- SERNANP
- INDECI
- PRODERN
- Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico del Perú
- Instituto Geofísico del Perú
- Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.
- Universidad Nacional Agraria La Molina
- UNESCO
- Autoridad Nacional del Agua
- Helvetas

Luego de diversas reuniones de coordinación y planificación se decidió desarrollar el Foro en base a cuatro ejes o mesas temáticas:

- Riesgos glaciares y asociados a ecosistemas de montaña.
- Recursos Hídricos de Glaciares y Ecosistemas de Montaña
- Biodiversidad y uso sostenible de ecosistemas de montaña para la seguridad alimentaria.
- Mecanismos de financiamiento para la gestión de Ecosistemas de Montaña.

Se constituyó una comisión sistematizadora conformada por especialistas del INAIGEM y de la Dirección General de Información e Investigación Ambiental del MINAM. Esta comisión se encargó de recoger, analizar y sintetizar la información presentada durante las conferencias del Foro por cada mesa temática a fin de producir los resultados que se muestran en la presente memoria.





# **PRINCIPALES RESULTADOS**



Como resultado de los tres días de trabajo se han elaborado las conclusiones del Foro. Además, se elaboró la Declaración de Huaraz que describe los principales compromisos asumidos por el Ministerio del Ambiente y el INAIGEM. Estos resultados se detallan a continuación.

## CONCLUSIONES DEL FORO

- Los glaciares y los ecosistemas de alta montaña (GEM) son indispensables para la provisión del agua que requieren los seres humanos para su bienestar.
- El agua de estos sistemas es importante por su cantidad, calidad, servicios ecosistémicos, la agrobiodiversidad y los bosques que dependen de ella.
- Los procesos de Cambio Climático y desglaciación son irreversibles. Necesitamos ejecutar acciones de adaptación y mitigación de riesgos.
- Necesitamos generar mayor información (científica y aplicada) sobre el uso tradicional de los GEM, que nos sirvan para tomar decisiones y establecer políticas públicas. La construcción de agendas priorizadas de investigación ambiental son una necesidad; estos lineamientos deben materializarse a la luz de las necesidades específicas de los GEM. El desarrollo de la investigación aplicada es una prioridad.
- Es necesario establecer mecanismos de colaboración entre las instituciones que producen información, las instituciones y las comunidades que toman decisiones. Esta colaboración debe incluir universidades, instituciones privadas, entidades del Estado, con la participación de las poblaciones.
- Las investigaciones sobre los GEM deben ser acogidas por el ente rector quien debe colaborar para superar las barreras burocráticas y poner a disposición la investigación que producen instituciones nacionales e internacionales.
- Urge producir la información hídrica e hidrogeológica que se requiere para diseñar y ejecutar obras de infraestructura hidráulica que permitan mejorar el acceso al agua de calidad y saneamiento.
- Se debe continuar impulsado el desarrollo de mecanismos de financiamiento que permitan fortalecer los sistemas de GEM. Estos mecanismos deben articular a las empresas, usuarios, entidades del gobierno y poblaciones de las partes altas de las cuencas.
- El monitoreo de los resultados de estos mecanismos es necesario para tener evidencia de sus resultados y mejorar la gestión.
- Urge construir un sistema de gobernanza que permita tomar decisiones ágiles e informadas que se construya en función de las propias cuencas. Este sistema debe superar los problemas de las acciones sectoriales y fragmentadas, y de las divisiones políticas del territorio con una gestión integrada y con un enfoque de cuencas.
- Es necesario que el ente rector en los GEM identifique las prioridades de investigación y establezca los proyectos, programas y políticas de adaptación y medidas de mitigación a seguir.

# DECLARACIÓN DE HUARAZ

13 de agosto del 2016

## Preámbulo

Los efectos del cambio climático afectan a todas las latitudes del planeta, exponiendo a graves problemas a los pueblos y a la biodiversidad mundial.

El documento final de la Cumbre sobre Desarrollo Sostenible (Rio +20) denominado "El Futuro que Queremos" , reconoce el importante rol de los ecosistemas de montaña para el desarrollo sostenible y como fuente de recursos hídricos para gran parte de la población mundial, así como su vulnerabilidad frente a los efectos del cambio climático.

A nivel global se reconoce la importancia de los glaciares y ecosistemas de montaña y los servicios ecosistémicos que ellos brindan. Así, como parte de los acuerdos tomados durante la Vigésima Conferencia Mundial de las Partes reunida en Lima (COP 20), se vio la necesidad de dotar a los países de una institucionalidad que responda al reto de elaborar ciencia en beneficio de la población y los tomadores de decisión.

Como resultado de estos importantes acuerdos globales nace el INAIGEM, entidad adscrita al Ministerio del Ambiente del Perú, la cual tiene como misión, generar tecnología e información científica aplicada sobre glaciares y ecosistemas de montaña, tomar medidas de prevención en el marco del cambio climático, con calidad, oportunidad y pertinencia, en beneficio de la población.

En este marco, el INAIGEM desarrolló el Foro Internacional sobre Glaciares y Ecosistemas de Montaña (FIGEM) que tiene por objetivo poner a disposición de instituciones públicas, privadas y sociedad civil, insumos de conocimiento y experiencias sobre glaciares y ecosistemas de montaña que promuevan el desarrollo sostenible de las poblaciones y territorios de montaña.

## Nosotros

Académicos, científicos y políticos de diferentes disciplinas, nacionales e internacionales, como el Instituto Nacional de Investigación de Glaciares y Ecosistemas de Montaña (INAIGEM), el Instituto Geofísico del Perú (IGP), el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), el Servicio de Áreas Naturales Protegidas (SERNAMP), el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET), la

Autoridad Nacional del Agua (ANA), la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo (UNASAM), la Universidad Nacional San Antonio Abad de Cusco (UNSAAC), Universidad Nacional San Agustín (UNSA), Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS), Dirección General de Investigación e Información Ambiental (MINAM), la Dirección General de Cambio Climático, Desertificación y Recursos Hídricos (MINAM), la Dirección General de Diversidad Biológica (MINAM), la Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural (DGEVFPN), el Center for Research in Water Resources (RWR), The University of Texas at Austin, Charles University in Prague Czech Republic, Global Change Research Institute; Czech Academy of Sciences; Universidad de Zurich; University of Arizona, Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research WSL, Universidad de Massachusetts, Meteodat GmbH (Zurich-Switzerland); Universidad de Cardiff (Reino Unido), University of Waterloo, Water Assessment and Advisory Global Network (WASA-GN) reunidos frente a los desafíos del momento.

## Consideramos

Que la adaptación al cambio climático es un desafío mundial que incumbe a todos, con dimensiones locales, subnacionales, nacionales, regionales e internacionales .

Que tan solo un 2.4% del agua disponible en el mundo es dulce, y de éste, el 68% corresponde a glaciares y nieve permanente. Además, por ejemplo, se estima una pérdida del 42% de la superficie glaciar en los últimos 40 años, por lo que su estudio e investigación, no es solo de interés nacional, sino mundial.

Que el Perú es un país de montañas, su territorio alberga el 71% de los glaciares tropicales del mundo, así como más del 70% de la biodiversidad del planeta; este importante patrimonio natural se encuentra en una situación de vulnerabilidad que necesita ser atendida.

Que resulta necesario desarrollar una agenda específica de investigación sobre glaciares y ecosistemas de montaña que contribuya con la planificación local, las medidas de adaptación al cambio climático, la mitigación del riesgo, y en la formulación de políticas públicas.

<sup>1</sup>Documento final de la Cumbre sobre Desarrollo Sostenible (Rio +20) "El Futuro que Queremos" (junio 2014) [https://rio20.un.org/sites/rio20.un.org/files/a-conf.216-l-1\\_spanish.pdf](https://rio20.un.org/sites/rio20.un.org/files/a-conf.216-l-1_spanish.pdf)

<sup>2</sup>Acuerdo de París Art. 7.

Que cada año, se invierten recursos por más de US\$ 10 mil millones en diversas cuencas alrededor del mundo a través de mecanismos financieros innovadores como fondos de agua y mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos.

Que un factor clave para asegurar el sostenimiento financiero de las medidas orientadas a la gestión de estos sistemas resulta en la identificación, cuantificación y valoración de los servicios ecosistémicos que ellos proporcionan.

## Reconocemos

La necesidad de establecer medidas de adaptación y de mitigación en los glaciares y ecosistemas de montaña, obliga a evitar que se ponga en grave riesgo la agrobiodiversidad mundial, la seguridad alimentaria, la disponibilidad de recursos hídricos para sus diversos usos y se incremente significativamente los niveles de vulnerabilidad ante desastres de origen glaciar.

La labor de adaptación debería llevarse a cabo tomando en consideración la diversidad de enfoques, conocimiento y experiencia de los distintos grupos humanos que habitan los ecosistemas de montaña y con la información científica disponible, con miras a integrar la adaptación en las políticas y medidas socioeconómicas y ambientales pertinentes.

La importancia de hacer plenamente efectivo el desarrollo y la transferencia de tecnología para mejorar la capacidad de resiliencia de los ecosistemas de montaña, como una necesidad de urgente atención.

La importancia de los mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos que ayudan a proteger y restaurar los ecosistemas de montaña, complementando estrategias convencionales para la conservación.

## Proponemos

Fortalecer la investigación científica sobre glaciares y ecosistemas de montaña, de modo que aporte información

relevante para la toma de decisiones. Ello, potenciando el intercambio de información, las buenas prácticas, experiencias y lecciones aprendidas.

Impulsar proyectos, planes, programas y políticas de adaptación al cambio climático y mitigación de riesgos en los glaciares y ecosistemas de montaña, priorizando el bienestar de las poblaciones locales.

Cooperar en la adopción de las medidas que correspondan para mejorar la educación, la formación, la sensibilización y participación del público y el acceso público a la información sobre los glaciares y los ecosistemas de montaña.

Fortalecer e innovar los mecanismos de financiamiento para el pago por los servicios ecosistémicos de los Glaciares y Ecosistemas de Montaña.

En el caso peruano, para lograr la gobernabilidad ambiental, se impulse el rol rector y director del INAIGEM en el ámbito de los Glaciares y Ecosistemas de Montaña, poniendo énfasis en:

- Ser un referente nacional e internacional sobre la información e investigación.
- Impulsar las iniciativas y desarrollar la investigación ambiental aplicada desarrollada a partir de los lineamientos de la Agenda de Investigación Ambiental al 2021.
- Acoger las investigaciones y a los investigadores nacionales e internacionales, fortaleciendo la cooperación, el intercambio de información y permitiendo superar las barreras burocráticas.
- Definir las acciones de adaptación y medidas de mitigación a seguir; desarrollando estrategias para fortalecer la agrobiodiversidad necesarias para la seguridad alimentaria.
- Atender la problemática de los riesgos de origen glaciar.





**MIRADA  
INTEGRADORA**



## PANEL DE AUTORIDADES, ACADÉMICOS E INVESTIGADORES: PRINCIPALES REFLEXIONES SOBRE EL FORO

Presentamos las principales reflexiones propuestas por insignes panelistas asistentes al Foro.

### PANELISTAS

<b>Sonia González Molina (SG)</b>	Directora General de Investigación e Información Ambiental del MINAM
<b>José Antonio Gonzáles Norris (JGN)</b>	Director de la Oficina de Cooperación y Negociación Internacional del MINAM.
<b>José Dance Caballero (JD)</b>	Ex Rector de la Universidad Nacional Agraria La Molina
<b>Marco Zapata Luyo (MZ)</b>	Asesor en el tema de glaciares del INAIGEM
<b>Juan Torres (JT)</b>	Investigador Universidad Nacional Agraria La Molina – Universidad Nacional Autónoma de México



Panelistas, de izquierda a derecha, Sonia Gonzales Molina, José Antonio Gonzáles Norris, José Dance Caballero, Marco Zapata Luyo y Juan Torres

### PRINCIPALES REFLEXIONES SOBRE EL FORO

**SG:** Se necesita un liderazgo de los gobiernos. Los países con ecosistemas de montaña requieren de iniciativas gubernamentales. Estas iniciativas requieren a su vez de un trabajo en conjunto con las comunidades, también con la cooperación internacional y las universidades. El convenio entre la comunidad de Cátac y la Universidad de Washington es un ejemplo de esto.

Por otro lado, *las agendas de investigación no se pueden implementar si no estamos de acuerdo*. Debemos concordar prioridades. Este Foro sirve para lograr estos consensos. Ya se han establecido algunas líneas prioritarias. El INAIGEM debe sumar sus esfuerzos con el Instituto de Investigaciones de la Amazonía, el Instituto Geofísico del Perú, el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología; todos ellos tienen muchos años –más de 40– de experiencia y conocimiento; de igual manera los organismos adscritos al Ministerio del Ambiente. Quiero recordarles que hemos aprobado el 7 de julio la Agenda de Investigación Ambiental

al 2021, la que incluye prioridades a dos años. Esta agenda es una herramienta orientadora que debemos utilizar y nutrir. Los congresistas deben dotar de mayor presupuesto a estas líneas de investigación.

Hace poco más de cuatro años hemos iniciado el trabajo para pasar de la investigación a las políticas públicas. Necesitamos información de calidad que sustente programas y proyectos de inversión pública. Necesitamos atender a las propias poblaciones, a sus demandas locales; las inversiones deben impactar positivamente en la calidad de vida. Las evidencias del cambio climático, las evidencias de la contaminación, los estudios en los recursos genéticos deben ser los insumos. Todavía hay un reto para lograr traducir la investigación científica como un insumo para la construcción de las políticas públicas. En los próximos años el sector privado tendrá un rol importante en la generación de riqueza, y la investigación debe orientar este desarrollo hacia un enfoque sostenible.

**JG:** Este Foro aborda el tema en la agenda pública en un momento muy oportuno, ya que se están discutiendo las prioridades del gobierno. Se debe articular, como ya han indicado, a la academia, el gobierno y la sociedad civil. Si revisamos los objetivos de desarrollo sostenible, aprobados en septiembre del año pasado, que fijan la agenda hasta el 2030, estuve analizando si la palabra glaciares está en la agenda, pero no la he podido encontrar, aunque quizá esté. Sí está el tema de montañas y, por supuesto, el de agua. Debemos impulsar estos temas con la cooperación internacional.

La investigación aplicada se integra a los ejes temáticos ya priorizados. El camino ya está trazado. Pero debemos asociar esta investigación a los planes de desarrollo. El CEPLAN debe articularse a este trabajo. Debemos lograr un sistema estructurado de planificación que nos lleve verticalmente y también de lo local hasta lo nacional. La planificación es un ejercicio para establecer prioridades. Necesitamos trabajos de investigación-acción para integrarlos a estas prioridades.

Debemos traducir los hallazgos de los científicos e investigadores hacia los políticos. La información debe permitir tomar decisiones para evitar los conflictos socioambientales con la concurrencia de los gobiernos a todos los niveles.

**JD:** Mi impresión de este Foro es que no estamos solos. Hemos tenido la participación de expertos de diversas partes del mundo que vienen a ofrecernos sus conocimientos de temas que dominan profundamente. Debemos seguir tejiendo estas alianzas. Debemos unir el trabajo de los generadores de conocimiento con las poblaciones y los tomadores de decisiones. En la medida en que podamos lograr esta integración vamos a poder encontrar el camino del desarrollo sostenible.

Cuando uno no sabe a dónde va cualquier camino es bueno. Necesitamos fijar un objetivo, un plan bien pensado. Debemos hacer un ejercicio de prospectiva. Tenemos que incluir la descentralización como parte de este trabajo. Tenemos que definir qué queremos ser en el futuro. El INAIGEM debe impulsar esta reflexión. El soporte para esta construcción debe ser la investigación.

El ecosistema es siempre importante pero sintéticamente estamos hablando de un elemento vivo, de naturaleza física y de una fuente de energía. Cuando miramos el mundo este es un ecosistema. Debemos revisar el concepto de ecosistema y adecuarlo al proceso de análisis que estamos haciendo. Siempre hablamos de investigación y desarrollo, pero nos falta incluir la socialización.

**MZ:** Efectivamente es muy importante la colaboración entre los diversos actores. Pero no hemos sido capaces de llegar a la sociedad civil. Necesitamos sensibilizar y educar a la sociedad civil, desde la

niñez. Necesitamos cambiar nuestro paradigma para poder interrelacionarnos y trabajar en conjunto. En el INAIGEM queremos que las generaciones de mayor experiencia vuelquen su conocimiento a las nuevas generaciones. Las nuevas generaciones deben impulsar estos cambios gracias a su dominio de las tecnologías.

Considero que los temas críticos son la reducción de los riesgos de las lagunas de origen glaciar, la mejora de la oferta hídrica teniendo en consideración las cuencas hidrológicas de alta montaña que son la fuente de origen. Un tercer lugar lo ocupa el tema de nieve y hielo. Necesitamos un inventario de glaciares y lagunas; necesitamos conformar una red hidrometeorológica de altura. Actualmente tenemos varios países trabajando colaborativamente en Sudamérica. Esta red debe servir para que los tomadores de decisiones alcancen las medidas oportunas. A nivel de Sudamérica solo hay dos países con un ordenamiento legal en torno a los glaciares; el Perú necesita una ley de protección de glaciares.

Debemos orientarnos hacia las ciudades sostenibles. El agua la necesitan las ciudades en cantidad y en oportunidad. Los glaciares son las reservas de agua y también son fuente de riesgos. Las investigaciones aplicadas deben ser confiables. Necesitamos fortalecer las capacidades de investigación. Los programas de cooperación deben darse a nivel nacional e internacional. Sin recursos no vamos a hacer investigación y no tenemos los suficientes fondos. El INAIGEM como institución nueva deberá sortear estos problemas y contribuir así en beneficio de nuestro país.

**JT:** Suscribo lo dicho. Pero, cuando hablamos de la unión de estos componentes en nuestra sociedad quiero enfatizar el tema del prestigio. La academia en el Perú debe tener prestigio. Cuando hablamos de recursos nos olvidamos de la academia. Los otros que necesitan prestigio son los saberes o conocimientos tradicionales. Los representantes de la otra episteme, la tradicional, no están presentes. Hablar en quechua es importante para incorporar este otro sistema de conocimiento. Necesitamos una alianza científica campesina. Alianza con *yachatsiqkuna*, *arariwakuna*, *kamayuqkuna*, curiosos y brujos. Alianzas con estas otras formas de llegar a la verdad. Yo he asistido a cuatro de estos foros en otras partes del Perú, pero hoy día hay una institución, entonces, hemos avanzado.

Por otro lado, hablar de una agenda de investigación de montañas es prácticamente un plan de gobierno porque hay que abarcar todo. Hoy día se habla de andino-amazónico, de andino- costero. Una propuesta sostenible del Perú pasa por los Andes. Lo que llamamos selva es un subsistema del sistema andino; lo que llamamos costa es un pie de monte. Hacer una agenda de investigación es difícil. Pero los temas de riesgo, glaciares, agua y biodiversidad son los ejes centrales. El futuro de la investigación en el Perú pasa por las montañas.

De lo que he vivido, el mejor mecanismo para poder encontrar esta interfase con las comunidades de montaña es crear condiciones de paridad. Para poder conversar necesitamos caminar juntos. Cuando reconozco que las poblaciones saben de glaciares, montañas, cultivos, saben leer los suelos, cielos e insectos, entonces puedo integrarme.

Solo cuando he reconocido que ellos también saben hay condiciones para integrarse. Que hayamos hablado tanto de los conocimientos tradicionales es un buen síntoma. Cuidado con creer que esto ha sido así siempre, por el contrario, esto es muy reciente. Así como los ecosistemas cambian, los conceptos y los ecosistemas también cambian.

## RESULTADOS DE LAS MESAS DE TRABAJO

Durante dos días los participantes del Foro, organizados en cuatro grupos temáticos se reunieron por las tardes para dialogar sobre los cuatro temas priorizados: recursos hídricos, biodiversidad y seguridad alimentaria, mecanismos

de financiamiento y riesgos. A continuación, presentamos los resultados de este diálogo de más de 150 participantes, el cual fue sistematizado por los responsables temáticos.



**Presentación de los resultados de los trabajos en grupo izquierda a derecha: César Portocarrero, Julio Postigo, Julio Ocaña (moderador), Beatriz Fuente Alva y Cecilia Sandoval**

## RIESGOS GLACIARES Y ASOCIADOS A ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

*Resultados presentados por el Ing. César Portocarrero. INAIGEM*

La intervención en las mesas temáticas ha permitido mostrar un nuevo camino de creación e implementación de políticas públicas en relación a la temática de riesgos glaciares. Los glaciares son uno de los mejores indicadores del clima, estas masas de hielo crecen cuando hay enfriamiento y decrecen cuando la temperatura se eleva. En los glaciares dos aspectos son importantes: los riesgos y su influencia en el agua como recurso.

Hace como 60 o 70 años atrás, los estudios se centraban en la física y el estudio molecular de los glaciares. El contexto actual es distinto, se tiene una mirada más centrada en su utilidad y riesgo para el ser humano. En el Perú, 170 mil kilómetros cuadrados están influenciados y dependen de los glaciares, al igual que cerca de 4 millones de personas. He allí la importancia de la planificación concertada para el desarrollo.

Es por ello, que será importante la investigación social junto con las ciencias naturales. En este esfuerzo deben

coincidir tanto las instituciones públicas y privadas como las universidades. En la gestión de riesgos se aspira a que se cree un manual metodológico y sistemático que sirva para la evaluación de los lagos y las lagunas que existen en las distintas cordilleras. Todos estos espejos de agua presentan peligro. El manual tendría un alcance a nivel mundial, por ello este proyecto está apoyado por instituciones nacionales e internacionales. Consiguientemente, se necesitará un trabajo en conjunto con organismos especializados del Perú y el mundo para estandarizar procedimientos de estimación del peligro y riesgo que significan estas lagunas de riesgo glaciar. Este instrumento debe servir para evitar el sobre o subdimensionamiento en las medidas de protección.

Además, se plantea la conformación de espacios de dialogo entre instituciones públicas, privadas y académicas para producir investigación aplicada siempre con un sentido social y de difusión a la opinión pública. También se necesita una mayor participación de científicos sociales en esta problemática. Es urgente la revalorización y el impulso de

las ciencias sociales en este tema de riesgos.

El cúmulo de resultados de la investigación aplicada debe servir para implementar instrumentos de gestión de riesgos en glaciares y lagunas de origen glaciar dentro de las políticas públicas, como instrumentos tanto de los gobiernos locales como regionales. También se plantea fortalecer las capacidades de las poblaciones y propiciar el intercambio de experiencias en un lenguaje sencillo que permita involucrar a la población. Es necesario incluir estos conocimientos en la malla curricular escolar.

Por otro lado, se plantea la ejecución de proyectos multipropósitos, que involucren no solo la gestión de riesgos de desastres en glaciares y lagunas peligrosas de origen glaciar, sino también la gestión de recursos hídricos, de tal manera que se genere una mayor viabilidad en el financiamiento de los recursos económicos. Esta es tarea que debe ser planteada en los gobiernos regionales y locales para su involucramiento en los planes de desarrollo concertados.

## RECURSOS HÍDRICOS EN GLACIARES Y ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

*Resultados presentados por la Dra. Beatriz Fuente Alva*

Con respecto a los vacíos de información que deben atenderse en la agenda nacional se enfocaron tres puntos. Primero, se requiere evaluar la disponibilidad actual del agua, tanto superficial como subterránea; y manteniendo siempre un enfoque integrado de cuenca. Por ello, se debe tomar a los glaciares como parte de un sistema.

Como segundo punto es necesario identificar las buenas prácticas en la gestión de recursos hídricos. En relación a esto es importante revalorar los conocimientos ancestrales que se han tenido en los ecosistemas de la puna para irrigar y manejar el agua. Necesitamos sistematizar estos conocimientos.

El tercer punto resaltado es la identificación de los factores de cambio. Es decir, qué ocasiona que la desglaciación se acelere. Y cómo estos cambios influyen en los ecosistemas. Para ello necesitamos información científica robusta.

Estos tres puntos deben impulsarse mediante el diálogo entre los diversos actores involucrados en la gestión de los recursos hídricos. Para ello es importante crear espacios de diálogo entre instituciones públicas y la comunidad científica. Esto solo se podrá realizar si se construyen metas comunes.

El gobierno debe liderar este diálogo haciendo convocatorias y creando dichos espacios. También se requiere grupos multidisciplinarios, en el tema de recursos hídricos hay demasiados ángulos y no se puede solucionar nada con la mirada de una sola disciplina.

Por otro lado, la gobernabilidad del país es confusa. No hay una línea clara de planificación en el uso de los recursos hídricos. Por ello, se necesita un ente rector multisectorial que coordine las diferentes iniciativas. Solo así se podrán integrar los aportes de todos los sectores. Se requiere además de una plataforma para compartir metodologías, información y datos que se generan en los diversos grupos. Así se tendrá un mejor flujo de conocimiento. De preferencia, esta plataforma, debe ser de acceso libre. Así las entidades públicas y las académicas ya sabrían a dónde acudir.

En cuanto a la planificación local, es importante integrar a la población local, haciendo de esta un ente activo, haciéndola parte del proceso de planificación territorial. Solo así los proyectos serán sostenibles. Finalmente, hay una oportunidad para generar inversión pública que se nutra de los resultados de investigaciones científicas para poder fortalecer el beneficio directo a las poblaciones locales.

## BIODIVERSIDAD Y USO SOSTENIBLE DE ECOSISTEMAS DE MONTAÑA PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA

*Resultados presentados por el Dr. Julio Postigo. Universidad Texas*

Con respecto a los vacíos de información y la agenda de investigación, consideramos que una investigación científica debe incluir aspectos tradicionales y aspectos de conservación. Identificar temas, áreas y preguntas cuyo esclarecimiento contribuya al logro de la seguridad alimentaria. Se debe considerar los recursos hídricos, la productividad, la diversificación y las tecnologías de adaptación.

Además, la agenda debe tener un enfoque participativo y de divulgación. La agenda debe fomentar investigación que incluya lo ecológico, lo sociológico, lo económico y la gobernanza. Sus resultados deben ser aprovechables por las poblaciones de montaña y estos resultados deben propiciar la seguridad alimentaria.

En el grupo de trabajo se esbozaron líneas de

investigación que la agenda debería considerar. En la primera línea están los "Sistemas sociológicos de montaña"; esta línea debe comprender los cambios climáticos y otros procesos asociados a los sistemas socioecológicos de montaña y de seguridad alimentaria. La segunda línea está relacionada con el conocimiento local; es importante sistematizar las formas de conocer y aprender en las comunidades, así como las formas de reproducción y transmisión de dicho conocimiento. La tercera línea de investigación debe ser en suelos. Es importante lograr una mayor comprensión de las dimensiones biofísicas y sociales en los suelos andinos. Como cuarta línea de investigación está la dinámica del carbono, propiciando su cuantificación en la superficie y en el subsuelo. La quinta línea es de síntesis y metaanálisis, para usar la información ya disponible con el fin de producir nuevos conocimientos y establecer nuevas direcciones en la investigación. La sexta línea investigará los procesos y patrones en las dinámicas de las especies y los cultivos. La última línea de investigación debe encaminarse al potencial alimentario de las especies nativas de ecosistemas de montaña.

Con respecto al tema de los instrumentos y mecanismos de cooperación, es importante garantizar la participación de la academia y de la sociedad civil en los consejos de coordinación regional y local. Además, debe haber una mayor injerencia en el uso del presupuesto público para generar investigación con articulación territorial, vinculada con el logro de la seguridad alimentaria. También es pertinente incluir a estudiantes nativos y que estos contribuyan con el fortalecimiento de la capacidad científica local, con apoyo de investigadores extranjeros.

Se debe priorizar la creación o fortalecimiento de institutos cuya misión sea trabajar con los gobiernos subnacionales como, por ejemplo, el Instituto de Manejo del Agua en el Cuzco. Además, se debería aumentar la incidencia del INAIGEM en el sistema universitario nacional y en el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. En relación a ello se debe fortalecer al INAIGEM, consolidándolo como ente rector para glaciares y ecosistemas de montaña. Finalmente, es importante que el sector público, en especial los gobiernos locales, fijen las líneas de proyectos y programas; y se debe evitar que estos objetivos solo sean fijados por las ONGs y la cooperación internacional.

## MECANISMOS DE FINANCIAMIENTO PARA LA GESTIÓN DE ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

*Resultados presentados por la Dra. Cecilia Sandoval. Universidad Agraria la Molina*

Para la generación de una agenda de investigación para la inversión pública y privada es importante generar una caracterización de los ecosistemas. Se necesita conocer el estado de conservación de los ecosistemas para poder definir las estrategias de intervención más apropiadas. Aún hace falta conocer los impactos de las intervenciones en los ecosistemas. Esto solo se solucionará con mayor investigación científica.

También hace falta elaborar un método de evaluación social para las inversiones ambientales. Todavía se necesita que este método internalice el valor de los recursos. Además, es importante tener una sistematización de las experiencias de inversión.

Por otro lado, es importante tener lineamientos de políticas que promuevan la inversión en mancomunidades, esto teniendo en cuenta las cuencas compartidas. Además, se debe difundir las ventajas de los incentivos financieros a las empresas privadas para ir más allá de la responsabilidad social. Necesitamos que estas herramientas puedan hacer más rentable y/o eficiente a la empresa haciendo uso del capital natural en sus propios procesos.

Finalmente, coincidimos en la necesidad de lograr la articulación de los intereses de los diversos actores.



A blue-tinted photograph of a mountainous landscape. In the foreground, a horse stands in a field. In the middle ground, there is a building with a corrugated metal roof. The background features a range of mountains under a clear sky.

# **CONFERENCIAS MAGISTRALES**



## GLACIARES Y LOS ECOSISTEMAS DE MONTAÑA: LAS IMPORTANTES TAREAS PENDIENTES

*Conferencia magistral por Čedomir Marangunić. (GEOESTUDIOS, Chile)*

Los glaciares importan en los ecosistemas de montaña por diversas razones, pero algunas de las más relevantes se refieren a los riesgos que la presencia de ellos origina, al aporte hídrico que ellos realizan, y por su contribución al mantenimiento de los ecosistemas.

Actualmente, existen metodologías y modelos, y la tecnología necesaria, como para estimar correctamente la mayoría de los riesgos generados por glaciares. Sin embargo, persiste un aspecto importante aún muy incierto. Se refiere a la presencia y extensión de la morrena de fondo en los glaciares y al control esencial que ella ejerce sobre la estabilidad mecánica de las masas de hielo.

Los glaciares se consideran a menudo como reservas de agua, aun cuando existe consenso en que el futuro de ellos es la extinción. Los glaciares aportan agua a sus cuencas en la medida que pierden masa de hielo, que es lo que produce su paulatina reducción. Si queremos que los glaciares persistan, debemos hacer algo para modificar sus balances de masa negativos hasta hacerlos al menos neutros; pero esto implica, necesariamente, un cero aporte de agua desde los glaciares a sus cuencas. De allí un dilema que debemos resolver: ¿queremos que continúe el aporte hídrico de los glaciares hasta su desaparición, o estamos dispuestos a hacer algo para que sobrevivan aceptando que, desde ya, dejarán de contribuir agua? Junto a esta inquietud, es importante avanzar en el manejo de los glaciares.

En cuanto a la biodiversidad, se ha comprobado que existe vida en los glaciares por haber observado organismos adaptados a este ambiente extremo. Y si bien ello es una capacidad que importa a la humanidad, es poco lo que se ha avanzado en el conocimiento de la biodiversidad en los glaciares mismos.

Finalmente, la protección de glaciares es algo sobre lo cual parece no existir dudas en la mayoría de las sociedades del mundo. Sin embargo, ha sido difícil acordar una definición de glaciares y sus entornos, vale decir, de lo que queremos proteger.

### ¿Qué son los glaciares?

Los glaciares son:

- Grandes masas de hielo
- Con o sin agua intersticial o impurezas
- Originados sobre la tierra principalmente por

metamorfismo a hielo de acumulaciones de nieve, balanceado por fusión en cotas bajas o descargas a lagos o al mar

- Que fluyen lentamente pendiente abajo, porque el hielo se deforma y el glaciar se desliza sobre el lecho o se adhiere a él
- Perennes a la escala de una vida humana
- De dimensiones iguales o mayores que 1 ha, y a lo menos 8 m de espesor.

Ahora bien, los glaciares de roca persistirán en el tiempo mucho más allá de los glaciares blancos. También aportan agua, pero mucho menos que los blancos.

El glaciar se alimenta de la precipitación y forma un manto de nieve y logra su máximo espesor en invierno. Hay varios procesos involucrados en la destrucción del manto de nieve invernal, tanto en la parte alta como baja del glaciar. A través del movimiento lento del hielo, de sus masas, se puede alcanzar el equilibrio del glaciar.

Estas grandes masas de hielo pueden o no tener agua intersticial. Algunos señalan que el hielo se forma por compactación; pero esto no sucede en montañas tropicales. La poca legislación habla de masa perenne para dos años, otros definen exclusivamente la masa de hielo; pero estas definiciones deben mejorarse.

### ¿Qué ocurre con los glaciares?

Se reducen en superficie y en masa, desde el máximo de la última glaciación, aproximadamente hace quince mil años atrás, y más rápidamente desde el inicio de la revolución industrial, aproximadamente ciento sesenta años atrás.

### ¿Cuál es su futuro?

Los ciclos glaciales de Milankovic, la teoría más aceptada como causa de las glaciaciones, indica que no habrá otra en los próximos 25,000 a 50,000 años y actualmente no hay reducción significativa de los efectos antrópicos que aceleran la desglaciación.

En conclusión, los glaciares continuarán reduciéndose, y extinguiendo, aun si los efectos antrópicos cesan. Según los mejores modelos señalan que los glaciares dejarán de existir. Siento decirlo así, pero es la realidad que tenemos y en base a la cual debemos planificar.

## ¿Cuáles son los riesgos?

Los peligros de los glaciares son:

- DESLIZAMIENTO CATASTRÓFICO: grande y súbito, de todo o gran parte de un glaciar.
- GLOF (Glacier Lake Outburst Flood): descarga rápida de lago proglacial.
- LAHAR: flujo denso por la carga de detritos, originado por fusión rápida de glaciares y nieves en conos volcánicos en erupción.
- SURGIENTE: avance rápido de un glaciar, y sus efectos secundarios (por ej. embalsando un valle).
- DESPRENDIMIENTO de una porción de hielo desde un abrupto frente glaciar.

De todos estos, el problema fundamental es conocer el material en los lechos de los glaciares. En particular la morrena de fondo que está asociada con los deslizamientos.

De todos estos fenómenos los que aun presentan gran incertidumbre son los deslizamientos catastróficos; y en particular el conocimiento que nos falta reunir es sobre la morrena de fondo. La morrena es el material sobre el cual los glaciares descansan. Tenemos efectos de deslizamiento total como el Aparejo en Chile en 1980. Podemos conocer la presión de poros, la magnitud de los sismos, pero sabemos poco de la morrena de fondo. Este material tiene mala calidad geotécnica. Es prácticamente una jalea a la base del glaciar. Y lo mejor que sabemos es que no existe en la zona de alimentación de los glaciares.

Del análisis de la estabilidad general de los glaciares se puede tener las siguientes situaciones.

- Caso normal: lecho rocoso bajo Zona Acumulación, y morrena de fondo bajo Zona Ablación.

- Caso "extremo": morrena de fondo de baja cohesión ( $0,1 \text{ kg/cm}^2$ ) y bajo ángulo de fricción interna ( $11^\circ$ ), en toda la base del glaciar según pendiente.
- Caso sismo: aceleración de  $0,2 \text{ g}$  (norma chilena para cordillera) o más según localidad y región.
- Caso presión de poros: presión de agua en los poros al máximo nivel posible (glaciar saturado en  $90\%$ ).

La conclusión es que los sismos o la presión no afectan por sí solos seriamente la estabilidad. El material del lecho es el factor principal del riesgo de deslizamiento catastrófico. Necesitamos más estudios sobre esta morrena de fondo.

## Aporte hídrico de los glaciares

Respecto al aporte hídrico, el agua que se entrega a la cuenca no es otra cosa que la descarga menos la evapotranspiración. Pero en el caso de glaciares hay que incluirle el balance de la masa. El hielo que se convierte en agua en un glaciar que retrocede, es decir, suma un aporte adicional de agua. Este aporte adicional es a expensas de la masa del glaciar.

Un glaciar sano que está en equilibrio no aporta agua a la cuenca. Este glaciar lo que hace es distribuir la lluvia durante el verano mediante su derretimiento. Entonces, actualmente la reducción de los glaciares significa que actualmente hay mayores aportes, pero durante un tiempo limitado. En los valles de alta montaña el aporte de los glaciares es importante. En años secos el aporte del glaciar puede ser el único. Es un aporte muy significativo.

El dilema que debemos resolver es qué queremos priorizar: mantener al glaciar o el agua de la cuenca. El Balance de Masa negativa que tenemos nos lleva a pronosticar el fin de los glaciares. Solo podremos lograr su mantenimiento si aprendemos a intervenirlos.



Foto 1. Aspecto de la morrena de fondo (till) bajo el frente del glaciar Altar Sur

## Biodiversidad

Conocemos muy poco de la biodiversidad en los glaciares mismos. Hay formas como los anélidos, que son como gusanos que viven en los glaciares. Estas investigaciones son nuevas, tienen menos de 50 años. Este tema amerita mucha mayor atención. Necesitamos conocer de la vida en los glaciares.



Foto 2. Anélidos (gusanos) del hielo, del género *Mesenchytraeus*

## Manejo de los ecosistemas de montaña

Hoy tenemos una tendencia para proteger los glaciares. Hay proyectos que están subiendo a las áreas más altas, a zonas que consideremos prístinas. Antes esto era un gran logro de la tecnología, pero hoy lo vemos con preocupación. Se están creando áreas protegidas que incluyen a los glaciares, pero aún son pocos.

Hay experiencias de protección como la del nevado Pastoruri, en donde la experiencia liderada por el Ing. Benjamín Morales, logró la reducción de ablación en ~1,7 m, con cubierta de aserrín, en tres meses. O el uso de una Valla, en Salvador en Chile, con H= 4 m, L= 60 m, permeab.= 40%, pie libre= 0,5 m; que pasó de una acumulación nivel medio en el área = 1,78 m a una acumulación máxima tras valla ~ 4,1 m.



Foto 3. Ing. Benjamín Morales (2010), en tres meses redujo la ablación en ~1,7 m, con cubierta de aserrín. Nevado Pastoruri (Perú).



Foto 4. Nevado Chaupijanca (Perú), noviembre 2010



Foto 5. Glaciar Gemmstock (Austria), 2005. Cubierto con sabana de película plástica

Hay medidas como el riego con sustancias favorables al glaciar y otras más. Son diversas las experiencias para desarrollar tecnologías que permitan proteger a los glaciares. Estoy convencido, como lo dijo Ghandi, que hay muchas cosas que podemos hacer que son más de las que creemos.

## EXPERIENCIA COMPARADA EN EL RETROCESO DE LOS GLACIARES A LO LARGO DE LAS REGIONES MONTAÑOSAS

*Conferencia magistral por Benjamín Orlove (Universidad de Harvard)*

En esta exposición se dará una perspectiva desde la antropología sobre el tema de los glaciares. Para ello es importante presentar dos conceptos. El primer concepto es "antropoceno", el cual es el actual periodo de la historia terrestre; y el segundo concepto es la "criopolítica". Este término entiende que la biología no es solo una ciencia, sino que toca temas de interés público como el político, el médico, etc.

Desde la criopolítica se habla de los impactos ambientales, esto incluye otros temas como las políticas ambientales e impactos económicos. Sobre este último, si se puede estimar los impactos económicos causados por el calentamiento global, se podrán implementar políticas concretas que puedan mitigar este fenómeno.

Con respecto a la relación entre glaciares y minería se puede exponer un caso ocurrido en el país de Kirguistán. Allí una minera eliminó un glaciar con el fin de seguir con su actividad extractiva.

Si bien los glaciares influyen en la hidroeléctrica y otros proyectos de energía o minería, también podemos ver cómo los grupos humanos y los paisajes se relacionan con los glaciares. En relación a esto se puede dar el siguiente enunciado: la pérdida de glaciares involucra la pérdida de identidades.

Para dar algunos ejemplos de la relación entre identidad y glaciares se pueden nombrar el escudo nacional de Armenia, el cerro Ararat, cerro que fue parte de su identidad



**Ilustración 1. ejemplo del glaciar como imagen de la identidad nacional en Armenia**

nacional.

En USA, Seattle se ubica un glaciar el cual representa la ciudad, por lo tanto, da identidad colectiva a los ciudadanos de esta ciudad estadounidense.

Los glaciares se pueden exponer como seres vivos con conciencia propia. De esta forma diversas culturas muestran su respeto al glaciar como ser vivo, hay una relación más allá de lo práctico entre los glaciares y las personas.

A esto se debe agregar que hay complementariedad entre conocimientos científicos y tradicionales. Si bien no hay mucha comunicación entre ambos campos de conocimiento y esta situación debería cambiar. El arte, las agendas de

interés internacionales y otras iniciativas globales muestran cómo los glaciares necesitan de acciones concretas y nuevas formas de criopolítica.

### Preguntas

*¿Qué sugerencias daría para combinar conocimientos científicos y ancestrales?*

Podemos tomar como ejemplo el tema de la biodiversidad y cómo en esta área se ha logrado reconocer e intercambiar conocimientos entre campesinos y biólogos. Ambos grupos pueden aprender el uno del otro. Por ello es importante que se den con mayor frecuencia encuentros entre comunidades campesinas y representantes científicos, así como ONGs que



Ilustración 2. Ejemplo el glaciar como identidad de la ciudad de Seattle



Fotos 1y 2. Peregrinaciones a Qoyllurrit'i en Cusco y Jomolhari en Bután

favorezcan estos encuentros.

*¿Qué estrategias podrían funcionar para que de una vez la humanidad y sus líderes tomen conciencia de que ahora es el momento de actuar para evitar que los glaciares se sigan deteriorando?*

Es útil reflexionar sobre las islas del Ártico y la lucha

política que se llevó a cabo allí. Se hizo campañas para dar a conocer su posición en la comunidad internacional. En este caso se expuso la sensibilidad de la naturaleza y los daños de la zona ártica ocasionados por pruebas nucleares y los impactos negativos que tuvieron sobre su biodiversidad, por ejemplo, la muerte de ganado, solo por poner un ejemplo, ya que hubo otros tipos de daños. Este caso comentado podría ser tomado como ejemplo.





# **RESUMEN DE CONFERENCIAS**



# EJE TEMÁTICO: RIESGOS GLACIARES ASOCIADOS A ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

## EL TERREMOTO DEL 2015 EN LOS HIMALAYAS: RIESGOS GEOLÓGICOS Y PREGUNTAS ACERCA DE LAS VULNERABILIDADES SÍSMICAS

*Conferencia magistral de Jeffrey Kargel. Universidad Estatal de Ohio*

El 25 de abril de 2015 se produjo el terremoto de Gorka cuyo epicentro fue al noroeste de la capital Katmandú, en el distrito de Lamjung (Nepal), teniendo un origen a 20 kilómetros de profundidad terrestre. El citado terremoto tuvo una magnitud de 7.8 y una réplica en mayo de 7.3 y cientos de réplicas menores de magnitud 4. La profundidad del epicentro fue de 12 km muy cerca de una falla geológica ciega, es decir sin traza en la superficie. Aproximadamente murieron 9000 personas, de las cuales el 97% fue en Nepal y el resto en India, China y Bangladesh.

El equipo de investigación detectó 4300 deslizamientos de tierra que también generaron avalanchas de roca y hielo, bloqueando en muchos casos algunos ríos, los cuales luego rompieron los diques temporales originando inundaciones aguas abajo. El fenómeno de deslizamiento de tierras catastrófico se produjo en la localidad de Langtang donde una avalancha de roca y hielo encontró las condiciones para deslizarse en caída libre enterrando la localidad en su integridad, considerándose que la energía del flujo fue semejante a la bomba atómica de Hiroshima. Mostró fotos de Langtang antes del evento (2012) y unas semanas después de la catástrofe (2015). La población no fue enterrada sino transportada en su totalidad aguas abajo. Los resultados del trabajo de investigación fueron publicados en la revista Science en enero del 2016, uno de los objetivos principales fue el de preparar un mapa de susceptibilidad de los deslizamientos por efectos del terremoto.

Se observó que la cantidad de deslizamientos fue menor que las esperadas, de igual manera, ninguna laguna de origen glaciar se desbordó por efecto del terremoto. En tres lagunas se encontraron grietas de menor magnitud y superficiales.

El Perú y Nepal tienen las mismas condiciones geográficas en cuanto a montañas, glaciares y lagunas y las lecciones de Nepal deben ser compartidas con Perú también. Se considera que el daño que produjo el terremoto de Nepal fue menor de lo esperado debido a la presencia de la falla ciega, que las ondas de alta frecuencia del sismo quedaron atenuadas en el subsuelo y las ondas de baja frecuencia no ocasionaron resonancia en los edificios y otras estructuras en las montañas. La profundidad del epicentro filtró la sacudida de alta frecuencia. A pesar de la magnitud del terremoto y de la réplica no hubo mayores daños en lagunas como Tsho Rolpa, Imja y Thulaghi. El hecho que no se produjeran desbordes de lagunas fue debido a menor cantidad de deslizamientos de tierras que los esperados, pocos detonantes potenciales, la topografía absorbió las ondas sísmicas y hubo una atenuación de las ondas sísmicas en los valles glaciares donde se encuentran las lagunas.

Para determinar los peligros geológicos se debe analizar los detalles de los terremotos, la geometría de los taludes de las montañas y ubicación de las lagunas con respecto al hipocentro y epicentro de los sismos. Se efectuaron batimetrías en muchas lagunas y al mismo tiempo geofísica, por ejemplo, la batimetría de la laguna Imja, se viene ejecutando obras en esa laguna para bajar el nivel de las aguas en tres metros.

### **Preguntas**

*¿Qué deberíamos hacer en el Perú con estos geopeligros producidos por los terremotos?*

Debería verse las características particulares de los componentes de los materiales de las áreas más vulnerables. Para ello es importante la realización de

estudios geotécnicos y geográficos de las áreas vulnerables que estarían involucradas, ello haciendo uso de la tecnología y demás herramientas. También es importante estudiar a la población involucrada que está en peligro. Se puede hacer transferencia de conocimiento entre Nepal y Perú, hay tanto similitudes culturales como geológicas.

*¿Sería útil hacer un inventario de posibles amenazas en las cordilleras peruanas? De ser así ¿Quién debería hacer ese inventario?*

Sí, uno de volcanes, amenazas de glaciares, entre otros. Esta sería una buena idea. La podría hacer gente como la

que está presente en el Foro. Y ya lo están haciendo bien con los lagos glaciares.

*¿Por qué la similitud entre Perú y Nepal en cuanto a estos peligros? Comenta que quizá en Nepal no hubo aluviones porque no hubo licuefacción.*

Se puede aprender de quien hizo la pregunta. Podría ser el caso de que tanto los lagos glaciales en Nepal y Perú presentan similitudes en tanto los procesos internos que se dan en las lagunas, la licuefacción líquida se den de manera muy similar en ambos países.

## CAMBIOS GLOBALES EN LOS ECOSISTEMAS ANDINOS: RIESGOS E INTERVENCIÓN HUMANA

*Conferencia magistral de Kenneth R. Young. University of Texas.<sup>3</sup>*

Perú país que contiene la mayor cantidad glaciares y Andes tropicales, la conectividad biogeográfica afectada por los Andes. El cambio climático intensifica el retiro de los glaciares y genera espacios ecológicos nuevos, cambios en funciones ecológicas e implica también cambios en servicios ecosistémicos, incluyendo los recursos hídricos.

Los Andes tropicales representan una de las zonas más importantes en el mundo, porque alberga la mayor diversidad de especies y ecosistemas, una de las razones es su compleja topografía. Siendo el Perú un país que contiene la mayor cantidad de glaciares y Andes tropicales, por su importancia demanda iniciativas de estudios científicos e investigaciones que relacionen los cambios globales y sus efectos en los ecosistemas andinos y sobre todo la flora nativa.

Existen sitios antes cubiertos por hielo que están disponibles para la colonización de plantas, resultando en procesos de sucesión primaria. Por los procesos dinámicos y la alta vulnerabilidad las especies se mueven, los ecotonos cambian, se alteran, modifican los usos de suelos.

En relación con los aspectos biofísicos, socioeconómicos y de contexto para la biodiversidad, los Andes dan origen a diferentes tipos de ecosistemas y una alta biodiversidad beta (diferencia de la biodiversidad de un sitio a otro sitio). Además, es importante tener en cuenta las dinámicas que se producen en los Andes, y las diferentes manifestaciones de los cambios que se dan en los diferentes espacios. Considerando que vivimos tiempos de cambio climático y por las tendencias sugeridas en los informes del IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático) se estima que en

los próximos 30 y 100 años vamos a tener cambios en los controles biofísicos, e incremento de la temperatura que generara cambios en el equilibrio de los ecosistemas.

Asimismo, el retiro de los glaciares ha generado cambios dramáticos porque aparecen nuevos espacios, abriendo paso a la aparición de nuevas especies de flora y fauna para colonizar estos espacios. Es así, que se puede encontrar nuevas especies, con posibilidad de generar cambios en los ecosistemas en sus funciones, que implica cambios en los servicios hidrológicos. Esto plantea la necesidad de tener nuevos sistemas de monitoreo, que permitan observar procesos complejos que se vienen dando y buscar el momento para poder estimar las futuras consecuencias de estos cambios.

La figura 1 muestra la pérdida de glaciares en el Parque Nacional Huascarán, mediante imágenes de satélite Landsat del periodo 1987-1999 comparado con el periodo 1999-2010. Esta pérdida de glaciares genera mayor exposición de los sustratos de roca o suelo que ofrece un espacio ecológico nuevo y propicio a ser colonizado por especies y nueva vegetación; es así, que las imágenes reflejan las áreas verdes que representan plantas creciendo en sitios que antes eran cubiertos por glaciares, además de mostrar una tendencia en el incremento de la vegetación en laderas al norte y este del Parque Nacional que muestran los procesos de sucesión primaria que se vienen dando. Se evidencian también cambios no directamente relacionados con la reducción de área glacial tal como el aumento de matorrales y especies leñosas en sitios de puna.

Se tiene evidencias de cambios no sólo en la pérdida de glaciares en área y volumen, sino también en humedales y agua. Los cambios afectan al 25% del Parque Nacional

<sup>3</sup>Sistematizada por Luzidnya Cerrón.

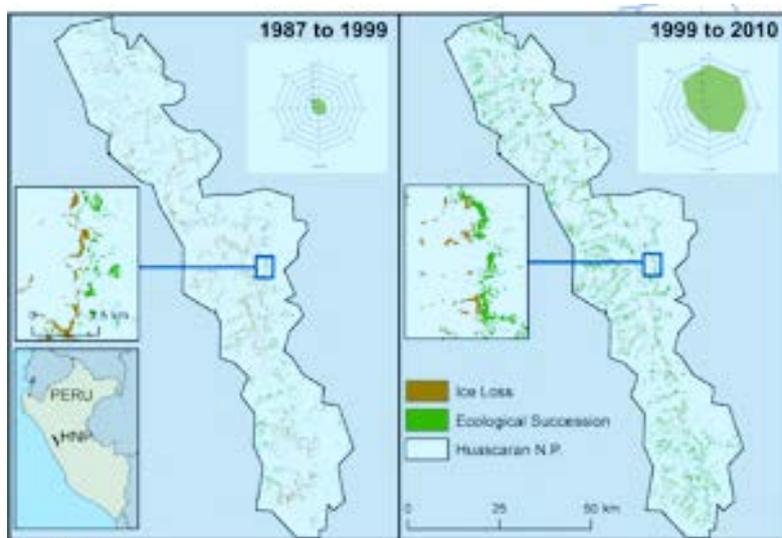


Figura 1. Pérdida de glaciares y la sucesión primaria de ecosistemas en el Parque Nacional Huascarán

Huascarán relacionados con el cambio de la cobertura de plantas leñosas por rocas, pasto y matorrales con implicancias en los servicios hidrológicos (figura 2).

Fuera del Parque Nacional Huascarán se observa el cambio de la vegetación nativa por plantaciones de pino y eucalipto debido en gran medida a los cambios en la economía de la zona en relación con la actividad minera con impactos negativos sobre los servicios ecosistémicos hidrológicos en la cuenca. El cambio de bosques nativos de montañas por áreas de pastoreo, cambia el comportamiento hidrológico produciendo una mayor erosión de suelos y disminución del servicio hidrológico en los ecosistemas. Estas son hipótesis de trabajo, no son necesariamente reglas, es necesario explorar las diferencias que hay de sitio en sitio analizando, además, cómo se pueden intensificar

estos cambios en relación al cambio climático, al cambio en el uso de los suelos y como se relacionan con los cambios en la cobertura vegetal y la relación con los cambios en los servicios ecosistémicos. Se piensa también que es posible que el área de humedales se incremente para pasar luego a una reducción en relación con el pico hidrológico que se alcanzaría en las cuencas, actualmente ya se tiene evidencia de pérdida de humedales en Quillcayhuanca a medida que van desapareciendo los glaciares. Son muy importantes las investigaciones que permiten conectar la pérdida del área glacial con los cambios en los sistemas ecológicos y ecosistemas, tales como el estudio de los procesos de colonización.

Los sistemas ecológicos se deben investigar considerando los cambios globales (cambios en la temperatura, cambios en el dióxido de carbono, cambios en la precipitación, etc.),



Figura 2. Servicios hídricos en la cuenca del río Santa

cambios ecosistémicos y los cambios en los sistemas sociales en relación al uso de los recursos naturales y los servicios ecosistémicos. En tal sentido, es importante estudiar, valorar y conocer estas conexiones, por ello se sugiere formen grupos de investigación interdisciplinaria que busquen financiamiento para este tipo de investigaciones.

Es así, que el Grupo TARN (Red de Investigación Transdisciplinaria Andina) ha estudiado los glaciares de la Cordillera Blanca (cuenca río Santa), y su conexión con la costa. Esto resulta interesante considerando que el Perú ha decidido implementar un modelo de desarrollo en el cual ha cambiado los desiertos por un sistema de agroexportación. Hay dos subsidios de la naturaleza para este modelo, uno es el sacrificio de los ecosistemas de costa para la producción, y el otro es el agua de la sierra que proviene de los glaciares y lluvias de los que depende la economía de dos grandes Proyectos como Chavimochic y Chincas.

Finalmente, estamos frente a cambios en la dinámica de los ecosistemas andinos donde las especies tienden a moverse de un sitio a otro buscando condiciones apropiadas de temperatura y humedad, las que no puedan moverse y adaptarse van a desaparecer; quiere decir que los ecotonos

y ecosistemas también van a cambiar en su ubicación y funcionamiento, esto implica que el ser humano va a cambiar el uso y cobertura del suelo, hecho que daría lugar a conflictos sobre el uso de los recursos naturales.

Los programas que usan restauración ecológica van a tener que pensar no solamente en recuperar los ecosistemas del pasado, sino en predecir el futuro y plantear una restauración apropiada a futuro, mediante un manejo adaptativo cambiando y pensando en la historia del área y la naturaleza de las especies que forman parte de los ecosistemas, con un enfoque de cuencas y pensando en los efectos en el espacio urbano.

Es necesario adaptarnos a los cambios pensando en optimizar el uso del agua en las ciudades, en las minas, y en la agricultura. Podemos usar mejor las Áreas Naturales Protegidas (ANP) dando la importancia al Parque Nacional Huascarán en cuanto a los recursos ecosistémicos que proveen a toda la cuenca del Santa, pero no solo a la ANP sino a todas las tierras comunales que tienen sistemas de gobernanza que puedan ir adaptándose a los retos del futuro.

## RIESGOS CATASTRÓFICOS EN LOS GLACIARES

*Conferencia de Stephens G. Evans. University of Waterloo-Canadá*

El riesgo se refiere a la pérdida de vidas, dinero o daños ambientales. Un primer enfoque del riesgo es considerándolo como una función del peligro o amenaza multiplicado por los elementos expuestos y al mismo tiempo interviene un factor de vulnerabilidad que él la llamó resistencia. El peligro tiene dos componentes, la magnitud y la frecuencia y que en ambientes montañosos la magnitud y la frecuencia están sujetas a variaciones de plazo corto debido al cambio ambiental y agravado por los efectos sísmicos.

Un segundo enfoque es el histórico, referido al riesgo catastrófico orientado a construir la estructura de un espacio de riesgo a partir de datos históricos. Esto puede integrar todos los aspectos del ambiente de riesgo (peligro, cambio ambiental, exposición y resistencia). Para esto se aplica una gráfica que combina fatalidades y frecuencia de fatalidades. En los ambientes montañosos con glaciares el riesgo catastrófico es necesario abordar el concepto de riesgo aceptable, esto implica la mitigación y el manejo del riesgo. Considerando los factores de riesgo (peligro, vulnerabilidad, frecuencia, etc.), urge mitigar o manejar los elementos expuestos y aumentar su resistencia, hecho que implica monitoreo, sistemas de alerta y protección de estructuras.

Un tercero se refiere a que el riesgo aceptable es una decisión de técnica especializada previa consulta a la

sociedad civil y a los gobiernos nacionales o locales.

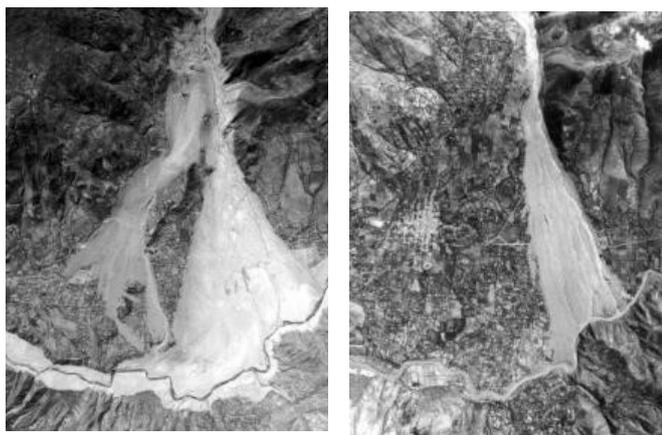
Una vez que tenemos cuantificado el riesgo, su mitigación o manejo se puede efectivizar reduciendo la amenaza o peligro tal como se ha hecho reduciendo el volumen de las lagunas, estabilizando los taludes o también reduciendo la vulnerabilidad, los elementos expuestos; en fin, existen varias posibilidades de mitigar el riesgo, tanto reduciendo la magnitud como la frecuencia del peligro. Aplicar esta concepción a un ambiente montañoso de glaciares es una tarea difícil. La mayor amenaza que ha sido detectada son las avalanchas de roca que han venido ocurriendo con mayor frecuencia los últimos años y han ocurrido en Norteamérica en la Columbia británica, así como en otras partes del mundo. Es posible relacionar la magnitud y frecuencia de avalanchas de roca en glaciares, tema que se ha investigado en Norteamérica. También la desaparición de los glaciares está originando desestabilización de los taludes rocosos. Estos procesos pueden ser medidos con métodos de ingeniería.

Dos de los mayores eventos catastróficos en ambientes de montaña ocurridos a nivel mundial sucedieron en el nevado Huascarán en 1962 y 1970. Estos eventos involucraron cuatro aspectos: la capa glaciar de la cumbre, la pendiente rocosa, el glaciar bajo el talud rocoso y la

morrena subyacente. El evento de 1970 fue mucho mayor que el de 1962 de tal manera que no solamente destruyó nuevamente Ranrahirca sino también Yungay, quedando ambas poblaciones enterradas con miles de muertos. Es conveniente indicar que estos fenómenos son complejos, por lo que resulta importante determinar el proceso que hace que la mezcla de hielo, nieve, roca y morrena se convierta en una masa muy fluida. Existe una publicación denominada reexamen del mecanismo e impacto humano del flujo catastrófico de masas del nevado Huascarán publicada en el año 2009, este estudio y la información adicional obtenida puede permitirnos predecir futuros eventos en el nevado Huascarán en los próximos cientos o miles de años. La

cambio global, también hay un cambio en las condiciones de desborde de las lagunas, condicionando el inicio de proceso como la formación de lagunas y la potencial ocurrencia de fenómenos aluviónicos en lagunas con diques morrénicos. Cuando no hay laguna, naturalmente el riesgo y la amenaza son cero, pero a medida que los glaciares se retiran la amenaza aumenta. El momento crítico es cuando los glaciares se sitúan en pendientes muy fuertes y hay la posibilidad de avalanchas y luego producir un desborde.

Un caso relevante es el de la laguna Palcacocha que se desbordó en 1941 con la pérdida de miles de vida y destrucción de la ciudad de Huaraz, después del aluvión la ciudad creció mucho existiendo actualmente gran cantidad de elementos expuestos, hecho que ha incrementado notoriamente el riesgo. Se tiene evidencias que entre 1935 y 1970 se produjo una gran transferencia de masa (volumen) de hielo, agua, roca y suelo en la Cordillera Blanca, observándose que a partir de 1970 se produjo una reducción y estabilización en la masa transferida. Es posible los impactos del cambio climático se hayan producido con mayor fuerza entre 1935 y 1970, pues en este período se observó una gran pérdida de masa glacial. Por otro lado, actualmente, se tiene un incremento de lagunas y masas glaciares inestables a mayores altitudes, hecho que puede producir un incremento en la incidencia de fenómenos de movimientos de masa.



Fotos 1 y 2. Eventos del nevado Huascarán en los años 1970 y 1962

Fuente: Revista Island Geoscience, 6 (4). Vancouver, Canadá

técnica empleada es aplicable en seguridad industrial y se refiere a combinar riesgo, fatalidades y frecuencia que es una forma de analizar el riesgo. El riesgo aceptable es el riesgo bajo y el riesgo no aceptable es el riesgo alto.

A medida que los glaciares sufren modificaciones con el

Quedan algunas preguntas de investigación sobre el tema tratado: ¿cuáles son las características de la frecuencia y magnitud de los flujos de masa en medios glaciares desde 1935?, ¿cuál es la influencia del calentamiento atmosférico y la pérdida de glaciares en la frecuencia y magnitud de los eventos catastróficos?, ¿cuál es el rol de la degradación del permafrost en las montañas y su relación con la señal climática y el efecto sísmico?

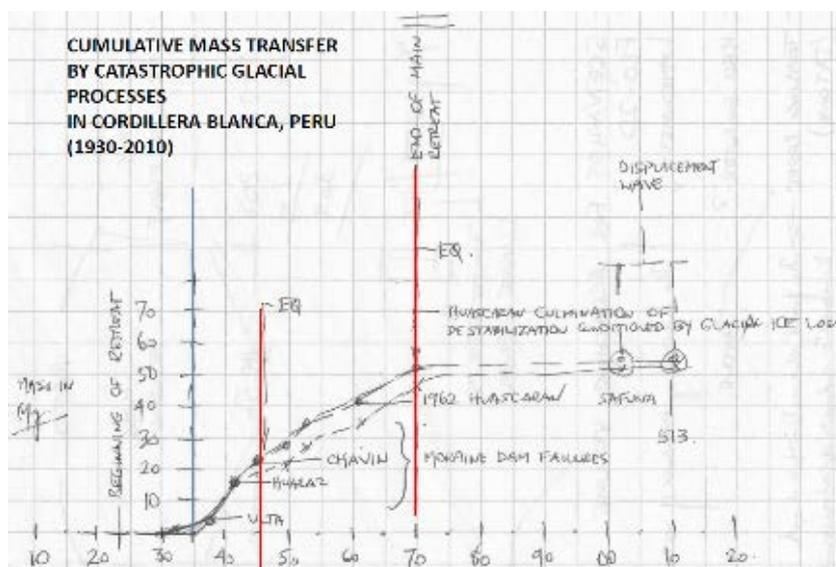


Gráfico 1. Transferencia de masa por procesos catastróficos glaciares

Fuente: Sthepens G. Evans

## IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA CORDILLERA BLANCA

Conferencia del Dr. Walter Silverio, Ginebra, Suiza

Se ha observado un incremento de la temperatura en los Andes Tropicales desde 1939, entre 0.1-0.11°C/decenio, en los últimos 25 años del siglo XX esos valores se han triplicado, llegando a 0.32-0.34°C/decenio (Vuille y Bradley, 2000; Vuille et al, 2003). En la Cordillera Blanca, dos estudios indican el incremento de la temperatura. Según Mark y Seltzet (2005), la temperatura media se incrementa de 0.26°C/decenio. Racoviteanu et al, 2008, señalan un incremento de temperatura de 0.092°C/año a 3000 m de altitud (figura 1). El reanálisis de temperatura de NCEP (1948-2000) de un punto localizado sobre la Cordillera Blanca (9° S / 77° 30' W; 500 mb @ 6000 m de altitud) indica un incremento de 0.5°C (Pouyauud et al, 2005). Las previsiones no son optimistas, para el 2050, habrá un incremento entre 1-3°C (Hulme y Sheard, 1999).

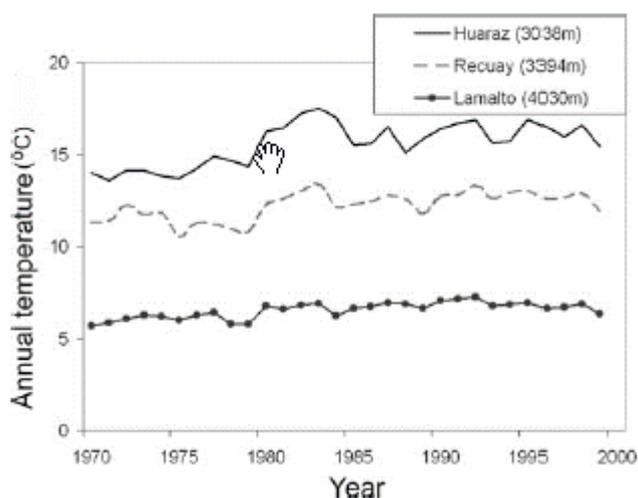


Figura 1. Incremento de temperatura en la Cordillera Blanca

Fuente: Racoviteanu et al., 2008

En la Cordillera Blanca, el impacto del cambio climático se manifiesta con la disminución de la cobertura glaciar. En 29 años, esta cordillera ha perdido cerca de 30% de su cobertura glaciar, con un retroceso promedio de casi 6 km<sup>2</sup>/año. Es así que, en 1987, el macizo contaba con una superficie de 618 km<sup>2</sup> (con error estimado a 10%); en 1996, 568 km<sup>2</sup> ( 11%); 2002, 599 km<sup>2</sup> ( 9%). Como para los siguientes años de observación los resultados están en revisión, se estima que para 2010, la cobertura glaciar era entre 474-500 km<sup>2</sup>; para 2014, < 500 km<sup>2</sup>, para 2016 < 460 km<sup>2</sup>.

Según los períodos de observación, entre 1987 y 1996, el macizo ha perdido - 50 km<sup>2</sup> de cobertura glaciar, con un retroceso promedio de 5.5 km<sup>2</sup>/año; mientras que entre 1996 y 2002, el macizo ha ganado cobertura glaciar de +

31 km<sup>2</sup>, con un promedio de ganancia de 5.1 km<sup>2</sup>/año. Esto indica que el macizo ha vivido una fluctuación en su cobertura glaciar y esto se debe al ENSO (El Niño Southern Oscillation), sucesión del Niño y la Niña.

Los efectos del Niño son a nivel de temperatura, el nivel de lluvia/nieve (0°C) sube entre 100 y 300 m en altitud y la precipitación disminuye, dando como consecuencia el balance de masa negativa. Con La Niña ocurre lo contrario, la temperatura disminuye y las precipitaciones se incrementan, lo que tiene un efecto positivo para el glaciar. Durante el transcurso de las últimas décadas, hubo varios eventos extremos, conocidos como "Super Niño" que han afectado no solo la Cordillera Blanca, sino los Andes en general. Y, con el cambio climático, ¡los Niños se están volviendo muy "malcriados"! El último "Super Niño" (2015-2016) ha sido devastador por la Cordillera Blanca.

A nivel de retroceso glaciar, se muestra la evolución del glaciar Pastoruri entre 1987 y 2014 (figura 2).

Como consecuencia del retroceso glaciar, en algunos casos, las lagunas se desarrollan y, en otros, disminuyen de volumen o desaparecen. En el primer caso se menciona la evolución de la Laguna Safuna Alta (figura 3); en el segundo, la disminución de volumen de la Laguna 69 (figura 4, izquierda) y, por último, la desaparición de una laguna al pie del glaciar Pisco (figura 4, derecha). El desarrollo de

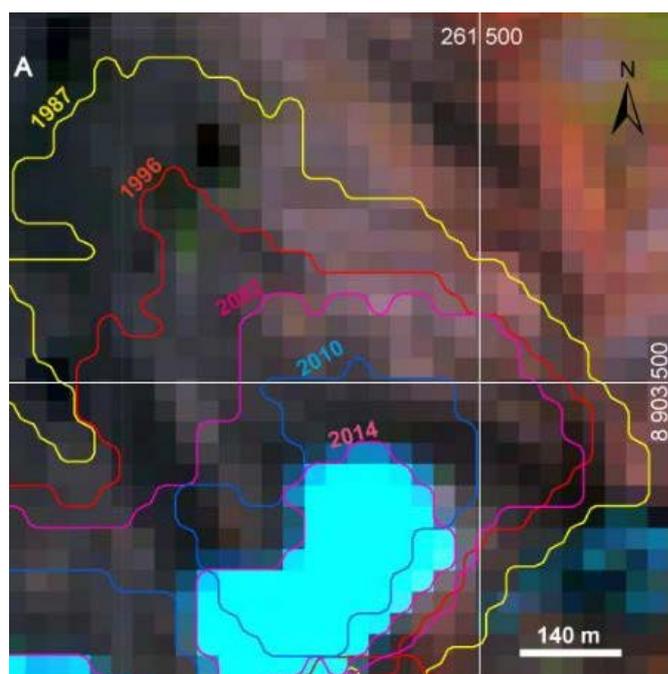
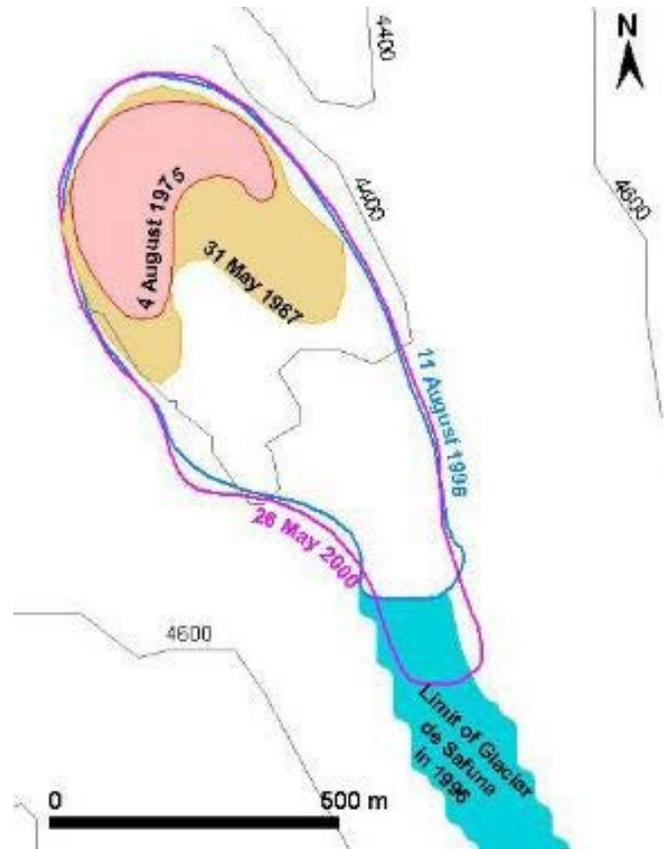


Figura 2. Evolución de Pastoruri entre 1987 y 2014.

Fuente: Silverio y Jaquet, 2016

lagunas, conjugado con los elementos reinantes en la región (topografía accidentada, morrenas inestables, elementos climáticos, sismos...) representan un peligro constante para la población regional. En el pasado, la Cordillera Blanca ha sido el teatro de desbordes de lagunas (más conocidos como aluviones). El desborde en la quebrada Artizón, adyacente a la quebrada Santa Cruz, ocurrido en 1997, es citado como ejemplo del peligro que representan las lagunas.

El impacto del cambio climático en la Cordillera Blanca es el retroceso glaciar, fenómeno que implica la disminución de las reservas hídricas y el desarrollo de lagunas. Este último fenómeno implica un peligro latente para la población regional. Disminución de la reserva hídrica y aumento en la demanda del agua, son sinónimos de conflictos sociales en la región. La Cordillera Blanca, con sus glaciares y lagunas, es a la vez, una reserva hídrica y un peligro para la población.



**Figura 3. Evolución de la laguna Safuna Alta entre 1975 y 2000**  
 Fuente: Silverio y Jaquet, 2003



**Figura 4. Disminución de volumen de la laguna 69 (izquierda), desaparición de una laguna (derecha)**  
 Fuente: Silverio, 2007

## CARACTERIZACIÓN DE LA HUELLA DACTILAR QUÍMICA DE LOS AEROSOLES ATMOSFÉRICOS PRESENTES EN LA NIEVE DE LA CORDILLERA DE LOS ANDES CHILENA

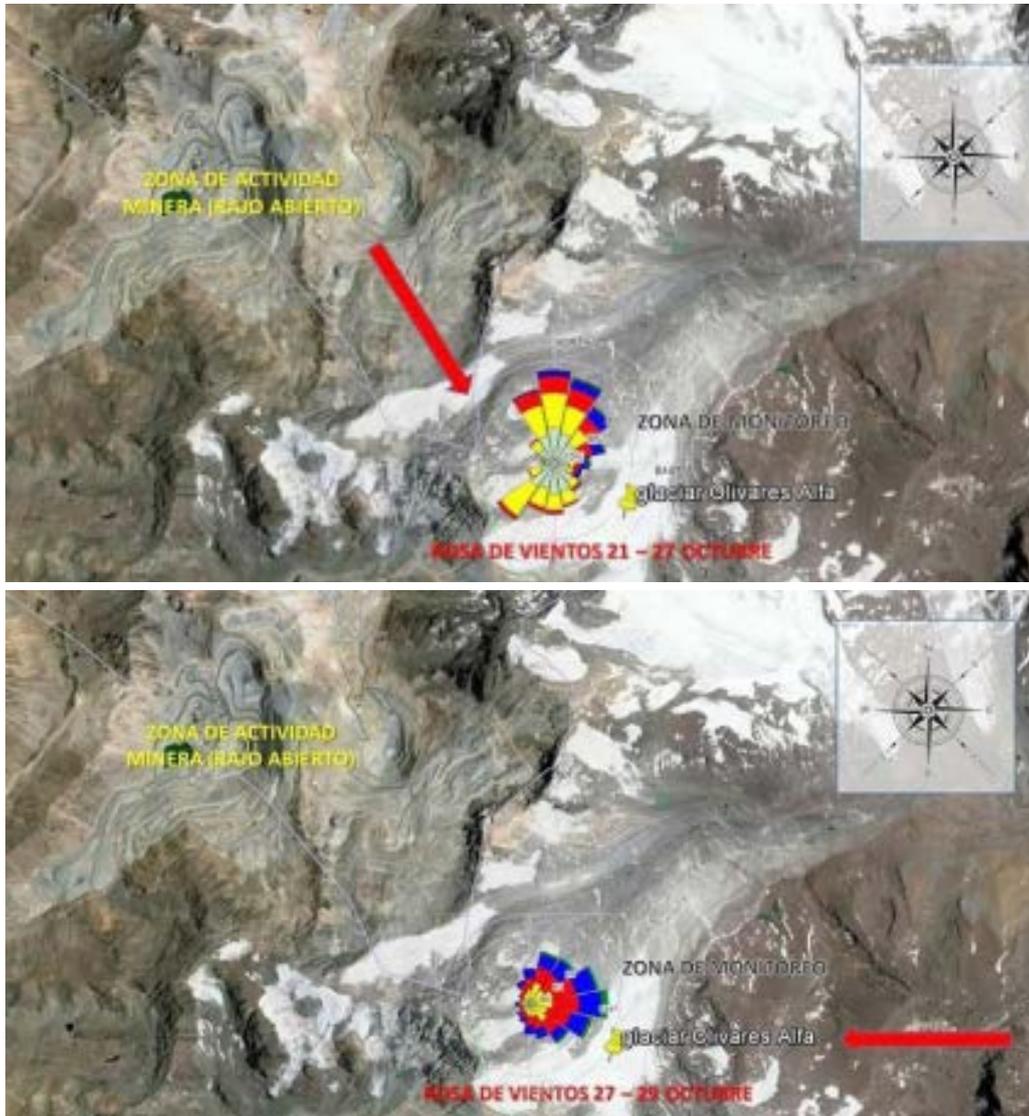
*Conferencia de Francisco Cereceda-Balic. Universidad Técnica Federico Santa María*

Se muestran los resultados del monitoreo glacioquímico que se realiza desde el año 2003 hasta el año 2015. El monitoreo comprende campañas en la región metropolitana cerca de Santiago de Chile, los glaciares El Colorado, Bello, Echaurren, Olivares, volcán Tupungatito, volcán Mocho Choshuenco, nevado Chillán, Bio Bio, glaciar Torres del Paine, campos de hielo sur en Patagonia, y los glaciares La Paloma, Plataforma Larsen C y Laclaver en Antártica. Se empleó equipo de monitoreo en terreno y en tiempo real entre los que destacan: espectrómetros láser de aerosoles (PM10, PM2.5 y PM1), distribución de partículas, muestreador de nanopartículas, muestreado de aerosoles de alto volumen (PM 2.5) con los que se monitorea carbón negro; etatómetro portátil y estaciones meteorológicas portátiles que registran parámetros como temperatura, humedad relativa, precipitación, dirección, velocidad de viento y albedo. Se toman muestreos de nieve superficial, nieve profunda en calicatas, nieve fresca y muestreo de material particulado sedimentable utilizando colectores pasivos de deposición total (CPD). En las muestras se analiza compuestos orgánicos, iones, elementos, pH, conductividad, y variables físicas como densidad de nieve. Cuentan también para el monitoreo con sistemas de energía y de soporte de vida diseñados para ambientes extremos en los que se combinan generadores de energía solar y eólica.

Se muestran algunos resultados del monitoreo en los glaciares Bello y Olivares Alfa, el primero se emplea como referencia y el segundo como área contaminada debido a su cercanía a una zona minera, se ha observado que el albedo del glaciar Bello se ajusta al rango típico de la nieve fresca (entre 0.8 y 0.9) mientras que el albedo del glaciar Olivares Alfa es menor de 0.6 efecto del material particulado, producto de la actividad minera. La zona de estudio se ubica a 4500 msnm en la zona metropolitana de Santiago de Chile. El material particulado PM10, PM2.5, PM1 como el carbón negro muestra un incremento de la concentración al medio día, cuando se despeja la capa de inversión térmica, permitiendo una mayor dispersión de las partículas, las que se depositan sobre el glaciar. Cuando cambia la dirección del viento se observó la desaparición de ciclo diario bajando notoriamente las concentraciones de material particulado y

carbón negro en la zona glacial, por lo que se deduce que la actividad minera es una fuente directa de emisión. Se efectuaron comparaciones estadísticas entre las muestras, tomándose paralelamente muestras en Santiago de Chile, sin embargo, no se pudo demostrar que hubiera un transporte de contaminantes de esta ciudad. Se encontró que hay diferencias notorias entre los tipos de material particulado en los glaciares siendo el glaciar Olivares Alfa el que presenta mayores concentraciones. En cuanto al carbón negro se efectuó un análisis comparativo observándose que el glaciar Bello presenta concentraciones por debajo de los valores registrados en el glaciar McMurdo (Antártica) mientras que el glaciar Olivares Alfa muestra concentraciones mayores a las del glaciar Sonnblick en los Alpes austríacos, sin embargo, en base al análisis de los valores máximos de concentración, se observa que el transporte de contaminantes puede incluso llegar al glaciar Bello.

Se ha empleado diversas herramientas de interpretación de resultados del monitoreo de la contaminación atmosférica cómo métodos estadísticos, factores de enriquecimiento, análisis de sulfatos marinos/no marinos y análisis de retrotrayectorias. Se efectuaron análisis químicos de aniones y cationes en muestra de calicatas encontrando evidencias de contaminación antrópica (altas concentraciones de sulfatos) y contaminación natural (altas concentraciones de Calcio). Desde un punto de vista geológico (compara iones existentes en la naturaleza vía factor de enriquecimiento) se puede observar que en los glaciares cercanos a la región metropolitana son los más impactados: Cerro Colorado y Echaurren, presentando altos valores de iones sulfato relacionados a la industria metalúrgica. Se observa también altos niveles de ion Potasio en Cerro Colorado y Chillán relacionado con la quema de leña. Se tiene en todos los casos anteriores una alta concentración de iones calcio que producen una cierta basicidad en el pH de la nieve. En relación a la concentración de elementos, se puede observar que Cerro Colorado, cercano al área metropolitana, muestra concentraciones muy altas de As, Cu, Pb, Cd, en relación con el glaciar Chillán (referencia) y en relación a otros glaciares a nivel mundial.



**Figuras 1 y 2.**  
 Zona de estudio glaciar Olivares Alfa 4500 msnm, región Metropolitana de Santiago de Chile

## PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA CORDILLERA BLANCA (ANCASH)

*Conferencia de Ronald Fernando Concha Niño de Guzmán. INGEMMET*

La Cordillera Blanca presenta la mayor concentración de glaciares del Perú. Se menciona que los glaciares abastecen de agua a las poblaciones aguas debajo de las subcuencas glaciares, el agua de deshielo alimenta a poblaciones mayores de cien mil habitantes como Huaraz. Expone sobre el tipo de rocas que se encuentran dentro de la Cordillera Blanca, entre ellas Rocas intrusivas, rocas como la granodiorítica que forma parte del batolito de la Cordillera. Se hace mención a eventos aluviónicos del pasado como ejemplo de prevención, entendiendo que el aluvión de Huaraz y Yungay son los más resaltantes.

El expositor habla sobre fenómenos que generan amenazas y son un peligro para las poblaciones en distintas zonas de la Cordillera Blanca. Hace mención a las remociones en masa que presentan fenómenos de impactos y peligros



**Figura 1.** Antigua ciudad de Yungay arrasada por el aluvión de 1970

asociados a estos procesos, se mencionan trabajos de modelamiento de procesos aluviónicos de algunas lagunas en algunas quebradas, que han realizado como instituto. Se pone de ejemplos de modelamiento como: Parón, Carhuaz, entre otras, hace mención a escenarios catastróficos en diferentes escenarios. Se argumenta que las simulaciones de flujos de detritos en el sector Carhuaz no afectarían a la población de la ciudad de Carhuaz dado que, según sus resultados, el flujo no llegaría a ella.

Finalmente muestra las conclusiones, dando énfasis a que la Cordillera Blanca cuenta con mayor presencia de procesos geodinámicas externas. Muestra los resultados de Neotectónica y los peligros sísmicos en la Región Cusco, mencionando que el 2017 se inician los estudios de Neotectónica en la ciudad de Huaraz.

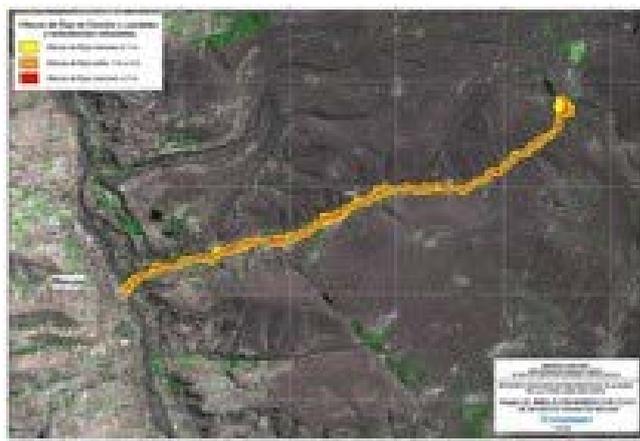


Figura 2. Modelamiento de un flujo de detritos

## INVENTARIO SISTEMATIZADO DE POSIBLES LAGUNAS FUTURAS EN LOS ANDES DEL PERÚ

Conferencia de Daniel Colonia Ortiz. INAIGEM

La investigación involucra la participación de dos instituciones peruanas UGRH- ANA e INAIGEM con colaboración de la Universidad Zurich (UZH).

- La investigación se centra en el entendimiento de la dinámica de los glaciares y lagunas y sus relaciones en un contexto de: clima, recurso hídrico, riesgos asociados y los servicios ambientales que proporcionan en las cuencas (Figura 1). Esto es debido al acelerado retroceso glaciar y el calentamiento global (cambio climático). Se resalta que en los últimos 40 años la pérdida de área glaciar en los Andes del Perú supera el 40% a nivel nacional según el último inventario de

glaciares entre 1970 y 2003-2010. Por lo tanto, inventariar las posibles lagunas futuras es importante para conocer las futuras reservas hídricas, las cuales representan una fuente de agua dulce y realizar medidas de prevención ante posibles desbordamientos de lagunas en zonas de alta montaña.

Además, la formación de lagunas de origen glaciar requiere una atención especial desde el punto de vista de gestión de riesgos, porque varias lagunas se forman cerca de glaciares colgantes y paredes de roca que se desestabilizan por el calentamiento de la atmósfera y el retroceso glaciar. Esto permite tomar acciones prospectivas para reducir los riesgos en zonas de alta montaña entre las cuales se destacan: Identificar las potenciales lagunas futuras, modelar la cadena de proceso ante un desbordamiento de laguna, uso de recursos y experiencia de ingeniería en relación a seguridad de lagunas glaciares y realizar posibles sinergias entre el abastecimiento de agua, turismo y generación de energía eléctrica.

Para identificar las posibles lagunas futuras se aplica la metodología (Figura 2) que consiste en 3 etapas, basada en una interpretación y análisis SIG y observaciones en campo.



Figura 1. Contexto y su relación

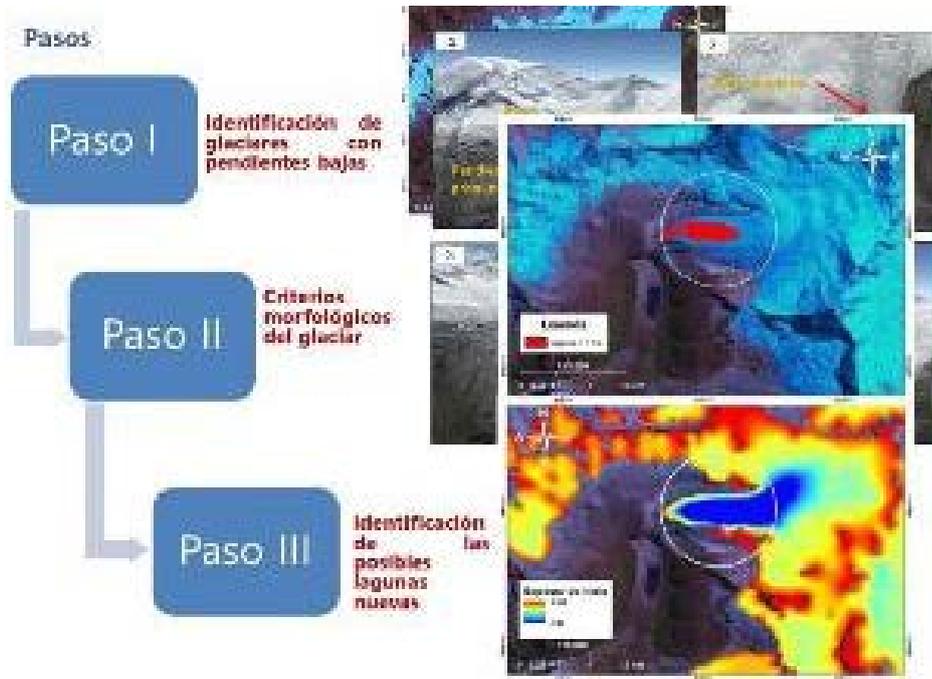


Figura 2. Metodología

- Identificación de zonas con pendientes <math>< 10^\circ</math>.
- Análisis con los criterios morfológicos (cambio de pendiente, zona sin grietas seguida de una zona con grietas y estrechamiento de la lengua glaciar) en base a imágenes de satélite (alta resolución) del Google Earth.
- Aplicación del Glatop, que consiste en modelar la topografía del lecho glaciar, identificando las depresiones donde se formarán las lagunas.

Las etapas se integran para determinar la formación de la laguna futura, complementada con datos observados en campo.

Los resultados muestran que probablemente existirán 201 posibles lagunas futuras (>10000 m<sup>2</sup>) con un área total ~13 km<sup>2</sup> y volumen total ~260 x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>, distribuidas en 11 cordilleras nevadas (Figura 3). También, se señala que en los Andes del sur existirá la mayor cantidad de lagunas futuras con más del 50%.

Se enfatiza que la investigación brindará información esencial como una herramienta de planificación para las autoridades del gobierno y la población con respecto a: reducción de riesgos (prevención), recursos de agua dulce (reservas) y generación de energía eléctrica y diversidad del paisaje (oportunidad), lo cual implica acciones inmediatas dentro de la gestión de los recursos hídricos y la gestión de los riesgos de desastres.

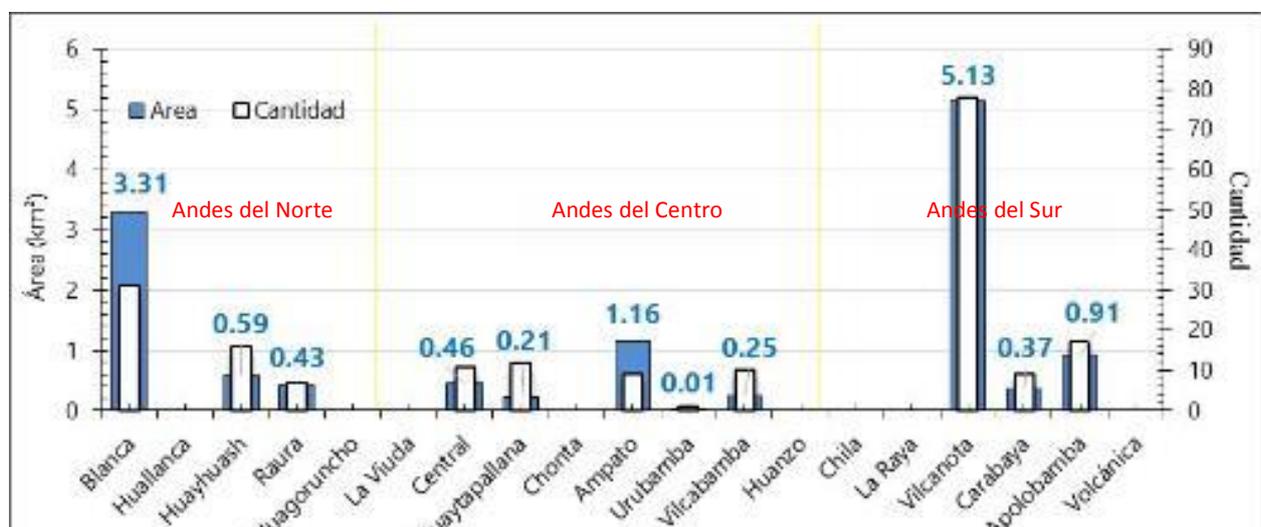


Figura 3. Área y cantidad de lagunas futuras

## PERCEPCIÓN DE RIESGO DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y DESGLACIAMIENTO EN POBLADORES PERUANOS EN LA CUENCA DEL CHICÓN

*Conferencia de Fredy S. Monge. Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco*

Trata sobre los procesos de percepción respecto al riesgo, cambio climático y sus consecuencias sobre los pobladores que habitan en las cercanías del glaciar Chicón en el Urubamba. Agrega que el cambio climático está ligado al retroceso glaciar con consecuencias positivas y negativas, en los pobladores que habitan aguas abajo y los desastres naturales.

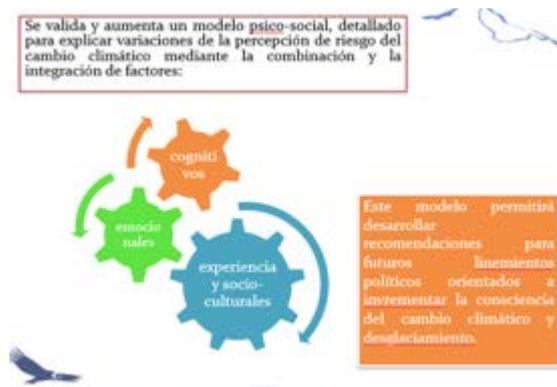


**Foto 1. Frente del glaciar Chicón y formación de una laguna.**

Además, las ciencias sociales sienten el llamado y la necesidad de conocer los impactos del cambio climático, retroceso glaciar y la gestión de riesgos sobre las percepciones y comportamientos de los lugareños. El estudio que ha emprendido se centra en conocer la percepción social ante el cambio climático y el retroceso glaciar combinados con la gestión de riesgos, con una metodología cuantitativa y

validando un modelo psicosocial. Ello considerando aspectos cognitivos y emocionales dedicados a evaluar las variaciones de las distintas percepciones sobre el riesgo, el cambio climático y retroceso glaciar mediante la combinación de aspectos sociales y técnico-científicos. Todo esto con el fin de reducir el peligro en zonas vulnerables.

Se usó el análisis estadístico, y más precisamente, la regresión lineal para obtener los resultados. Actualmente se encuentran en una etapa de avance del proyecto y se esperan, más adelante, mejores resultados, esto considerando tres tópicos importantes en la investigación: "percepción del riesgo", "cambio climático y consecuencias", "explicación de las variaciones del riesgo y el cambio climático y el rol de las experiencias sobre el cambio climático relacionado con las conductas".



**Figura 1. Modelo psicosocial sobre las percepciones de riesgo**

## MODELADO EN 3D DE LAS ONDAS GENERADAS A AVALANCHAS EN EL LAGO PALCACOCHA COMO UNA HERRAMIENTA PARA LA EVALUACIÓN DEL PELIGRO

*Conferencia de Rachel Chisolm. Universidad de Texas*

Para evaluar el nivel de peligro potencial sobre un territorio es necesario contar con información lo más precisa posible sobre los procesos que regulan su inicio, magnitud e intensidad. Para ello en la actualidad se cuenta con teorías, metodología y modelos computacionales en continua mejora que permiten tener una mejor aproximación, inclusive tridimensional, sobre las características e impactos de los fenómenos de movimientos de masas a fin de orientar la toma de decisiones sobre gestión de riesgos. Tal es el caso de la laguna Palcacocha, que se ubica alrededor de 23 Km al

este de la ciudad de Huaraz y posee un historial catastrófico, pues en 1941 se desbordó destruyendo la tercera parte de Huaraz con la pérdida de miles de vidas. Actualmente esta laguna tiene un volumen de aproximadamente 17MMC versus los 0.5MMC que tenía en 1974. A este hecho se debe sumar el crecimiento urbano de la ciudad, actualmente viven en la zona aluviónica más de 20 000 personas.

En principio, es necesario conocer los procesos que dan origen a un posible aluvión en la misma laguna, simulando el

oleaje originado por una avalancha de hielo. Para ello, bajo la lógica de una cadena de procesos, se simula una avalancha que cae sobre la laguna de Palcacocha y que da origen a una ola cuyas características de propagación dependen también de las características de la laguna y definirá el nivel de impacto sobre el dique morrénico y la posible brecha a formarse para luego dar origen a un aluvión que llegaría a la ciudad de Huaraz. Para el modelamiento de la ola se emplea un modelo hidrodinámico 3D, el programa FLOW3D. Para correr el modelo se emplearon 2 métodos de condiciones de frontera para representar la avalancha que ingresa a la

siguientes características: 1500 m de largo, ancho de 400 m, un volumen de 17.3MMC con una profundidad máxima de 72 m, características que influyen en la propagación y la máxima elevación de la ola que, en el caso de una avalancha grande podría superar los 47.8 m. Existe una alta incertidumbre sobre el incremento del nivel de la laguna y la altura de la ola, sin embargo, es necesario precisar que las características de la avalancha son las que tienen mayor relevancia sobre las características de la ola, existiendo sobre esta variable, mayor incertidumbre. En el caso de una avalancha grande se producirá muy probablemente, un desborde de la laguna con el actual nivel de la laguna. Bajo el escenario de una avalancha pequeña es poco probable que exista un desborde. No existe 0 riesgo, es necesario determinar con los tomadores de decisión cuál es el peligro aceptable y cuál es la inversión necesaria para reducir este peligro.

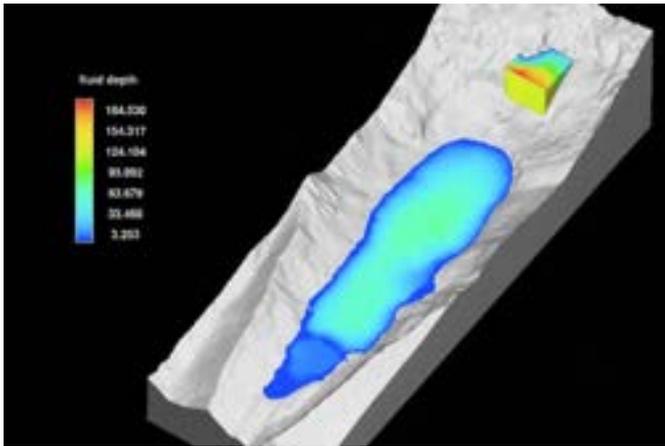


Figura 1. Modelo de oleaje

laguna: la fuente de la avalancha y el momento de masa de la fuente. El modelo simula la propagación de la ola y el desborde que supera el dique morrénico presentando los correspondientes hidrogramas de descarga. Se plantean tres escenarios de avalancha: 0.5MMC, 1MMC, 3MMC para tres escenarios del nivel de la laguna con el objetivo de producir alternativas de mitigación.

Actualmente, la laguna Palcacocha presenta las

Un resultado de la investigación son los mapas de intensidad de inundación sobre la ciudad de Huaraz que muestran, para un escenario de avalancha grande, que la intensidad de flujo y los impactos pueden reducirse disminuyendo el nivel actual de la laguna. En conclusión, el modelamiento tridimensional es necesario para evaluar la dinámica del oleaje en la laguna pese a ser posible que los modelos sobrestimen o subestimen los volúmenes de desborde. La inundación es mucho más sensible a las características de la avalancha que a la incertidumbre del oleaje.

Es urgente implementar un sistema de alerta temprana para salvar vidas e implementar una obra definitiva de mitigación del peligro en la laguna de Palcacocha con la correspondiente reducción de su volumen. El objetivo es llegar a un mapa de peligros que debe incluir el análisis de otras lagunas, así como estudios en campo y ciudad para lograr su validación.

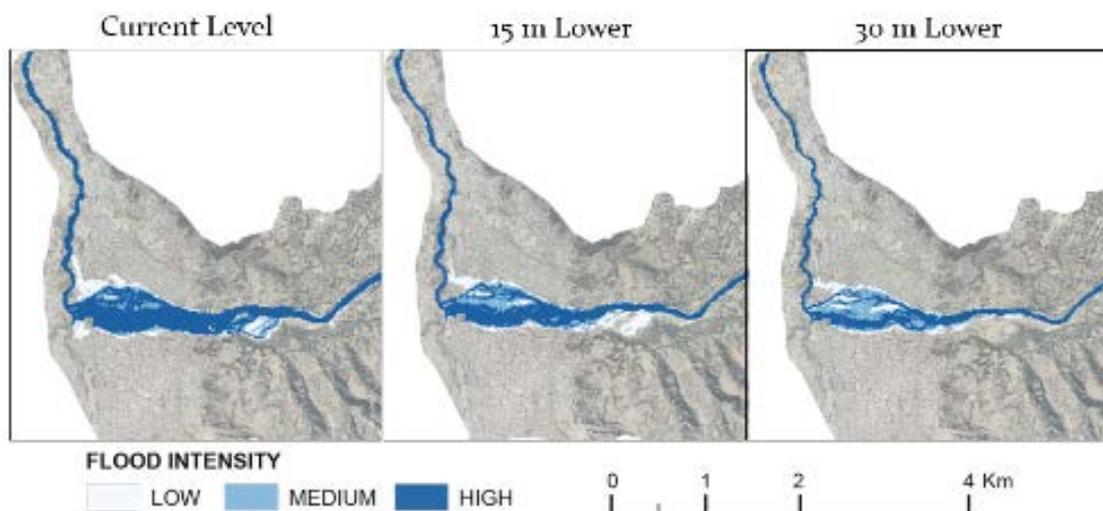


Figura 2. Mapas de intensidad

# MODELIZACIÓN DE CADENAS DE PROCESOS RELACIONADOS A DESBORDES DE LAGUNAS GLACIARES EN LA SUB-CUENCA QUILLCAY, CORDILLERA BLANCA

Conferencia de Holger Frey, Universidad de Zurich

El expositor muestra los resultados del modelamiento de aluviones de las lagunas Tullparaju, Cuchillacocha, que se encuentran ubicadas en la quebrada Quillcayhuanca, muestra la cadena de procesos encima y debajo de la laguna.

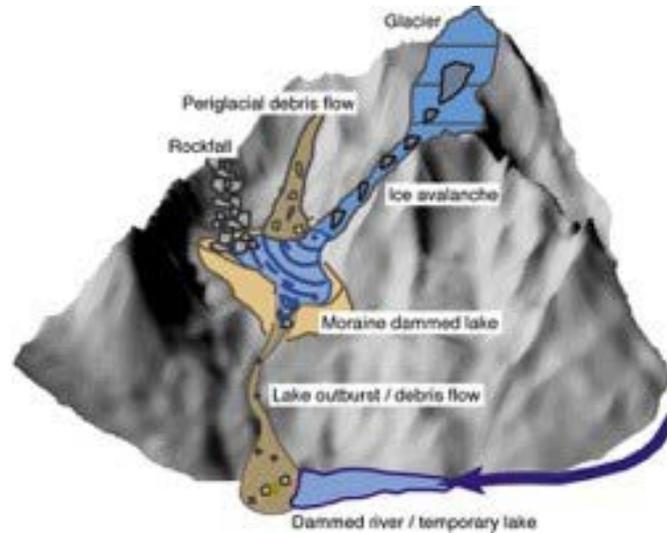


Figura 1. Esquema de la cadena de procesos

La cadena de procesos se inicia con la serie de procesos en las lagunas que se modelaron y consideraron para este estudio. Es así que a esto se suman procesos sobre y debajo de las lagunas.

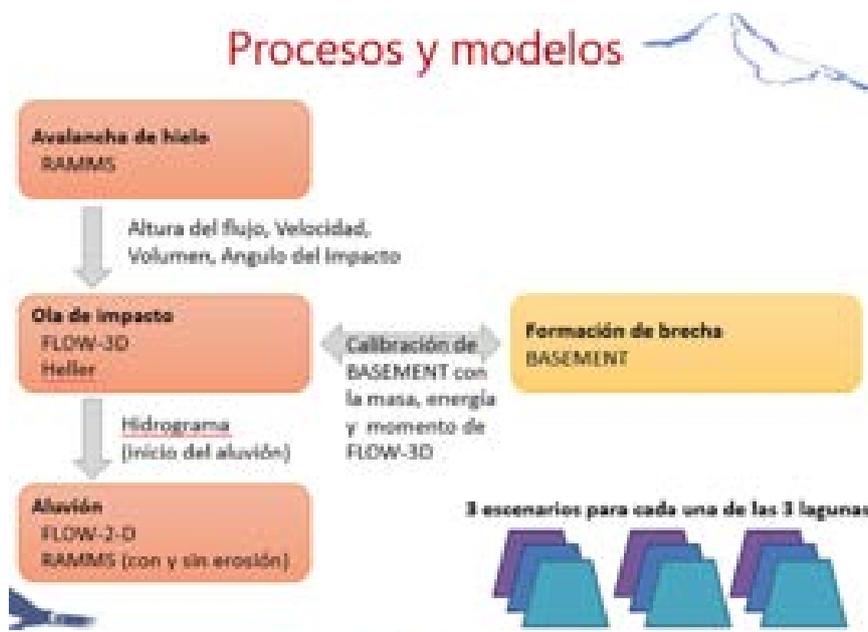
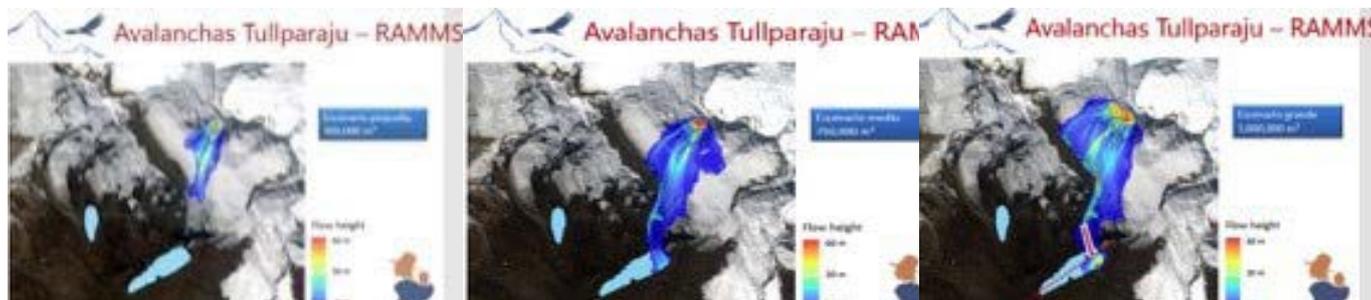


Figura 2. Procesos y modelos computacionales empleados

Hace mención a los efectos secundarios de la formación de nuevas lagunas en el proceso mismo del aluvión, escoger modelos adecuados para dar insumos necesarios para compatibilizar los resultados de los modelos.

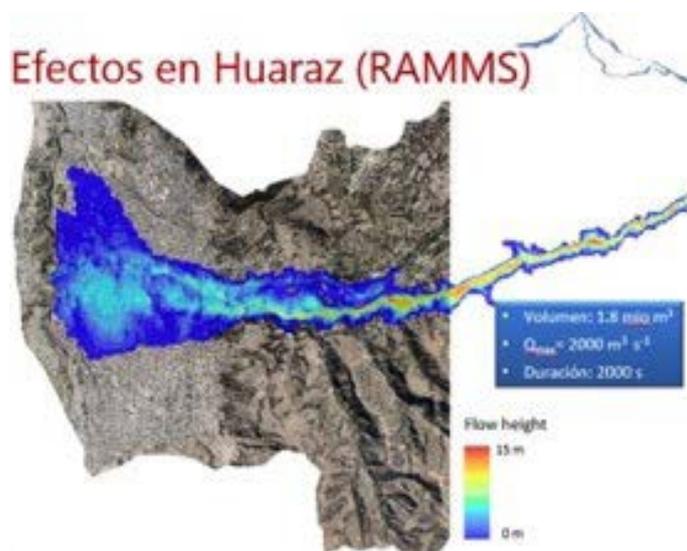
Además, se simularon tres escenarios, los cuales permitieron dar mejor análisis en la ocurrencia de un aluvión, hizo grafica dichas palabras con la presentación de un ejemplo de su estudio de una de las lagunas de la quebrada Quillcayhuanca.



**Figura 3. Escenarios de avalancha en Tullparaju**

Hace mención a los softwares usados para modelar cada proceso, iniciando el proceso de avalanchas con el RAMMS, la ola de impacto con el FLOW 3D, formación de brecha en la morrena terminal con BASEMENT. El oleaje

inicia un proceso erosivo y generando la brecha para dar paso al aluvión y la inundación con el FLOW 2D añadido al RAMMS con y sin erosión.



**Figura 4. Modelo del impacto de un aluvión en Huaraz (RAMMS)**

Menciona sus principales conclusiones que las precisa con "Simulaciones cuantitativas de cadenas de procesos necesitan modelos físicos-numéricos adecuados y compatibles", "Altas incertidumbres involucradas (Modelos

y métodos en sí, Datos de insumo y parametrizaciones de los modelos, Definiciones de escenarios y condiciones de inicio)" y Resultados que son reproducibles y Resultados que pueden servir como base para el mapeo de peligros.

## LA MITIGACIÓN DE RIESGOS DE INUNDACIONES DE LAGOS GLACIARES EN LA CORDILLERA BLANCA: LA EFICACIA DE LOS TRABAJOS DE REPARACIÓN

*Conferencia de Vit Vilimek. Universidad de Praga*

El proyecto de investigación hace mención a los pioneros que iniciaron con obras de seguridad en lagunas que representaban una amenaza para las poblaciones aguas abajo. Es así que hace una introducción considerando las 40 obras construidas a partir de 1940, donde se pudieron mitigar amenazas en lagunas de la Cordillera Blanca.

La Cordillera Blanca es un ejemplo de los trabajos de

mitigación que se realizaron con efectividad, el estudio se inició con la evaluación de estas obras de seguridad que se han construido a lo largo de la Cordillera Blanca, lo que se hizo fue aplicar una metodología para realizar esta evaluación y así determinar y comprobar la efectividad y eficiencia de dichas obras y determinar la susceptibilidad de las mismas. Hace mención de los escenarios que han determinado esta evaluación.

**Tabla 1. Eficiencia y efectividad de las obras de seguridad**

Lake (ID)	OUTBURST FLOOD SCENARIO				
	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3	Scenario 4	Scenario 5
Berónica (3)	0	0	0	0	++
Pucacocha (38)	+	0	0	0	0
Safuna Alta (42)	++	0	++	0	+
Safuna Baja (43)	++	++	0	+	+
Jancarurish (69)	+++	0	+	0	0
Quitacocha (63)	++	0	++	0	+
Cullicocha (70)	0	++	0	0	0
Yuracocha (72)	++	0	0	0	+
Arhueycocha (94)	++	0	0	0	+
Tullicocha (95)	+	0	+	0	+
Parón (139)	++	0	+	0	0
Llanganuco Alto (160)	+	0	0	0	0
Llanganuco Bajo (163)	+	+	0	0	0
Huallcacocha (178)	++	0	0	0	+
Checquiacocha (181)	++	0	++	0	0
Auquiscocha (182)	++	++	0	0	0
Lake No. 513 (185)	+	0	0	0	0
Lajiacocha (188)	+	0	0	0	+
Pag Pag (197)	++	0	+	0	0
Yanaraju (209)	++	0	++	0	+
nameless (242)	+	0	0	0	0
Allicocha (243)	++	0	0	0	++
Paccharuri (344)	++	0	0	0	0
Pucaranra (351)	+	0	0	0	0
nameless (353)	+++	0	0	0	0
Akilpo (360)	++	0	0	0	++
Milluacocha (366)	+++	0	0	0	+
nameless (388)	+	0	0	0	0
Perolcocha (393)	++	0	0	0	0
Palcacocha (398)	+++	0	0	0	0
Churup (414)	+	0	0	0	0

Ha hecho una calificación de la susceptibilidad de las lagunas antes mencionadas, esto considerando aspectos técnicos primordiales, factores desencadenantes de escenarios de desborde de las lagunas sobrepasando diques. Se ha evaluado 800 lagunas, las cuales se presentan en parte en el cuadro anterior.

Para determinar las lagunas a evaluar se consideró las pendientes interiores de las morrenas laterales, pendientes de 0 a 1, y se eligió aquellas que presentan mayor variabilidad en la información de entrada, con mapeos geomorfológicos y mediciones láser para aplicar las herramientas que permitieron evaluar dichas lagunas.

Los estudios de susceptibilidad en las lagunas después

de los trabajos de mitigación, redujeron la susceptibilidad y lo siguen haciendo. Sin embargo, la susceptibilidad puede incrementarse con el aumento de pendientes de los taludes morrénicos internos de las morrenas laterales de las lagunas.

De las principales conclusiones es importante mencionar que los tajos abiertos aplicados a determinadas lagunas que llevaron una obra de mitigación disminuyen susceptibilidad. Además, los diques y túneles tienen una baja susceptibilidad. De otro lado, los trabajos de remediación son efectivos para mitigar. Finalmente, el peligro está en un nivel ahora controlable y la susceptibilidad es un reto, se deben identificar mecanismos para disminuirla.

## MI RESILIENCIA, CÁLCULO DE COSTO-BENEFICIO DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN PARA ENFRENTAR RIESGOS POR DESASTRES

*Conferencia de Heim G. GEOTEST AG*

Es necesario determinar el costo beneficio de la implementación de medidas de mitigación frente a riesgos para demostrar su factibilidad. La metodología presentada se aplica en Suiza y se basa, inicialmente, en la identificación de glaciares y lagunas potencialmente peligrosos e inestables sobre los que se instalan sistemas de monitoreo remoto permanente, análisis fotogramétrico, geo-radares con un criterio de redundancia, así como sensores de presión aguas abajo de las zonas de peligro en caso de movimiento de masas. Con la información que generan estos equipos, se activa un sistema de alerta temprana que advierte a la población un tiempo prudencial de anticipación. Se realizan también modelamientos de los flujos para identificar zonas expuestas, velocidades y profundidades.

La pregunta es ¿Se justifica la implementación de medidas de mitigación en un contexto de recursos limitados? Para este fin se desarrollan análisis de riesgos y mapas de intensidades para diferentes escenarios por período de retorno y niveles de intensidad del flujo. Los mapas de intensidades se emplean para llegar al mapa de peligro como instrumento de planificación para el uso futuro del territorio.

En este punto es necesario determinar las acciones a

implementar en áreas expuestas a peligros, para esto se determinan los umbrales de riesgos tolerables valorando económicamente la infraestructura, propiedades, recursos naturales y estimando la mortalidad. A partir de esta información se determina el riesgo individual de la persona más expuesta e estos procesos, que en Suiza se ha establecido en  $10^{-4}$  como punto crítico a partir del cual es necesario la implementación de medidas de protección. Otra manera de abordar el tema es evaluando el riesgo colectivo, que resulta de la sumatoria de los riesgos individuales, un tema delicado en este punto es la valoración económica de la vida de la persona, en Suiza el estado está dispuesto a pagar 5 millones de dólares para evitar un daño mortal, esta valoración depende de la fuerza económica del país. A esta valoración se suma el valor de los bienes y propiedades. Este riesgo colectivo monetarizado permite comparar los costos de las medidas de prevención y decidir la factibilidad de su implementación en base a un factor costo-beneficio; si este factor es superior a uno, la medida puede ser implementada priorizándose aquellas medidas con un mayor factor.

En Suiza se viene trabajando aproximadamente hace 15 años en el análisis costo-beneficio. Actualmente se cuenta

con una metodología estandarizada y una herramienta informática nacional para el cálculo de riesgos denominada ECONOME. Con esta herramienta es posible la cuantificación del riesgo, la definición de umbrales, la cuantificación del costo-beneficio de medidas de mitigación y se garantiza la repartición justa de los recursos financieros evitando conflictos. La herramienta está enfocada en procesos gravitatorios como inundaciones, huaycos, caída de rocas,

etc; así como en daños primarios y en medidas técnicas de mitigación. Se pretende incluir a futuro otros procesos como sequías, heladas y daños indirectos, con un criterio de resiliencia. Finalmente es fundamental la institucionalización a todo nivel de las herramientas y metodologías empleadas a fin de que sean reconocidas formalmente y se garantice su aplicación en la toma de medidas de mitigación.

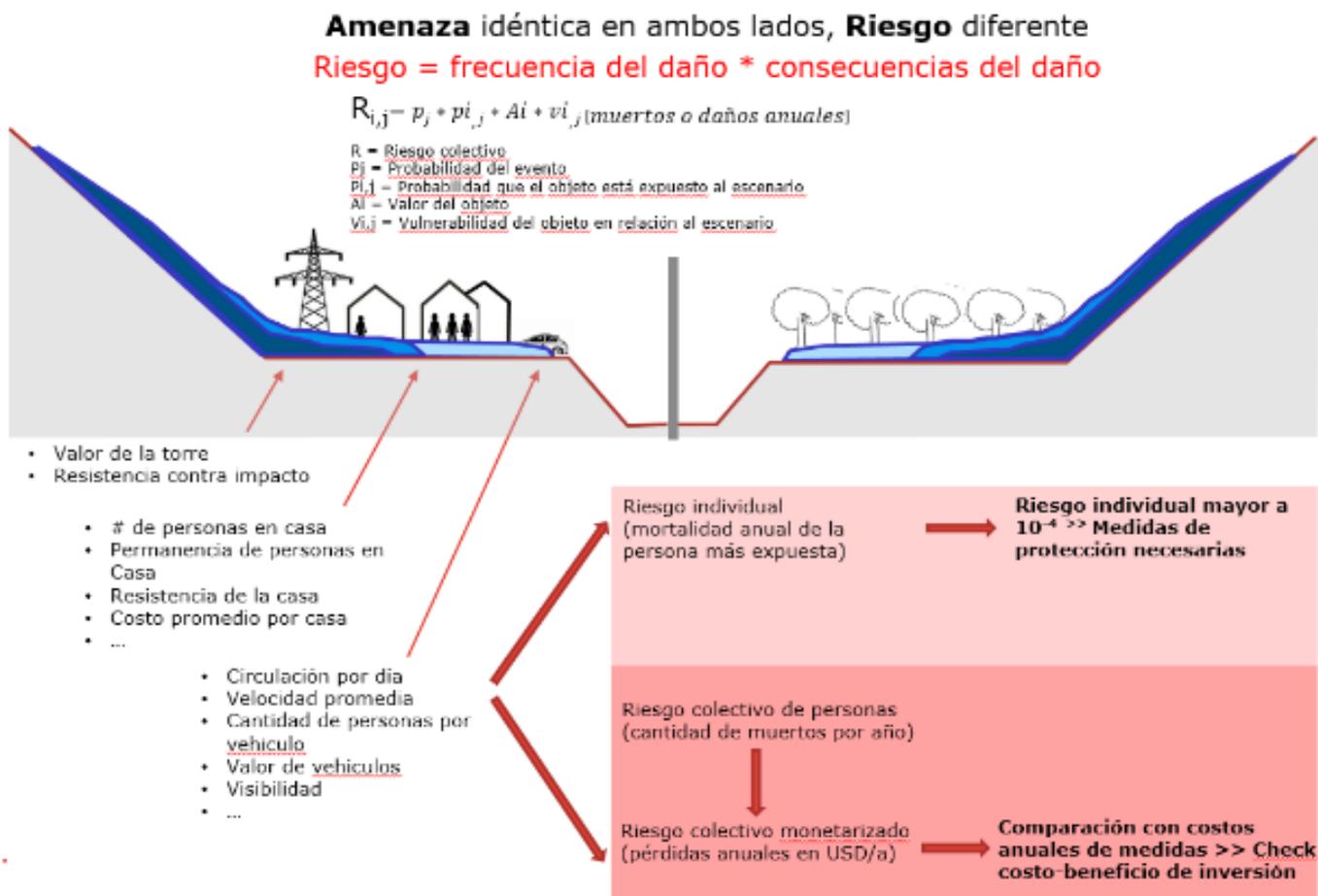


Figura 1. Análisis de riesgo

# EJE TEMÁTICO: RECURSOS HÍDRICOS

## LOS RECURSOS HÍDRICOS: ¿CAMBIO DE PARADIGMA? GLACIARES Y ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

Conferencia magistral de Carlos Fernández Jáuregui. Director WASA GN

Este trabajo muestra la situación de los recursos hídricos en el mundo, que ha sido posible gracias a la acumulación de las investigaciones. Y demuestra que la ruta de la gestión actual del agua está equivocada.

### Los glaciares como principal fuente de agua dulce

Solo un 2.4% del agua del planeta es dulce. Y de este porcentaje, el 68% corresponde a glaciares y nieve permanente. Por ello, los glaciares son un recurso fundamental que debe ser considerado por cualquier proceso de planificación.

### No es cierto que falte agua

Uno de los trabajos más importantes que se hizo fue calcular la disponibilidad de agua para la población.

Pero resulta que estábamos equivocados. Ahora tenemos un nuevo cuadro que mostramos a continuación:

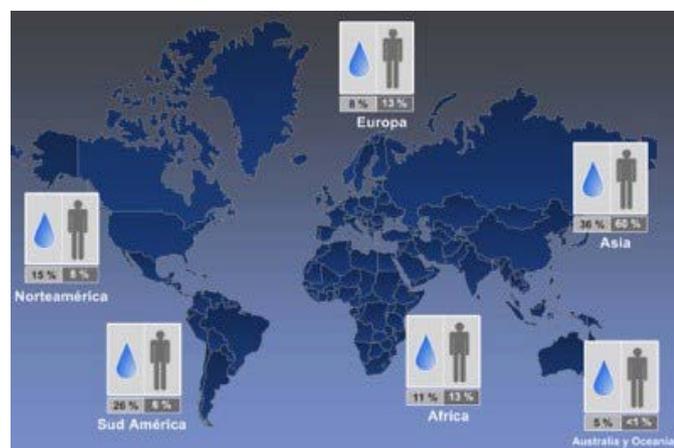


Figura 1. Disponibilidad de agua por continente: Primer estudio

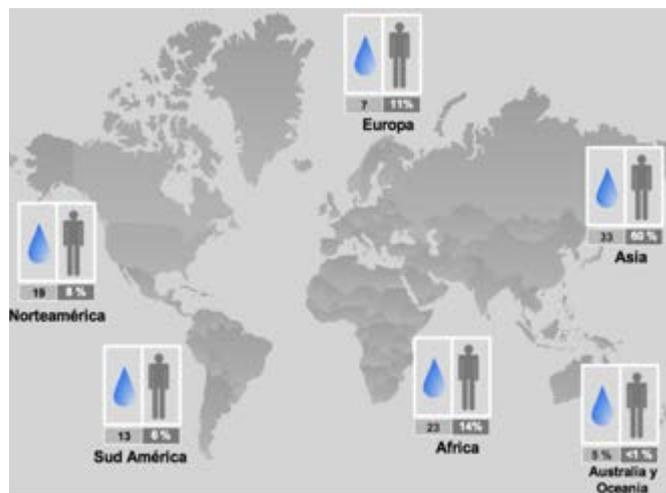


Figura 2. Disponibilidad de agua por continente. Información corregida y actualizada

El resultado es que, para América del Sur, tenemos la mitad de los recursos hídricos de lo que pensábamos. Sin embargo, un primer mito que debemos derrumbar es que hay escasez de agua. Tenemos suficiente agua en el mundo. La escasez es de infraestructura hidráulica.

### Calidad del agua

Ahora bien, si tenemos información sobre la disponibilidad del agua, sabemos muy poco de su calidad. Primero, porque una evaluación de esta naturaleza es costosa y segundo, porque los políticos no han priorizado esta información. A nivel global, las evaluaciones de la calidad del agua, requieren

de nuevas técnicas para conocer en primera instancia a todos los seres vivos y su clasificación en el medio líquido.

## Balance hídrico

En 1989 se hizo junto con la UNESCO, el primer balance hídrico y superficial para América del Sur. Esta información no se ha actualizado, ni el balance hídrico ni los recursos hidrogeológicos. Además, sabemos que la temperatura se ha alterado y que las precipitaciones también se han alterado. Así, la información que tenemos es insuficiente para poder diseñar obras hidráulicas; volviéndose un problema crítico, es necesario invertir en este tipo de investigaciones.

A lo expuesto debemos sumar el hecho de que la población del mundo se ha triplicado en los últimos 70 años, y esto va asociado a una mayor demanda. En el mundo muere una persona cada 10, debido a problemas asociados a la mala calidad del agua y a los malos sistemas de saneamiento. Cada día mueren 6.000 personas a causa de diarrea. En términos de seguridad alimentaria hemos retrocedido. El sector más eficiente en la gestión de los recursos hídricos es el energético, pero son los mayores contaminantes de la calidad del agua.

## Hemos gestionado mal el agua

Por otro lado, hemos fraccionado la gestión del agua. Es muy raro aquel país del mundo que no tenga una cuenca compartida. El tema del agua tiene muchos intereses políticos y por tanto existe un caos en la gestión de los recursos hídricos. Hemos fracasado en la dotación de agua potable y saneamiento durante tres décadas consecutivas. Solo América Latina ha dado agua potable a la mitad de su población. Pero estamos lejos de alcanzar el objetivo del milenio.

Hace 32 años, se aprobó la "década internacional del agua potable y el saneamiento (1980-1990)" en la asamblea de Naciones Unidas. La meta era dotar de, por lo menos, 40 litros de agua potable a toda la población del mundo para el año 1990 así como un saneamiento básico; en 1980 la población de la Tierra era de 5 000 millones de habitantes.

Nuevamente y ante el fracaso de la primera década, en 2003 se aprueba el "decenio internacional para la acción «el agua, fuente de vida» 2005-2015". La asamblea de las Naciones Unidas define como meta: reducir a la mitad el porcentaje de población mundial sin acceso seguro al agua potable (1200 millones de habitantes) y saneamiento básico (2600 millones de habitantes) y se incorpora a las metas del milenio aprobadas durante la cumbre mundial sobre desarrollo sostenible de Johannesburgo en 2002.

La población mundial en el 2002 era de 6.300 millones de habitantes, lo que significa que se tienen 1 300 millones más de habitantes que en 1980, encontrándose su mayoría

en las regiones menos desarrolladas y sin infraestructuras básicas como es el caso de América Latina.

## *Water Assessment and Advisory-Global Network (WASA-GN, 2012)*

Los glaciares nos garantizan el 70% del agua para las ciudades. Todas las capitales de América Latina se sirven de agua de deshielo. Hay un riesgo de que las ciudades carezcan del agua que requieren. Nuevamente, las divisiones políticas no guardan correlación con las cuencas. La gestión no puede depender de estas divisiones. Requerimos de un sistema de monitoreo sobre la disponibilidad de recursos hídricos pensando en la relevancia de nieve y hielo.

Respecto a los problemas ocultos. Tenemos que reconocer que nos hemos equivocado en la gestión integral de recursos hídricos siendo necesaria una gestión por sistemas. Si dividimos por una parte la disponibilidad y por otra los individuos, vamos a fracasar. No puede haber un Ministerio del agua y otro sectorial.

## Gobernabilidad del agua

El agua no depende del usuario. Es necesario fortalecer una gobernabilidad del agua, donde las instituciones no pueden ser juez y parte. Para lograrlo, hay que cumplir con los siguientes 5 criterios:

- Se tiene una autoridad del agua al más alto nivel en el Estado.
- Se dispone de una legislación moderna que incluye los avances del conocimiento y garantiza la participación pública.
- Se dispone de recursos humanos idóneos en cantidad y calidad.
- Se dispone de recursos financieros adecuados a corto, medio y largo plazo.
- Se dispone de Información Confiable, transparente y de libre circulación en todo el ámbito del sector.

En el mundo tenemos tres ejemplos de países pioneros en la gobernabilidad: Brasil, Sudáfrica y Australia. La COP 21 ha alertado sobre la gestión que se necesita de los recursos hídricos. Debemos ocuparnos de los temas importantes y no de los urgentes.

Dos días después del término de las negociaciones, el periodista británico **George Monbiot sostuvo en Democracy Now!**: "Lo que veo es un acuerdo sin plazos ni objetivos, con vagas y leves aspiraciones. Veo muchas palmadas en la espalda, mucha auto-felicitación, pero veo muy poco en términos del contenido real que se requiere para evitar el colapso de clima".

La postura de **George Monbiot** es opuesta a la de muchas

personas comprometidas con la causa ambiental, quienes consideran el resultado de las negociaciones como un avance positivo. **Michael Brune**, director ejecutivo de Sierra Club, dijo: "Casi todos los países del mundo se comprometieron ya sea a reducir su propio nivel de emisiones de carbono o a poner un tope al aumento de sus emisiones. Hubo también un reconocimiento explícito de que aquello a lo cual se comprometieron no es suficiente y por tanto se estableció un proceso para evaluar el grado de avance que se alcanza y comprometerse entonces a efectuar mayores reducciones de forma ininterrumpida en los años siguientes".

Un tema fundamental para la robustez de la gestión es el aumento de la capacidad de embalse. La oposición que los movimientos ecologistas en contra de los embalses ha tenido un efecto negativo en la capacidad de gestión.

Por nuestra parte, tenemos 22 agencias de la NN.UU. que trabajan con el tema agua y que dan mensajes contradictorios. Necesitamos una sola agencia de NN.UU. que coordine el tema del agua.

A nivel global la prioridad financiera ha sido el rescate de los bancos. Necesitamos un cambio de paradigma. Necesitamos fortalecer el concepto de condominio. El lago Titicaca es un buen ejemplo de gestión conjunta y sistemática para la gestión de los recursos hídricos. No una gestión integrada que está equivocada. El mejor negocio que puede hacer un Estado es invertir en agua potable. Pero, ¿qué nos impide avanzar?

- Limitaciones políticas: falta de visión a medio y largo plazo, falta de líderes, pérdida de confianza en los políticos y falta de credibilidad en general.

- Limitaciones institucionales: falta de una institución al más alto nivel y rectora, que tenga la autoridad a nivel nacional, departamental y/o estatal para su puesta en marcha. Falta de legislación y marco legal adecuado al avance de la ciencia y la tecnología.
- Limitaciones financieras: falta de visión de los políticos sobre los costos/beneficios a largo plazo. Falta de recursos financieros sin condiciones y no cumplimiento de los compromisos de la cooperación bi y multilateral.
- Desafíos técnicos: falta de innovación y desarrollo científico, particularmente en las universidades, pues se continúan aplicando herramientas del siglo XX para solucionar problemas del siglo XXI.

### Nuevo paradigma

El nuevo paradigma es transformar el modelo de gestión fragmentada de las cuencas transfronterizas en condominios indivisibles y consecuentemente la instalación de autoridades condominiales en las cuencas compartidas. Con un marco legal internacional vinculante que regule las relaciones entre países, la formulación de derechos y obligaciones universales, la protección del patrimonio del agua y la incorporación de estos a las legislaciones nacionales. Necesitamos pues la creación e instalación de un mecanismo global de seguimiento a la gestión hídrica mundial (OMA). La crisis del agua es en esencia una crisis de gobernabilidad.

Los principios básicos de una gobernabilidad eficaz son educación, ciencia y tecnología, equidad, ética e integración. La gestión eficaz del agua debe incorporar principios de: participación, transparencia y responsabilidad.

## RECURSOS HÍDRICOS DE GLACIARES Y ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

*Conferencia magistral de Bryan Mark. Universidad de Ohio*

Durante el proceso de esta investigación se contó con la participación de diversos colaboradores y co-autores de diversos países, incluyendo investigadores peruanos. Además, no solo se consideró la cordillera Blanca, sino que también incorporamos la visión de INAIGEM para investigar más allá de esta cordillera más famosa.

Si bien hay una interacción entre todos los glaciares, los glaciares tropicales tienen características distintivas. Esto como fuentes de energía e influencia sobre balanza de masas. Los glaciares como las montañas tienen una

conexión con la gente, estas conexiones son distintas en las diversas regiones de los Andes.

Los datos nos sugieren que se tendrán temperaturas más altas al final del siglo. En términos de energía y fuentes de agua, habrá escasez de energía ocasionada por la escasez del agua. Durante la época de lluvia, como es lógico, hay más agua; y durante la sequía se encuentra menos de este recurso. Sin embargo, en época de sequía si hay más nieve que cubre el glaciar, entonces se dará más reflexión, lo cual es importante en términos de la influencia sobre la balanza

de masa de los glaciares tropicales. En época de lluvia se da más masa que entra, pero también hay más masa que sale de los glaciares tropicales.

Existe una influencia de los glaciares en los recursos hídricos. Esto es dar gracias a que el agua recorre desde las cuencas glaciares hasta las zonas costeras. Recordemos que solo el dos por ciento de los recursos hídricos en el Perú está disponible actualmente en la costa. Hay estudios que investigan el tema de la conexión de la gente con los glaciares, a ello sale la pregunta ¿Es válido solo considerar como variable la distancia entre la gente y el agua? El agua se está transportando fuera de las cuencas. En esta época todos estamos conectados. Hay una relación bidireccional entre los glaciares y la gente, es decir, los glaciares influyen a la gente y la gente influyen sobre los glaciares. Un tema importante es la vulnerabilidad de estos cambios sobre algunos grupos sociales.

Para esta investigación se usaron métodos integrados de geografía social y geografía física. Enfocamos los procesos de investigación a diferentes escalas, usando satélites y drones para apreciar los cambios en alta resolución. En el proceso fueron importantes los convenios tanto con instituciones como con personas. Las relaciones duran años.

Se espera desarrollar un modelo de ciencia sostenible, la ciencia tiene sus límites y también hay que tener en cuenta que es una actividad social. En relación a ello, sería positiva una mayor colaboración entre las instituciones para que así se pueda continuar con los proyectos con mayor potencial y que obtengan recursos de los cuales se carece.

La cuenca del río Santa tiene una extensión de 12 mil kilómetros cuadrados. En el lado este hay glaciares. Allí se pensó en usar los espacios como si fueran escalas de tiempo. Queríamos saber qué está pasando con la cuenca. La respuesta es que los glaciares están retrocediendo. Se puede usar esto para entender lo que sucederá hidrológicamente. No solo es importante medir las extensiones de área de glaciar sino tener en cuenta otras características como su volumen y espesor.

Comparando las fotos de las cuencas glaciares con los datos de la información de la investigación de la tesis de doctorado del expositor de 1998 al periodo 2008-2013, se detecta un cambio del comportamiento hidrológico de la cuenca. Ahora no hay una estación de acumulación ni ablación, ello se debe a una disminución de volumen. El volumen que disminuye es masa, la cual está fluyendo al río Santa.

En la cabecera de las cuencas se han hecho estudios para entender la influencia de las diversas fuentes de energía, esto usando diversas herramientas como, por ejemplo, cámaras infrarrojas. También se ha hecho estudios para ver la influencia de las aguas subterráneas y las aguas en el río y explicar su interacción. A partir de estas investigaciones nos preguntamos ¿Cuál es la importancia del agua subterránea y cómo se comporta? Se sugiere que en esa zona hay una mezcla de materiales que contiene agua subterránea. Esta agua proviene desde los ríos y también se da la situación inversa. Esto es un tema complejo y para tener un conocimiento más profundo se necesita conocer las características topográficas y geográficas locales. Complementariamente se han hecho estudios con relación a la influencia de los vientos.

También hay interés en aspectos sociales. Los trabajos de ciencias sociales sugieren que la mayoría de gente en el área de influencia percibe los cambios ambientales; no obstante, también se percibe que todavía hay suficiente agua. Sin embargo, manifiestan problemas de distribución y problemas de uso de este recurso. Como es sabido, si se pierden los glaciares habrá más agua. Paradójicamente la gente dice que no habrá más este recurso, lo cual es confuso. También es paradójico que las poblaciones no estaban usando el agua del río, sino explotaban otras fuentes de agua. También había problemas con cambios meteorológicos extremos. Y considerando toda la cuenca del río Santa hubo cambios importantes en el tipo de agricultura.

Ahora bien, en la costa, Chavimochic, es un proyecto de irrigación en el que se está invirtiendo más de 715 millones de dólares. La ampliación, de concretarse creará puestos de trabajo, habrá más producción y exportación agropecuaria. Este proyecto es vulnerable a los cambios climáticos. Para conocer más es necesario un estudio integrado entre los aspectos físicos y los sociales.

Se ha dicho en otro estudio que hay retrocesos de glaciares e incremento de población, por tanto, se incrementaría la demanda de agua. Pero solo se tiene la visión desde una estación. Sin embargo, en época de sequía se tienen niveles entre 17-19% de todo el río, la mayor cantidad del agua proviene de fuentes subterráneas y de la lluvia.

A modo de conclusión, estamos experimentando cambios significativos que son diferentes en las diversas cuencas. Algunas de estas cuencas ya han pasado el punto de umbral llamado pickwater, pasado este umbral hay menos agua en el río.



Foto 1.

## INVENTARIO NACIONAL DE GLACIARES DE LA REPÚBLICA ARGENTINA

*Conferencia de Laura Salazar – IANIGLA - CONICET*

La Cordillera de los Andes Argentinos está dividida en cinco regiones como son: Andes Desérticos, Centrales, Del Norte de la Patagonia, Del Sur de la Patagonia y de Tierra del Fuego. La importancia en la ejecución del inventario nace bajo el concepto de considerar a los glaciares como componentes cruciales del sistema hidrológico de montaña y “reservas estratégicas” de agua para las zonas adyacentes especialmente en zonas áridas y semiáridas.

El estado argentino cuenta con una Ley de Protección de Glaciares (Ley No. 26639) denominada de Presupuestos Mínimos para la Prevención de los Glaciares y del Ambiente Periglacial; de las cuales se pueden resaltar los Artículos 1, 3, 5 y 6, siendo el artículo 1 el que promueve la “... protección de los glaciares y ambiente periglacial” con el objeto de preservarlos como reservas estratégicas de recursos hídricos...”, además de dejar claro que “Los Glaciares constituyen bienes de carácter público”, es bajo esta ley que se desarrollan los trabajos del inventario nacional de glaciares.

Las reservas hídricas estratégicas se dividen en tres grupos: Glaciares descubiertos y cubiertos por detrito, Manchones de nieve perenne y Glaciares de escombros, para fines de inventario se considera un área mayor o igual que 0,01 km<sup>2</sup> (una hectárea), la preguntas a responder corresponde a tres niveles del inventario, el primer nivel es sobre cuantos glaciares y crioformas hay en Argentina y qué superficie tienen. El segundo nivel pregunta sobre

cuál es la evolución en las últimas décadas y el tercer nivel sobre cuál es la relación entre el clima y las reservas hídricas estratégicas. El inventario se realizó en un inicio para responder la pregunta en el primer nivel, para ello se consideró la Identificación, mapeo y caracterización de los glaciares y geofomas periglaciares que actúan como reservas hídricas en el territorio nacional.

Cabe resaltar que la información generada previa evaluación y aprobación se incorpora en un servidor de mapas para el libre acceso de los usuarios. Como avance preliminar se resalta que aproximadamente el 90% de las cuencas incluidas en el inventario ya cuentan con algún tipo de información.

Los resultados preliminares nos indican que se han inventariado 14,600 glaciares con una superficie total de 5,556 Km<sup>2</sup>, la mayor parte de ellos situada en los Andes del Sur de la Patagonia, en segundo lugar, los Andes Centrales.

Las conclusiones relevantes en la realización del inventario nos indica que ha permitido avanzar en el conocimiento, caracterización e identificación de las particularidades regionales de los glaciares argentinos, el inventario constituye una herramienta fundamental para la planificación espacial y como información de base para investigaciones, además se deja clara la recomendación de que es necesario avanzar en la efectiva aplicación de la ley en la toma de decisiones.



Foto 1. Servidor de mapas para el libre acceso de los usuarios

**Preguntas**

*¿Cuál es la superficie mínima que debe tener un glaciar a inventariar?*

El glaciar debe tener 0.01 Km<sup>2</sup> o una hectárea para su cuantificación e integración en el inventario de glaciares.

*¿Cuál es la diferencia entre glaciares de escombros activos e inactivos?*

La diferencia principal radica en el flujo, en la dinámica que muestran los glaciares, siendo activos aquellos que tienen movimiento como las lenguas glaciares. E inactivos aquellos que no manifiestan movimiento como son los glaciares de roca.

## INVESTIGANDO EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA ABLACIÓN GLACIAR EN LA CORDILLERA HUAYTAPALLANA EN PERÚ

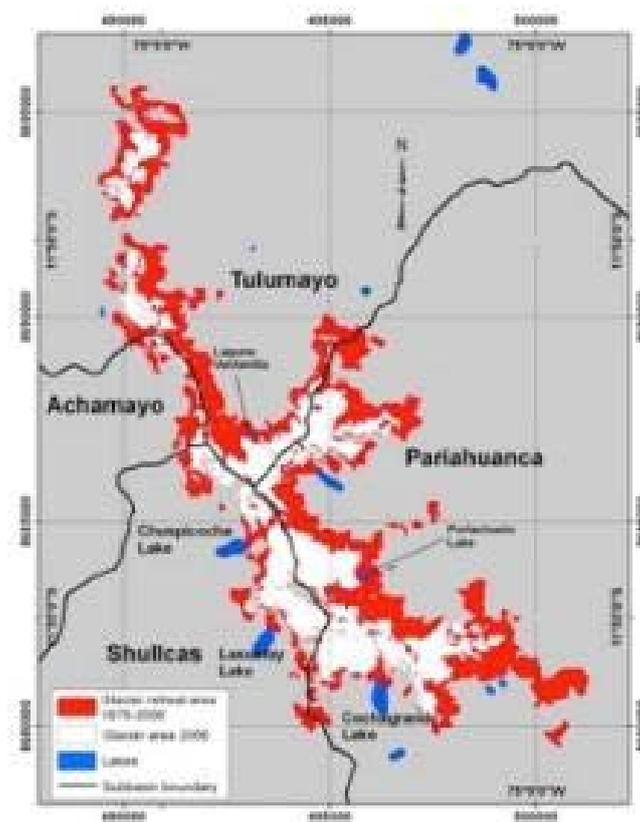
*Conferencia de Pablo Lagos. Instituto Geofísico del Perú*

La zona de estudio de la investigación fue la cordillera del Huaytapallana en el departamento de Junín - Perú, considerando los ríos Achamayo y Shullcas. Los objetivos del estudio fueron: evaluar los cambios en la superficie del glaciar, evaluar las tendencias climáticas en la cordillera central de los Andes Peruanos y evaluar la relación de las tendencias climáticas con el retroceso glaciar, todo ello orientado a tomar acciones de adaptación dado el crecimiento poblacional de la ciudad de Huancayo y la reducción de la disponibilidad hídrica. Para el estudio se tomaron datos en terreno y se utilizaron imágenes satelitales, así como series históricas de precipitación, temperatura y humedad relativa, recolectados en la estación Huallao.

Los resultados muestran un cambio en la superficie glaciar de 35.6 Km<sup>2</sup> a 14.5 km<sup>2</sup>, equivalente a una reducción del 59.4% de la superficie glaciar entre los años 1976 - 2006, además se proyecta que para el año 2030

el glaciar habrá desaparecido; asimismo, en relación a las tendencias climáticas, estas muestran una tendencia positiva significativa en las temperaturas máximas, mientras que la temperatura mínima es estacionaria en el tiempo, la precipitación y la humedad relativa no evidenciaron una tendencia clara en el tiempo; finalmente, la evaluación de la relación de las tendencias climáticas con el retroceso glaciar mostraron una fuerte correlación entre la temperatura máxima y el retroceso glaciar, mientras que la influencia de la precipitación y la humedad relativa en el retroceso glaciar no es del todo clara, por lo que se recomienda el desarrollo de futuras investigaciones en relación a esta temática.

Paralelo al monitoreo glaciológico se obtiene información de cantidad y calidad de agua en el río Shullcas. Se concluye que el incremento de población y el retiro glaciar va a obligar a aumentar la disponibilidad hídrica para la creciente demanda.



Mapa 1. Reducción del área superficial del glaciar Huaytapallana

**Preguntas**

*¿Cuál es la influencia de la humedad relativa en el retroceso glaciar?*

Es tema que será motivo de futuras investigaciones en la institución a la que pertenezco.

*¿Cuáles son las tendencias de la precipitación en la zona de estudio?*

La precipitación ha evidenciado un comportamiento diferente en diferentes zonas del Perú, en algunas zonas se han evidenciado tendencias negativas, sin embargo, en la zona de estudio las tendencias no son claras.

## BALANCE DE MASA DEL GLACIAR ZONGO MEDIANTE MÉTODO VOLUMÉTRICO

*Conferencia de Diego Cusicanchi. Universidad Mayor de San Andrés*

En el glaciar Zongo se realiza una serie continua de mediciones de balance de masa más larga sobre glaciares tropicales. Dichas mediciones son realizadas mediante tres métodos independientes:

- Métodos glaciológicos (desde 1991),
- Hidrológico (desde 1975) y
- Volumétrico o geodésico (desde 1956).

El último estudio mediante el método volumétrico se remonta al año 2006, para el cual se estimó el balance de

masa de 21 glaciares de la Cordillera Real, determinando una reducción del 48% en superficie entre 1963 y 2006. Con el objetivo de continuar las mediciones glaciológicas empleando este método, el Instituto Francés para el Desarrollo (IRD), con el programa BIO-THAW solicitó la adquisición de imágenes satelitales de muy alta resolución de la constelación Pléiades (0.50 m en modo pancromático y 2 m en modo multiespectral), con una cobertura espacial correspondiente a 1/3 de la Cordillera Real (~320 km<sup>2</sup>) en las regiones Huayna-Cumbre-Chacaltaya y Negruni-Condoriri.

Los objetivos fueron dos:

- a. Corregir geoméricamente las imágenes Pléiades, y
- b. realizar la validación de la triangulación satelital.

Con respecto a la corrección geométrica, en las imágenes Pléiades se emplearon los parámetros orbitales de las imágenes (*Rational Polynomial Coefficient*) más 33 puntos de control distribuidos homogéneamente en el área de estudio. Los resultados de la triangulación satelital correspondieron a valores de RMS 0.06 m en planimetría y 0.12 m en altimetría, respectivamente.

En la validación de la triangulación satelital, se midieron 11 puntos DGPS adicionales (no incluidos en la triangulación satelital), que fueron ajustados con las estaciones de observación continua del Instituto Geográfico Militar, Bolivia. Esta validación se realizó comparando de forma independiente coordenadas ajustadas vs coordenadas obtenidas mediante fotogrametría en los pares estereoscópicos satelitales, obteniéndose una variación promedio de 0.5 m. Además, se restituyeron dos perfiles longitudinales sobre roca (áreas donde no se muestran cambios) para validar la triangulación aérea del 2006 vs triangulación satelital 2013, obteniéndose diferencias en promedio de 0.45 m.

Posteriormente se realizó la restitución semimanual de la cuenca del glaciar Zongo para ambos periodos de estudio, con puntos 3D equidistantes de ~10 m, equivalentes a una densidad de 0.01 puntos/m<sup>2</sup>. Seguidamente los DEM's del glaciar Zongo (30,000 puntos por DEM) fueron generados

e interpolados empleando el método de mínima curvatura y posteriormente sustraídos, obteniéndose un volumen de hielo perdido de -1.48 m eq. agua entre 2006 y 2013, equivalentes a -0.2 m eq. agua/ año. Finalmente, se evaluó la precisión del método volumétrico empleando el método de Thibert sobre el glaciar de Zongo, el cual considera las incertidumbres de la rugosidad del terreno, la aerotriangulación, las restituciones, entre muchas otras; obteniendo una precisión de 0.8 m eq. agua, entre los periodos de estudio.

Con esta investigación fue posible determinar:

- La resolución espacial de las imágenes satelitales de alta resolución Pléiades, son aptas para mediciones glaciológicas. Comparando las mismas con el vuelo fotogramétrico del año 2006, la precisión promedio se encuentra cercana a un pixel (0.5 m).
- Los métodos de estimación (hidrológico vs. geodésico) mostraron resultados diferentes con respecto a publicaciones anteriores ( 2 m eq. agua), lo cual demuestra que el método volumétrico es el único método fiable para realizar estimaciones de balance de masa sobre toda la superficie de un glaciar.
- Finalmente, se debe remarcar que el único método para regionalizar mediciones de Balance Masa en macizos o cordilleras enteras es el volumétrico mediante fotogrametría satelital, gracias a las resoluciones espaciales ofrecidas por modernos sensores remotos con capacidad estereoscópica.

## SIEMBRA Y COSECHA DE LLUVIAS EN LOS ANDES

*Conferencia de César Dávila. Fundo Agroecológico Modelo "La Cosecha del Futuro"*

Esta ponencia presenta los principales fundamentos y alcances del proyecto hecho realidad, para compartir sus resultados y proyecciones con otros peruanos, dado que trabajar por el agua es una cuestión de vida para el futuro de nuestra patria.

- Nos planteamos los siguientes objetivos:
- Retener aguas de lluvia para hacer producir al terreno eriazo.
- Generar excedentes hídricos en favor de las partes bajas.
- Incrementar la biodiversidad local, y
- Generar un modelo hidrológico y agroforestal replicable en todos los Andes peruanos.

Sin embargo, había desafíos muy grandes. Por un lado, la degradación creciente de las cuencas hidrográficas y los

recursos naturales, por erosión, por efectos de las actividades humanas inadecuadas y ahora el calentamiento global. También está la ascendente escasez de agua para el consumo humano y animal, riego y otras actividades económicas. La ausencia de una política nacional de conservación y manejo racional de los recursos hídricos, incluyendo acciones de prevención frente a los efectos sombríos del calentamiento global.

Frente a ello, ejecutamos el afianzamiento y manejo conservacionista de microrreservorios, bofedales y humedales, para incrementar la disponibilidad hídrica. Realizamos la construcción masiva de zanjas de infiltración, TFL, microrreservorios mediterráneos, amunas, represas en cadena, andenes y afines para retener las lluvias en las partes altas de las cuencas. También ejecutamos una reforestación masiva de espacios interzanjas de infiltración, en macizo, con especies arbóreas, arbustivas y herbáceas. Todo ello

optimizando el uso del agua en todos los sectores; es decir, creando una Cultura Hídrica. También estamos manejando y conservando los pastos naturales; combinando ZI, TFL y andenes de piedra, para poner plantaciones forestales, pastos y cultivos alimentarios en el fundo "La Cosecha del Futuro", en la comunidad campesina de Masajcancha, Paccha, Jauja, Junín, a 3800 msnm, a unos 30 kilómetros al suroeste.

A manera de conclusiones tenemos:

- La mayor amenaza para el Perú es la escasez de agua.

- Realizar todas las tecnologías conservacionistas, para sembrar y cosechar lluvia en los Andes, en reemplazo de los glaciares y nevados en proceso de extinción.
- Más allá de ello, es ineludible la tecnificación del riego al máximo posible para no padecer los efectos de la escasez y el encarecimiento del agua en un futuro cercano.
- Al mismo tiempo, hay que desarrollar todo el potencial de nuestra biodiversidad y la producción orgánica.

## EVALUACIÓN DE IMPACTOS DE CRIANZA DEL AGUA EN LA RECARGA HÍDRICA EN AYACUCHO

*Conferencia de Gualberto Machaca Mendieta*

El área del estudio la constituyen 5 microcuencas de los ríos Pampas y Chikllarazu, en Ayacucho, Perú. Allí, la aplicación de un modelo de estrés hídrico y la metodología de balance hídrico, con apoyo en las herramientas de geomática, sirve para determinar la disponibilidad de agua en el suelo (DAS) y la recarga hídrica de acuíferos con datos obtenidos desde imágenes de satélite y de estaciones meteorológicas.

El periodo considerado está comprendido entre los años 1986-2015 y el análisis está enfocado con prioridad entre junio y noviembre, meses más fríos y secos del año; excepto para el balance hídrico que se realizó para todos los meses de los años 1995, 2013 y 2015.

Para estimar el DAS se aplica el modelo *Temperature Vegetation Dryness Index* (TVDI). El estudio del DAS está basado en datos multitemporales de los sensores *Thematic Mapper* (TM), *Operational Land Imager* (OLI) y el sensor térmico infrarrojo *Thermal Infrared Sensor* (TIRS), a bordo de los satélites Landsat-5 y Landsat-8LDCM (*Landsat Data Continuity Mission*), con el que se estiman la Ts y el porcentaje de cobertura vegetal (Pv). Para estimar la Ts se utiliza la ecuación propuesta por Chander y Markham (2003), y el NDVI para Pv.

Para estimar el DAS se aplica la operación  $1 - TVDI$  y se convierte a unidades de porcentaje, este índice varía entre 0 (mínimo DAS) y 1 (máximo DAS). Para la validación se utiliza datos de precipitación, obtenidos de las estaciones meteorológicas, y de humedad del suelo, medida en terreno por el método gravimétrico y a una profundidad que varía entre 20 y 30 cm.

Los mapas de TVDI evidencian cambios espacio-temporales del DAS en dos tipos de microcuencas, según el manejo de los recursos naturales, una con intervención planificada con enfoque de cuenca y la otra que no toma en cuenta estos aspectos, a la cual se considera como testigo. En microcuencas, donde el hombre interviene con un enfoque integral de manejo y planificación y desde la cosmovisión local, se encontraron cambios favorables del DAS con respecto al testigo, pues el patrón de uso de los RRNN y del territorio no ha sido planificado, además de existir desorganización y deterioro de sabiduría ancestral.

Para estimar la recarga hídrica del acuífero, la metodología del balance hídrico considera muchas variables que influyen en la recarga del acuífero como aspectos fisiográficos, topográficos, cobertura vegetal, textura del suelo y sus propiedades hídricas; y aspectos climáticos e hidrológicos como la precipitación y temperatura. Otros como la evapotranspiración que resulta de la combinación de cobertura vegetal y variación de temperatura.

En la aplicación de la metodología, se introdujeron todas las variables al modelo del balance hídrico; obteniéndose mapas de distribución espacial y temporal de la recarga hídrica en el acuífero de cuenca de los ríos Pampas y Cachi, determinándose una recarga total de 114.226 MMC (Millones de metros cúbicos), mientras para el 2013 la recarga total es 176.196 MMC, es decir hay un aumento promedio de 54%.

Las conclusiones que obtuvimos fueron:

- En microcuencas con prácticas de crianza del agua

se encontró cambios favorables del DAS respecto al testigo, donde el uso de los RRNN y del territorio no ha sido planificado, además de existir desorganización y pérdida de sabidurías ancestrales.

- Con respecto a 1995, las recargas para el 2013 y 2015 han sido mayores, en 54% y 16%, pese a la decreciente pluviometría en la zona. En la cuenca testigo la recarga está muy acondicionada por la pluviometría y las características físicas del territorio.

- Las variables de mayor influencia en la disponibilidad del agua son: la temperatura de superficie, cobertura vegetal, propiedades hídricas del suelo. Además de ETP, precipitación y temperaturas del aire.
- La siembra y cosecha de agua de lluvia es un modelo hidrológico campesino de largo plazo, siendo el centro de la experiencia las lagunas de lluvia y fuentes asociadas a ella, y la dinámica comunal en funcionamiento.

## PARTÍCULAS ABSORBENTES DE LUZ EN LOS GLACIARES DE PERÚ

*Conferencia de Carl Schmitt. National Center for Atmospheric Research & American Climber Science Program*

Las partículas absorbentes de luz (LAPs) pueden conducir a una mayor fusión de los glaciares. En esta presentación, se discutirán las mediciones y los impactos de los LAPs en Perú.

Los glaciares de los Andes tropicales han estado retrocediendo rápidamente desde la década de 1970. Hay numerosos factores que podrían estar llevando a esta rápida recesión. Los aumentos en la temperatura debido al cambio climático son probablemente el factor dominante. Sin embargo, la pérdida de masa glaciar adicional se está produciendo debido a las LAPs en las superficies de los glaciares. LAPs en superficies glaciares absorben la luz del sol y esta energía se transfiere a la nieve circundante que podría dar lugar a la fusión o sublimación adicional.

Para indagar sobre este efecto, se realizaron estudios de carbono negro (BC) en Perú en las siguientes zonas:

- Cordillera Blanca. Estación seca: 6 años, cada mes: 2 años.
- Observatorio Huancayo, cada mes: 1 año.
- Cordillera Vilcanota. Estación seca: 3 años, cada 2 meses: 1 año.

Dos técnicas se han utilizado para medir estas muestras. La primera técnica es un método basado en filtro. Se recoge la nieve, se funde, y después de filtrada se conservan. Los filtros se guardan y se analiza el contenido de LAP.

El segundo método es la *"Single Particle Soot Photometer"* (SP2), que es el estado del instrumento para realizar las mediciones de BC pero es mucho más difícil logísticamente. El SP2 sólo mide BC y no el polvo, así los

resultados de ambas técnicas cuando estén disponibles se pueden utilizar para comprender el impacto de polvo. La técnica SP2 requirió que la nieve se regrese a los EE.UU. sin permitir que se derrita, y por lo tanto es mucho más difícil que la técnica basada en un filtro.

En la Cordillera Blanca, las mediciones sugieren fuertemente que Huaraz, la ciudad más grande de la región, es la principal fuente de LAPs. Glaciares cerca de Huaraz han tenido niveles LAP consistentemente más altos que los glaciares más al norte. Los niveles de LAP eran algo estables para el periodo 2011-2014, pero aumentó dramáticamente en 2015, probablemente debido a los patrones climáticos asociados con El Niño. Los niveles de LAP en 2015 fueron más de diez veces mayores en algunas regiones en 2015 que en años anteriores. Se discutirán las estimaciones del impacto de LAPs.

Conclusiones:

- Los cálculos preliminares sugieren que hasta dos metros de hielo se pueden derretir por carbono negro y polvo cada año, pero esto es muy variable.
- Observaciones de los glaciares cerca de ciudades sugieren que estos glaciares son altamente contaminados y más que los glaciares distantes. Este resultado es importante porque los glaciares cerca de las ciudades normalmente son más importantes para el suministro de agua.
- Es importante reducir los niveles de carbono negro en el aire, porque se prolongará la vida útil de los glaciares y mejorará la salud.

## BIODIVERSIDAD Y TECNOLOGÍA: HERRAMIENTAS PARA EVALUAR Y REPORTAR LA CALIDAD DE ECOSISTEMAS ACUÁTICOS REMOTOS

Conferencia de Raúl Loayza-Muro. Laboratorio de Ecotoxicología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.

En las cabeceras de cuenca ocurren distintos fenómenos originados por el cambio climático que ocasionan disminución de la cantidad y calidad de agua y que impactan en las actividades productivas especialmente en poblaciones vulnerables.

En este sentido el deterioro de los ecosistemas de alta montaña conlleva a la disminución de su capacidad de brindar servicios.

El objetivo del estudio ha sido evaluar la calidad de agua en los arroyos de la subcuenca Quillcay (Cordillera Blanca) mediante el desarrollo de un aplicativo para teléfonos móviles ("App Calculadora de ABI") basado en el Índice Biótico Andino (Andean Biotic Index - ABI) y en la diversidad de macroinvertebrados acuáticos, que son bioindicadores de las condiciones físicas y químicas de estos ecosistemas. Luego de este desarrollo, se ha validado el aplicativo con usuarios locales de los comités de pastizales de la zona, con el apoyo de docentes y alumnos de la Universidad Santiago Antúnez de Mayolo.

Se hicieron muestreos de la macrofauna en lugares de referencia (Laguna y río Churup) y contaminados (Laguna y río Shallap, río Quillcayhuanca y río Auqui) en la subcuenca de Quillcay (Huaraz-Independencia, Áncash) durante la estación húmeda y de estiaje entre 2013 y 2014. Se identificaron los organismos a nivel de familia para determinar la calidad del agua según sus puntajes de sensibilidad frente a la contaminación comprendidos en los índices biológicos ABI y BMWP (Biological Monitoring Working Party) de

Inglaterra, Colombia, España y Cuba. Se analizaron metales en muestras de agua y sedimentos por espectroscopía de emisión con plasma de acoplamiento inductivo en el laboratorio, y se evaluó pH, temperatura, oxígeno disuelto y conductividad con equipos portátiles en el campo. Se realizó un Análisis de Varianza para determinar diferencias en las condiciones fisicoquímicas entre los lugares de muestreo; un Análisis de Componentes Principales para evaluar la influencia de las variables fisicoquímicas sobre el estado de cada cuerpo de agua; y un Análisis de Correspondencia Canónica para determinar la relación entre la diversidad de macroinvertebrados y las condiciones de cada hábitat. Con ayuda de estos análisis, se comparó el resultado de cada índice y se seleccionó el más adecuado para evaluar la calidad de agua en esta zona.

La App Calculadora de ABI fue diseñada y codificada en GitHub, un sistema de control colaborativo de revisión y desarrollo de software y aplicaciones en la web de acceso gratuito. La App fue usada en Yacuraca, Cahuide y Coyllur (Quillcayhuanca), y permitió calcular y transmitir información en tiempo real, ubicándola en un mapa virtual donde la calidad de agua se visualiza en colores de acuerdo al rango de puntajes obtenidos mediante el ABI.

Los lugares afectados por drenajes ácidos y metales tuvieron un menor pH, y mayor conductividad y concentración de metales que los lugares de referencia. Los lugares de menor calidad mostraron una menor abundancia y riqueza de organismos (hirudíneos, oligoquetos, dípteros y coleópteros) que los menos impactados (efemerópteros,

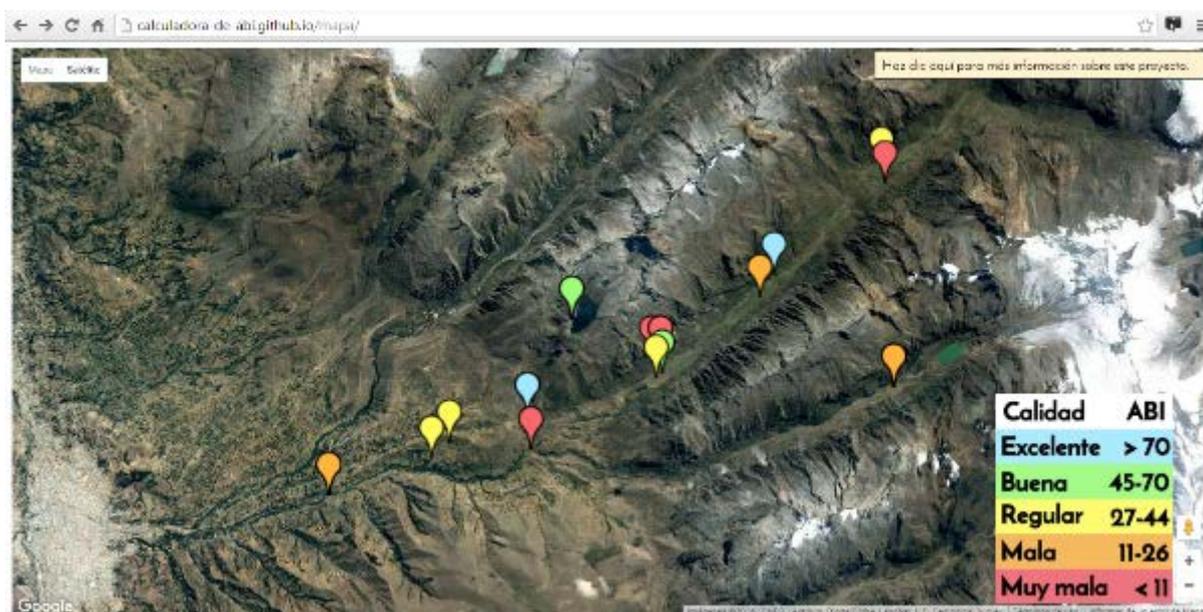


Foto 1. Calidad del agua mediante el ABI en la subcuenca Quillcay

plecópteros y tricópteros). Todos los índices calculados mostraron diferencias entre los lugares afectados por drenajes ácidos (mala a muy mala calidad de agua) y aquellos de referencia (muy buena a regular), pero solo el ABI obtuvo los puntajes más elevados en relación con las condiciones físicas y químicas de cada lugar, por lo cual fue seleccionado para estas evaluaciones. Estos resultados fueron corroborados en el campo mediante el uso de la App Calculadora del ABI.

En conclusión, los arroyos altoandinos albergan una rica diversidad de macroinvertebrados, cuya distribución está gobernada por el estrés múltiple causado por la altitud, la acidez y los metales. A través del uso de la App Calculadora de ABI, la macrofauna puede ser utilizada como una herramienta indicadora de cambios en el ambiente y ser de utilidad para la evaluación in situ del grado de contaminación y alteración de ecosistemas dulceacuícolas, para una mejor toma de decisiones y gestión de los recursos hídricos en cuencas altoandinas.

## EL CAMBIO DE LA COBERTURA FORESTAL Y SU IMPACTO EN LOS FLUJOS DE AGUA Y SEDIMENTO EN CUENCAS ANDINAS DEGRADADAS

*Conferencia de Armando Molina. Escuela Politécnica Nacional de Quito*

Los cambios de cobertura del suelo pueden ser más importantes que los cambios del clima y pueden tener mayor repercusión sobre los flujos de agua y sedimentos. En este sentido es necesario estudiar la variabilidad temporal y respuesta hidrológica de estos cambios de cobertura.

Un proceso de deforestación lleva por ejemplo a un aumento del rendimiento hídrico de una cuenca, pero a la disminución del caudal base que es importante en temporadas de estiaje.

Existen pocos estudios sobre el impacto de la reforestación/ revegetación sobre los flujos de agua y sedimentos. Algunos estudios demuestran que en las primeras etapas de un proceso de reforestación las necesidades hídricas son altas con lo cual en esta etapa existe disminución del rendimiento hídrico de la cuenca. Una vez que la cobertura forestal alcanza la madurez el rendimiento hídrico puede aumentar.

La hipótesis de la investigación se basa en la respuesta hidrológica de una cuenca que es compleja y depende de las condiciones iniciales del ecosistema y del tipo de vegetación establecida.

El estudio se ha dado en una Cuenca inter-andina con alta presión sobre la tierra (deforestación, reforestación); donde ha sido importante estudiar la respuesta hidrológica en base a series de tiempo de datos hidrometeorológicos. Esta área se caracteriza por una fuerte deforestación en las partes altas (46 ha/año) que equivalen a una conversión a tierras arables de aproximadamente el 74% y en las partes bajas, ha ocurrido una disminución de tierras degradadas (-28 ha/año) por conversión en plantaciones de bosque y revegetación natural.

Se han utilizado series de tiempo de datos diarios de lluvia y caudales que fueron proporcionados por parte del Instituto

Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). Datos consistentes y continuos de flujos diarios de agua fueron utilizados para la época 01/01/1979 hasta 31/12/1982 (INECEL), y desde 01/01/2005 hasta 31/12/2007 (ISCO *water sampler, acoustic distance sensor*)

Los flujos mensuales de agua fueron analizados por medio de WETSPRO para separar el flujo base. El modelo utiliza técnicas de separación de flujos basado en el método de filtros de Chapman. También se ha utilizado un modelo empírico de erosión hídrica que se ha basado en mediciones de 37 micro-cuencas (<1-16 km<sup>2</sup>), donde se ha reconstruido las tasas de erosión hídrica a partir de mediciones de volúmenes de sedimento acumuladas en diques de retención (106 diques), correlacionándolos con datos ambientales recolectados (vegetación, suelo, geología, topografía)

Los resultados del análisis de series de tiempo de datos de lluvia y caudales (1979-2007) indican que la tala del bosque nativo (por -22%) ha contribuido al aumento en el rendimiento hídrico total anual, a través de un aumento en el flujo base anual de 25 mm. Los cambios observados en los eventos extremos son importantes ya que la escorrentía diaria máxima disminuyó en 5 mm a pesar que las cantidades de lluvia diaria son más altas. La disminución observada en los flujos pico no puede ser explicada por la tala del bosque nativo, debido a que el efecto de la deforestación en la generación de escorrentía superficial es limitado. Por el contrario, esta reducción se relaciona a la reforestación de las tierras degradadas con plantaciones forestales exóticas como también a la recuperación espontánea de la vegetación en tierras que permanecen en pastoreo.

La producción de sedimentos (1979-2007) disminuyó fuertemente como se demuestra por las estimaciones basadas en el modelo de erosión empírico calibrado para

la cuenca del Jadán y las técnicas de curvas de descarga de sedimento. Aunque la deforestación en las partes altas llevó al aumento de la actividad de los deslizamientos, este cambio no se refleja en un aumento de la producción de sedimentos. Los ríos pequeños de montaña están a menudo casi completamente bloqueados por materiales de deslizamientos de tierra, lo que reduce su potencial para el transporte de sedimento.

Por otro lado, la reforestación y la revegetación espontánea de las tierras degradadas pueden significativamente alterar el balance de sedimento total de cuencas montañosas en estado de recuperación. Zonas vegetadas de amortiguamiento se desarrollan en sistemas de cárcavas activas que llevan a una reducción más fuerte en la entrega de sedimento hacia el sistema fluvial en comparación con la reducción en la producción de sedimento por el flujo superficial.

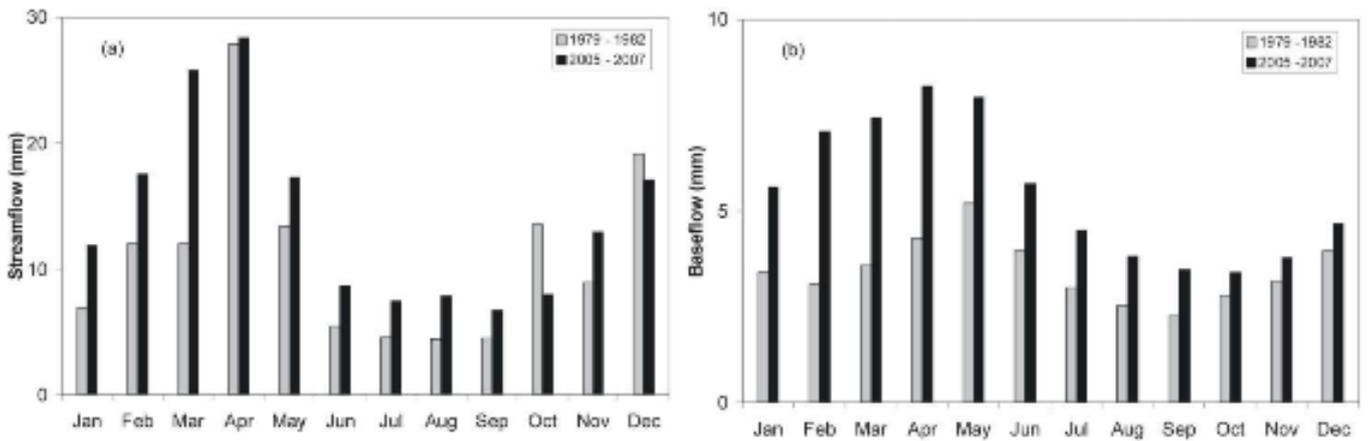


Gráfico 1. Cambios en la distribución temporal del flujo

## DECISIONES ROBUSTAS EN LA PLANIFICACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN LA CUENCA CHIRA-PIURA INCORPORANDO ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

*Conferencia de Nilton C. Autoridad Nacional del Agua*

El objetivo del trabajo fue aplicar la metodología de "Apoyo a las decisiones robustas" (RDS) en la priorización de intervenciones en la cuenca Chira-Piura, según su impacto en la disponibilidad de agua, simulado por el modelo WEAP con proyecciones de escenarios climáticos.

La metodología RDS permite abordar problemas en condiciones de incertidumbre, tales como el cambio climático. Utiliza como marco de análisis el XLRM, y la evaluación integrada de modelos para trazar un conjunto de escenarios, reflejando el desempeño posible de una estrategia de manejo, bajo diferentes condiciones futuras asumidas. Usa técnicas estadísticas avanzadas para identificar las condiciones que permitirán identificar estrategias cuyo desempeño es pobre.

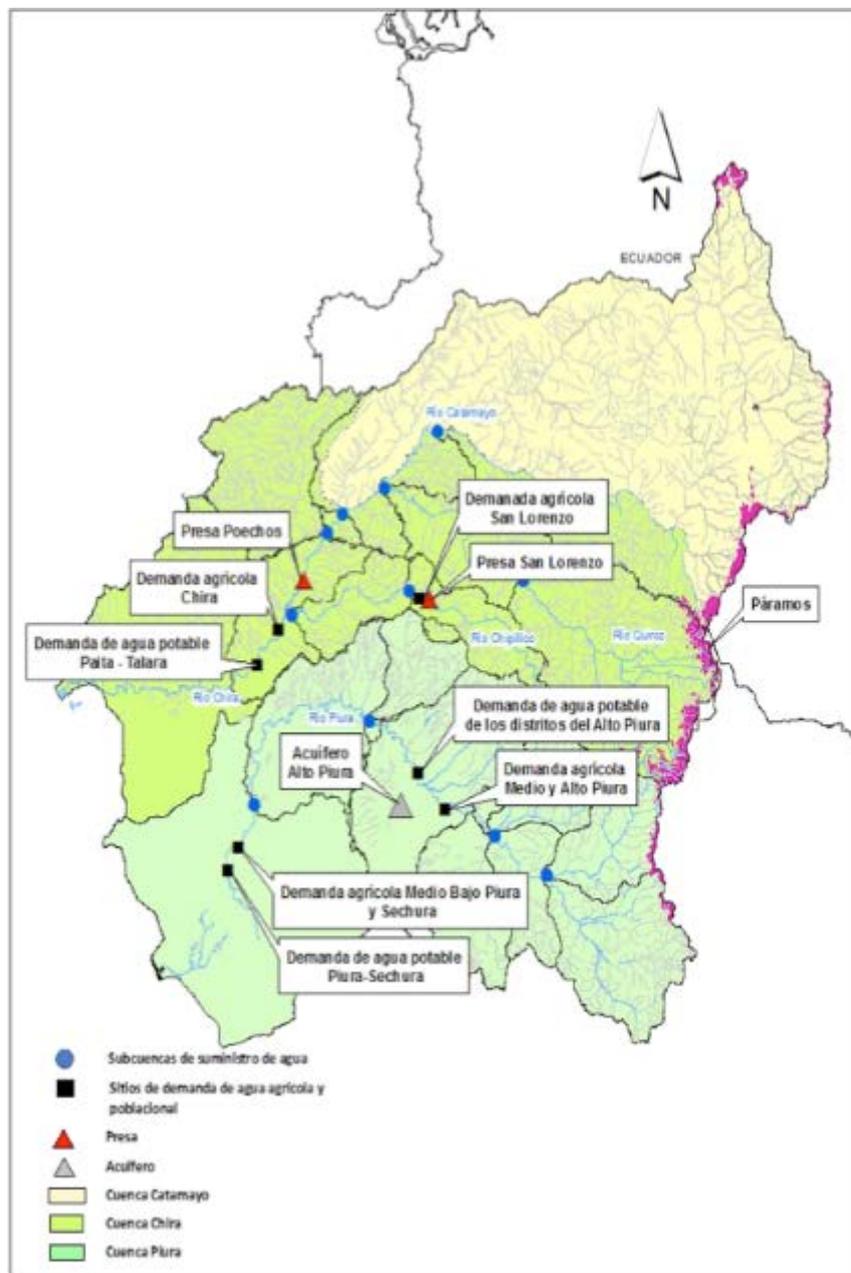
Se seleccionaron 5 escenarios de cambio climático que corresponden a RCP 8.5. Las incertidumbres no climáticas simuladas fueron la pérdida de superficies de páramos, la

expansión del área agrícola bajo riego y el cambio de cultivo de arroz.

Las estrategias individuales de gestión de la cuenca estuvieron referidas a la conservación de servicios ecosistémicos y reforestación, mejoramiento de la eficiencia de riego, afianzamiento del sistema de irrigación San Lorenzo y de la presa de Poechos.

Los resultados de estas estrategias fueron discutidos de manera participativa priorizando tres alternativas de gestión:

- La primera implica incrementar la eficiencia de riego en todos los sistemas hidráulicos. Reduce significativamente la vulnerabilidad en la cuenca (3 a 12%), relacionada con la cobertura de la demanda agrícola en el Medio Bajo Piura, Chira y San Lorenzo.
- La segunda propone mejorar la eficiencia de riego



Mapa 1. Cuencas de los ríos Catamayo, Chira y Piura

(al 2020), forestar y reforestar (al 2025) y afianzar el sistema de riego San Lorenzo mediante la construcción de la presa Vilcazán (al 2030). El volumen almacenado en Poechos y San Lorenzo contribuye a cubrir las demandas agrícolas antes mencionadas. La construcción de Vilcazán reduce la vulnerabilidad del volumen almacenado en San Lorenzo, y éste a su vez mejora la cobertura de la demanda de agua de la JUSH del mismo nombre. El volumen almacenado en San Lorenzo reduce la vulnerabilidad entre el 5% y 27% dependiendo del clima evaluado.

- La tercera plantea recuperar la capacidad de almacenamiento de la presa Poechos, de 403 a 750 MM3 al año 2025. Esto reduce la vulnerabilidad en la cobertura de la demanda agrícola de las JUSH del

Medio y Bajo Piura y JUSH del Chira, en la generación de energía de la presa Poechos y además reduce ligeramente la vulnerabilidad en la generación de energía eléctrica en Curumuy. El modelo indica que la sedimentación del embalse persistirá y continuará disminuyendo la capacidad de la presa a través del tiempo, dependiendo de la operación del embalse y de la ocurrencia de fenómenos extremos.

- sistematización del proceso de transferencia y construcción de la metodología RDS en la cuenca Chira-Piura se ha plasmado en la Caja de Herramientas “Decisiones robustas en la planificación de recursos hídricos, incorporando escenarios de cambio climático”, y está disponible en [www.para-agua.net](http://www.para-agua.net).

# EJE TEMÁTICO: BIODIVERSIDAD Y SEGURIDAD ALIMENTARIA

## CAMBIO CLIMÁTICO: GLACIARES, PASTIZALES Y SEGURIDAD ALIMENTARIA

*Conferencia Magistral de Enrique Flores Mariazza. Rector de la Universidad Nacional Agraria La Molina*

La presentación intenta sintetizar una serie de investigaciones desarrolladas en los últimos años por el Laboratorio de Ecología y Utilización de Pastizales de la Universidad Nacional Agraria La Molina, sus hallazgos y relación con ecosistemas sensibles a los efectos del cambio climático, y su implicancia en la seguridad alimentaria.

Para entender mejor el funcionamiento de los ecosistemas de montaña y su aporte en la seguridad alimentaria, debemos entender que existen poblaciones por encima de los 4,000 msnm, quienes se benefician directamente de los servicios ambientales que proveen los glaciares y los ecosistemas asociados a ellos. Esta estrecha relación y vínculo, es el principal puente de conexión entre el hombre y el ambiente que lo rodea, y hacia quienes van dirigidos el desarrollo de planes y programas estratégicos para la mitigación y adaptación frente al cambio climático.

La protección y preservación de la cobertura vegetal altoandina a través de programas de manejo, garantiza el desarrollo sostenible de la ganadería, traducándose no solo en un beneficio económico, sino también, en mayores oportunidades de desarrollo e inclusión social – alimentaria. Los resultados de las simulaciones se presentan en el desarrollo de contenidos.

### Relevancia del ecosistema de pastizal

Cuando hablamos de ecosistemas de montaña, necesariamente tenemos que referirnos a regiones por encima de los 3800 msnm. Aquella ecorregión de Puna que abarca aproximadamente 25 millones de hectáreas de terreno, representa el 30% de superficie del país, alberga a casi el 70% de glaciares tropicales del mundo y a más de 2 millones de familias campesinas dedicadas principalmente

a la agricultura y ganadería. Son ecosistemas importantes en términos de servicios ambientales, considerado a su vez, como el vínculo fundamental entre la sociedad y el ambiente que lo rodea.

El manejo sostenible de estos ecosistemas, tiene marcada importancia en el aprovisionamiento de un conjunto de servicios a escala global, regional y local; desde el incremento del secuestro de carbono, beneficiando a la comunidad internacional, hasta la reducción en la degradación de suelos, contribuyendo a la conservación de la producción ganadera de los pastores locales, siendo esta última, fundamental en su aporte a la seguridad alimentaria.

Los ecosistemas de Puna hacen una contribución importante en la seguridad alimentaria, satisfacen el 46.5% de la demanda de carne y casi el 24% en de la demanda en leche. Además, como ejemplo práctico, el aporte proteico de los ecosistemas de montaña podría satisfacer la demanda en la dieta de los niños entre los 7 meses a 3 años de edad en todo el país, contribuyendo al desarrollo nutricional y psicomotriz de poblaciones de alta montaña en extrema pobreza y así alcanzar su potencial intelectual y contribuir en el futuro con estrategias efectivas ante el cambio climático.

### Amenazas a la integridad del ecosistema

A pesar de la importancia estratégica de los ecosistemas de montaña en términos de servicios y su aporte a la seguridad alimentaria tanto actual como potencial, estos enfrentan un conjunto de amenazas.

La primera tiene que ver con la pobreza, la población en extrema pobreza principalmente, presiona sobre los recursos naturales para satisfacer sus necesidades, impactando

negativamente sobre los ecosistemas, reduciendo su capacidad de resiliencia al cambio climático y alternando su aporte a la seguridad alimentaria. Las poblaciones de zonas montañosas, exhiben índices de vulnerabilidad nutricional, que van de media a alta, en regiones como Ayacucho y Apurímac. Otro proceso que va acompañado a la vulnerabilidad de las poblaciones ante el cambio climático, es

la degradación del ecosistema de pastizal, entendido como un proceso global, no aislado, que se retroalimenta con otros ya mencionados. Los modelos de degradación, como el presentado en el cuadro, predicen que para el año 2070 pasaríamos de tener 41.5% de pastizales en condición pobre a tener uno mayor de 53.6%, lo cual significa una pérdida de

Condición	2010		2070		Variación	
	Ha	%	Ha	%	UO	Carnes (Tn)
Excelente	74,591.5	0.5	0.0	0.0	-298,366.0	-5,997.2
Bueno	2,789,722.1	18.7	2,237,745.0	15.0	-1,655,931.3	-33,284.2
Regular	5,862,891.9	39.3	4,684,346.2	31.4	-1,767,818.6	-35,533.2
Pobre	6,191,094.5	41.5	7,996,208.8	53.6	902,557.2	18,141.4
<b>Total</b>	<b>14 ' 918,300.0</b>	<b>100.0</b>	<b>14 ' 918,300.0</b>	<b>100.0</b>	<b>-2 ' 819,558.7</b>	<b>-56,673.1</b>

**Tabla 1. Degradación de Ecosistema de Pastizal**

aproximadamente 56 Tn de carne, traducida en una pérdida en el potencial del ecosistema para contribuir en el orden de la seguridad alimentaria del 25%.

Finalmente, la vulnerabilidad socio-ecológica, no está aislada de los procesos de cambio climático, ya que, por sus características y morfología, mientras más variable sea el clima, los efectos se vuelven más impredecibles.

### Impactos del Cambio Climático

El cambio climático va a afectar a la estabilidad de los ecosistemas de montaña en diversos factores y escalas:

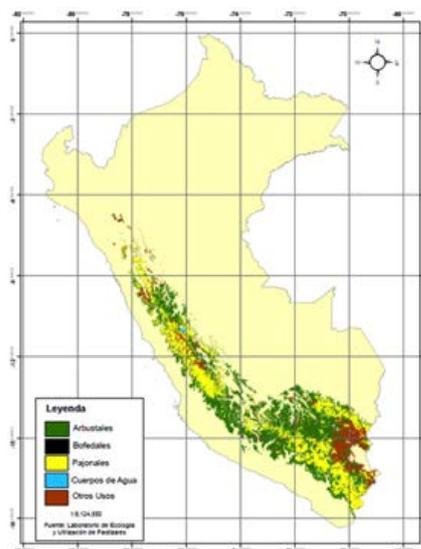
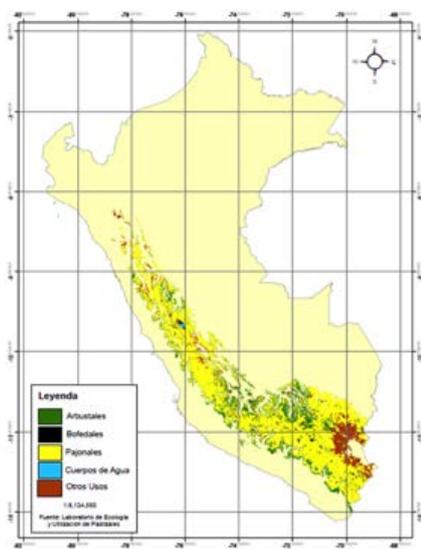
- El aumento de temperatura promedio en verano de 1.3°C (0.28°C/década), que, a su vez, contribuirá al retroceso glacial y reducción del agua disponible con el cambio en la composición florística.

*Fuente: Laboratorio de Utilización de Pastizales (2012)*

- La disminución de la humedad relativa (6%) y la precipitación en 15%, provocando la disminución del caudal de los cursos del agua y la productividad primaria y materia orgánica decrecerá.
- El aumento de la variabilidad y amplitud diurna de la temperatura en 1°C, trayendo consigo el incremento en la frecuencia e intensidad de eventos extremos e incrementando los niveles de riesgo.

El conjunto de todo acelerará los procesos de degradación; si se quiere enfrentar el cambio climático se tiene que luchar contra la degradación y pérdida de la biodiversidad.

Por otro lado, el siguiente mapa, es el producto de varios estudios, y muestra la variación temporal en cobertura y usos de la tierra al 2100. Mientras que la cobertura de arbustos tiene un aumento significativo, habrá una pérdida



**Mapa 1. Variación temporal en Cobertura y Usos de la Tierra**

*Fuente: Laboratorio de Ecología y Utilización de Pastizales.*

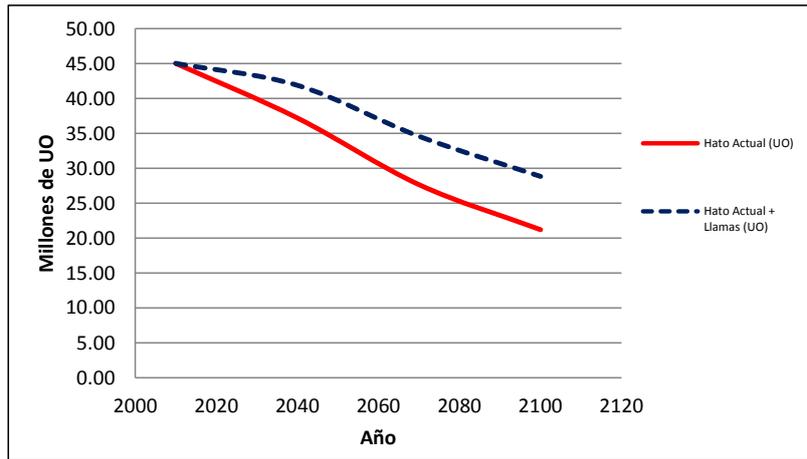
del 50% de cobertura florística de bofedales, estos últimos, considerados estratégicos, porque junto con los glaciares proveen de agua en épocas de estiaje.

### Estrategias de mitigación y adaptación

Para entender estos procesos debemos diferenciar primero entre mitigación y adaptación. La primera trata de aumentar la captura de gases de efecto invernadero (GEI) o reducir los mismos, mientras que la segunda, pretende responder a qué mecanismos se utilizarán para reducir los impactos del cambio climático.

En un estudio de simulación, si se aplicaran estas cuatro estrategias de mitigación: creación de áreas de reserva; reducir la carga animal; conservación de suelos y vegetación; y el mejoramiento del manejo de pastoreo, se puede reducir hasta 8.4 Mt Carbono/año.

Para la adaptación, un factor importante es el aprovechamiento de las ventajas adaptativas de los camélidos para diseñar sistemas de manejo y pastoreo; consumen poca agua y su dieta afecta en menor escala a los ecosistemas de pajonales y arbustos en comparación con los ovinos. En la gráfica se demuestra la reducción en 10% de los efectos de la capacidad de carga sobre estos ecosistemas.



Fuente: Flores, E. 2015

**Gráfico 1. Efecto del aprovechamiento de Arbustos con Llamas sobre la disminución en la Capacidad de Carga** Fuente: Flores, E. 2015

### Percepción de la población

Diseñar programas para atenuar los impactos del cambio climático, implica trabajar con la población de forma participativa.

En dos estudios conducidos por la Universidad Nacional Agraria La Molina, se desarrolló una serie de encuestas en Cerro de Pasco y Huaraz, sobre el pago por servicios ambientales; en ambos casos, la población respondió favorablemente sobre la percepción de la importancia del cuidado de estos ecosistemas sensibles, pero al momento

de establecer un fondo para la conservación, el monto dispuesto a pagar no supera un dólar mensual. Sin embargo, traducido en recaudaciones anuales, este monto, en teoría podría servir para el diseño y ejecución de programas de manejo sostenible.

### Opciones de manejo sostenible

La clave para enfrentar los retos del cambio climático está en diseñar programas de manejo sostenible. Estos aseguran un adecuado abastecimiento en servicios ambientales, un vínculo inseparable entre los ecosistemas

Sistema de Pradera Altoandina con:	Área de estudio (ha)	Valor Econ. Total (\$/ha/año)	Valor Econ. Total / Área de (\$/ha/año)
Manejo Tradicional	3.562	0.84	2994.41
Manejo Sostenible	3.562	14.71	52404.93

**Tabla 2. Valor Económico de Bienes y Servicios del Ecosistema (\$/ha/año)**

Fuente: Huertas y Flores, 2002

1 Mt (Megatonelada)= 109Kg

y la sociedad. Garantizar un aumento en capital natural humano es proporcional al incremento en la resiliencia de los ecosistemas.

El siguiente cuadro es una simulación para entender el valor económico de bienes y servicios del ecosistema; si la sociedad estuviera dispuesta a pagar por los servicios ambientales de los que se beneficia, es decir, aplicar un manejo sostenible, aumentarían sus ingresos de 3 mil dólares/año a más de 52 mil dólares/año.

### Grandes retos

El desarrollo de estrategias se ordena en cuatro dimensiones: Desarrollo de capacidades para promover la investigación participativa; formular planes participativos de manejo sostenible de los sistemas ecológicos, capacitar a los productores y grupos de interés e incorporarlos en la generación de conocimiento y toma de decisiones, y estudiar los sistemas de producción desde una perspectiva socio-ecológica; Ciencia y tecnología, para organizar sistemas de base de datos y conocimiento para guiar la adaptación y transformación de los sistemas socio-ecológicos, mejorar el marco conceptual y el soporte científico de los modelos ecológicos, y desarrollar sistemas de monitoreo y alerta temprana para mejorar la capacidad adaptativa de los productores; política y organizacional, a fin de promover una legislación especializada, separada de la forestal para el uso, conservación y mejora de los pastizales, establecer convenios con la academia, para el estudio y comprensión

de los ecosistemas, y crear instituciones conformadas por organizaciones sociales, científicas, productores, agencias y sponsors, para el aprendizaje social; y finalmente la dimensión económico-ecológica, para reconocer y valorar los servicios ambientales, mejorar el estado de conservación y la economía de los pastizales a través de la creación y manejo racional de aéreas naturales protegidas, y aumentar el valor comercial de los pastizales y productos de calidad mediante sello verde y etiquetado ecológico.

### Conclusiones

- El clima definitivamente afectará la contribución de la ganadería a la economía y seguridad alimentaria debido a cambios en la composición de la vegetación, capacidad de carga y uso de la tierra.
- PSA por uso de mejores prácticas de manejo y conservación de pastizales pueden atenuar las emisiones, la pérdida de potencial productivo y mejorar resistencia del ecosistema.
- El uso de camélidos en los sistemas productivos, debido a menor demanda de agua y su hábito alimentario de incluir arbustos en sus dietas, podría utilizarse como herramienta para atenuar los impactos del cambio climático.
- Se requiere diseñar una estrategia de sostenibilidad y seguridad alimentaria en la cual los roles del Estado, gobiernos regionales, y la academia estén claramente definidos y diferenciados.

## CAMBIO CLIMÁTICO Y AGROBIODIVERSIDAD RELACIONADOS CON LA SEGURIDAD Y SOBERANÍA ALIMENTARIA

*Conferencia Magistral de Karl Zimmerer. Geographic Syntheses for Social-Ecological Sustainability (GeoSyntheSES). Pennsylvania State University.*

Los ecosistemas de montaña son regiones ricas en biodiversidad, así como las asociadas a la agricultura o también conocida como agrobiodiversidad. Según el Convenio sobre la Diversidad Biológica, la agrobiodiversidad tiene cuatro componentes fundamentales: Los servicios ecosistémicos, los recursos genéticos para la alimentación y la agricultura, los factores abióticos y las dimensiones culturales y socio-económicas. En esta presentación, los resultados de los estudios de casos desarrollados en los Andes, siguen los lineamientos del componente cultural y socio-ecológico.

Así mismo, utilizando técnicas metodológicas combinadas para mostrar a la biodiversidad y su desarrollo geoespacial, se aplicó estudios etnográficos y encuestas socio-económicas, para entender principalmente que, si se quiere estudiar a la agrobiodiversidad, se tiene que hacer,

bajo un contexto de sistema ecológico que no sólo involucre a la parte biológica, sino también a aspectos socio-culturales y políticos.

Finalmente, se pretende entender a la agrobiodiversidad como un conjunto de procesos biológicos no aislados de los componentes socio-culturales, importantes para las poblaciones que viven en los ecosistemas de montaña, no solo como provisión de alimento, sino también como un componente central en el desarrollo etnográfico de la zona.

### Estudios de casos en los Andes

El desarrollo de proyectos de carácter interdisciplinario, es fundamental para evaluar la relación socio-cultural y socio-ecológica de las poblaciones y su entorno en escenarios futuros frente al cambio climático. Los estudios

más recientes se desarrollaron en las regiones centro y sur del Perú y de Bolivia, con el apoyo y soporte de organismos públicos y privados como el Instituto de Investigación Nutricional y universidades locales como la Universidad Nacional San Agustín de Arequipa y la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco.

La forma más sencilla de entender los vínculos entre sociedad y ambiente está en la agricultura, la gente del campo tiene saberes profundos como parte de su cultura y desarrollo social, en el manejo de los recursos naturales. Un ejemplo ilustrativo en el estudio de los aspectos sociales, culturales y ambientales, es el referente a las apariencias y procesos culturales compartidos entre la selección de semillas y las prácticas de tejer, donde ambas actividades aparentemente sin relación alguna, forman parte de la

cultura de las poblaciones en la región andina.

### Importancia de la agrobiodiversidad en el conocimiento alimentario y de comidas locales

Sabemos que en la agrobiodiversidad, la producción, la agroecología y ecología del paisaje, son las actividades más vinculadas en su aporte a la sociedad, pero es también importante recalcar, el consumo y conocimiento alimenticio, como parte de los procesos culturales de las poblaciones de las regiones altoandinas. Además, no se puede pensar en agrobiodiversidad sin su aporte estrecho con la seguridad alimentaria.

En este aspecto, hay valores nutritivos altamente reconocidos a nivel mundial en los cultivos y productos

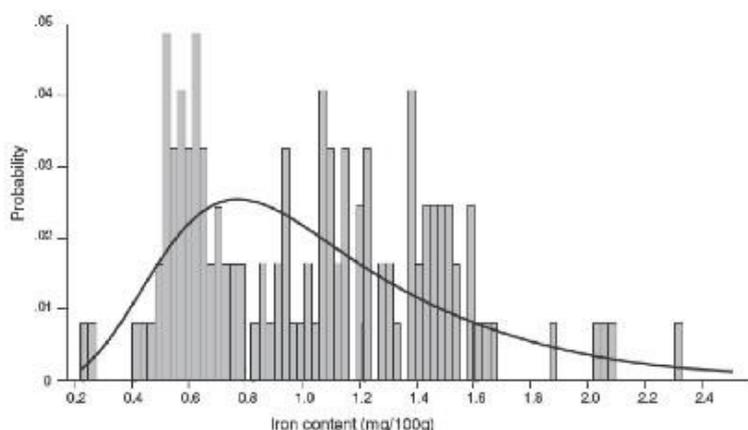


Gráfico 1. Distribution of iron in 123 potato varieties

Fuente: Berti & Jones, 2013.

andinos, que con un adecuado manejo de la agrobiodiversidad, se presentan como alternativas eficientes para mejorar la salud de la población. Así, por ejemplo, las más de 4.000

variedades de papa que se desarrollan en la región andina, podrían considerarse como una estrategia de adaptación frente al cambio climático, disminuyendo la vulnerabilidad

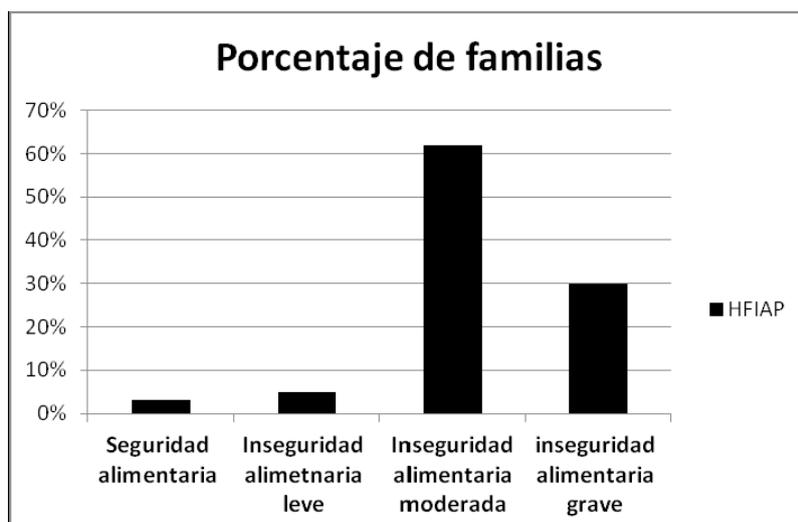


Gráfico 2. Porcentaje de familias por niveles de inseguridad alimentaria

Fuente: Scurrah, M. et al, 2012.

alimentaria de las poblaciones. En la gráfica adjunta, se muestra el contenido en hierro de 123 variedades de papa.

Así mismo, estudios realizados en las comunidades andinas, muestran que la inseguridad alimentaria alcanza un nivel moderado de hasta el 60%, y un nivel grave del 30%;

en suma es más de 90% de personas de las comunidades andinas viven en inseguridad alimentaria, como se aprecia en la siguiente gráfica.

### El Maíz Andino y la variación fenológica

En este mismo contexto, el Perú es, junto con México, cuna mundial del maíz. Esta variación fenológica es un factor determinante para enfrentar los retos del cambio climático y desarrollar estrategias de adaptación. A mayor altura, mayor variación fenológica; existen variedades de maíz muy susceptibles al cambio climático, mientras que otras se adaptan muy bien a condiciones de sequía o periodos de estiaje.

De igual forma, los paisajes culturales son fundamentales para la sostenibilidad de la biodiversidad agrícola reconocidos como sistemas de conocimiento, acceso a los recursos y desarrollo de las diversas prácticas, la ética, y otros factores.

### La Clave: Redes sociales y resiliencia de semilla en la Seguridad Alimentaria

Se viene desarrollando estudios de redes del intercambio de semillas, como un mecanismo socio-cultural para asegurar las provisiones alimentarias frente al cambio climático. Estas redes de intercambio se desarrollan entre comunidades, regiones, y paisajes, siendo aún un tema poco explorado. Sin embargo, una de las primeras contribuciones es el uso de nuevas herramientas tecnológicas, que buscan facilitar estos flujos de información de forma rápida y segura. Por ejemplo, simulando un escenario donde estudiantes y profesores visitan un sitio con fines de investigación y desarrollo de conocimientos, y desean tener información sobre semillas altoandinas, solo necesitan utilizar sus teléfonos celulares personales y seguir los procesos detallados a continuación:

- El participante envía un mensaje de texto básico (nombre técnico de un mensaje de texto es un SMS) con las respuestas a las diferentes preguntas de la encuesta, al número de teléfono del teléfono celular de su organización o comunidad.
- El software lee el mensaje de texto desde el teléfono celular conectado. Estos datos se transferirán entonces a la hoja de cálculo de Google para que pueda ser analizada.

Este diagrama-concepto fue creado por un estudiante de la Ingeniería humanitaria y programa de Emprendimiento Social en la Facultad de Ingeniería. Para hacer frente a los retos de la cobertura de telefonía celular intermitente en el Perú y Bolivia, el Laboratorio de Rutas de Ingeniería Eléctrica del Dr. Julio Urbina está diseñando un sistema de célula cerrada. Un resultado interesante del problema de la cobertura de telefonía celular intermitente y la solución de un sistema de celdas cerradas es que las comunidades pueden elegir deliberadamente cómo comparten los datos más ampliamente.

### La migración, redes sociales, y género en la agrobiodiversidad

Existen flujos migratorios de las zonas montañosas hacia las zonas más bajas, no solo en los Andes, sino a nivel global. Los retos están en responder a los desafíos ante el cambio climático y su relación con procesos de migración. Hay muchas actividades que se combinan con el modo de vivir de las personas, cómo combinar esta realidad con la agrobiodiversidad, es una pregunta esencial, que demanda un análisis integrado en el marco de los vínculos entre la diversidad biológica agrícola, la diversificación de los medios de vida, los sistemas ecológicos y la sostenibilidad potencial

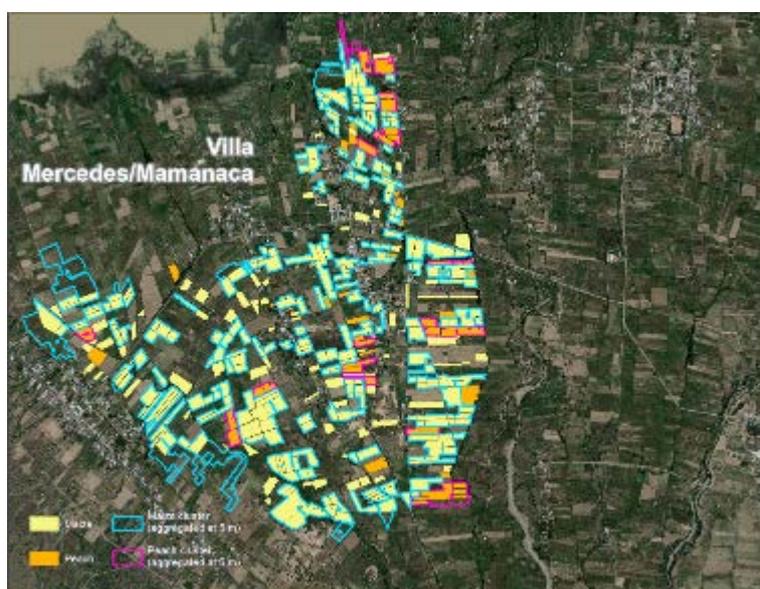


Figura 1. Spatial Clustering and Interactions of High-Agrobiodiversity Maize (in yellow) Interactions Fuente: Zimmerman, K., and Rojas Vaca, H.L., 2016.

en medio del cambio global, con políticas económicas y factores demográficos sociales.

En la imagen, por ejemplo, se muestra la agrupación espacial y las altas interacciones de agrobiodiversidad del maíz (en amarillo), donde se observa una tendencia fuerte de agrupar las parcelas para bajar el costo de la mano de obra, un factor clave para los contextos de migración.

### Ordenamiento territorial

El ordenamiento territorial entendido como el uso de la tierra, integrando el espacio territorial como una fuente de oportunidades. Pero es importante centrarla como una etapa sostenible para la agrobiodiversidad y la forma en que estos procesos incorporarán estos sistemas, a pesar de no ser fáciles de implementar.

### Los mercados y su importancia para la agrobiodiversidad y la seguridad alimentaria

La influencia de los mercados en este aspecto es complicada; por un lado, son negativos, cuando la homogeneización en los sistemas de comida a nivel mundial en función a la demanda del mercado mundial, simplifican los productos de la agrobiodiversidad con los que se cuenta. Sin embargo, resultados de estudios desarrollados demuestran, que en las zonas urbanas se están dando tendencias favorables al consumo de estos productos.

En conclusión, los trabajos y resultados de las investigaciones desarrolladas, son cambios globales que se están viendo, que todos conocen, pero a nivel nacional, más allá de los estudios que se realicen, se trata del desarrollo de políticas multisectoriales, no solo es un asunto de sectores específicos, es un trabajo holístico para hacer frente a los impactos del cambio climático.

## BOFEDALES: CAMBIOS SOCIO-ECOLÓGICOS Y SOSTENIBILIDAD

*Conferencia de Molly H. Polk. University of Texas at Austin*

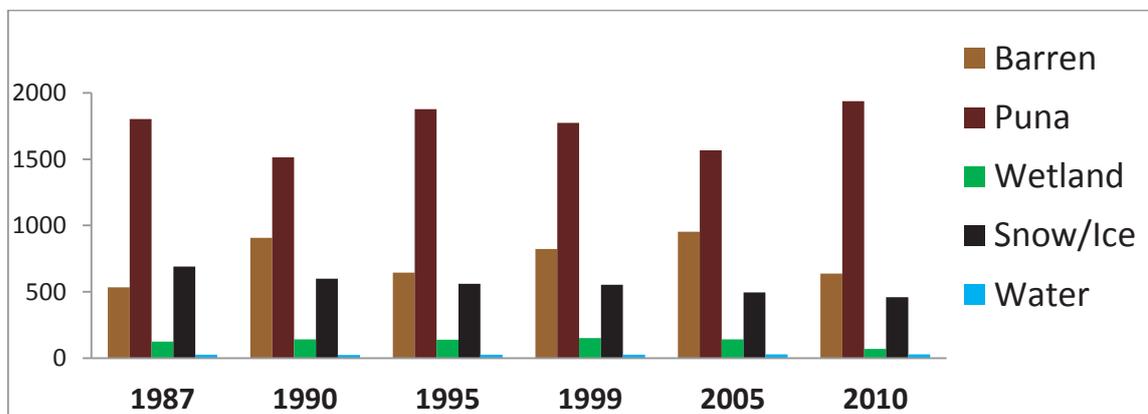
El bofedal está caracterizado por la presencia de suelo turboso, donde la acumulación de materia orgánica excede la tasa de descomposición. Este estudio se desarrolló bajo dos perspectivas:

- **Perspectiva cualitativa:** donde se observó cambios socioecológicos de bofedales en el parque Nacional Huascarán, y se determinó por cuarenta entrevistas, a los campesinos directamente vinculados con bofedales en quechua y español.
- **Perspectiva cuantitativa:** donde se usó seis imágenes Landsat TM mosaicos 1987, 1990, 1995, 1999, 2005, 2010, durante veintitrés años; utilizando el método clasificación híbrida. Los cambios están vinculados a impactos negativos para los sustentos

de vida por los campesinos quienes dependen de los bofedales para la ganadería.

Según los resultados de caracterización, se distribuyen en cinco clases: Denudado, Puna, Bofedal, Hielo y lagunas, cuyo dominio es Puna y las lagunas ocupan 0.8% del paisaje.

Según los resultados evaluados se tiene que hay cambios en la calidad y cantidad de agua, los bofedales están cambiando, ahora solo se encuentra pedazos de oconales, y van disminuyendo de veinte a treinta metros por año; se logró identificar cuatro procesos espaciales que implican efectos negativos para la ecología y los servicios ecosistémicos, como atrición, fragmentación, disminución y aislamiento.



*Fuente: Resultados de investigación de Bofedales: Cambios Socio-Ecológicos y Sostenibilidad.*

**Gráfico 1. Resultados de caracterización**

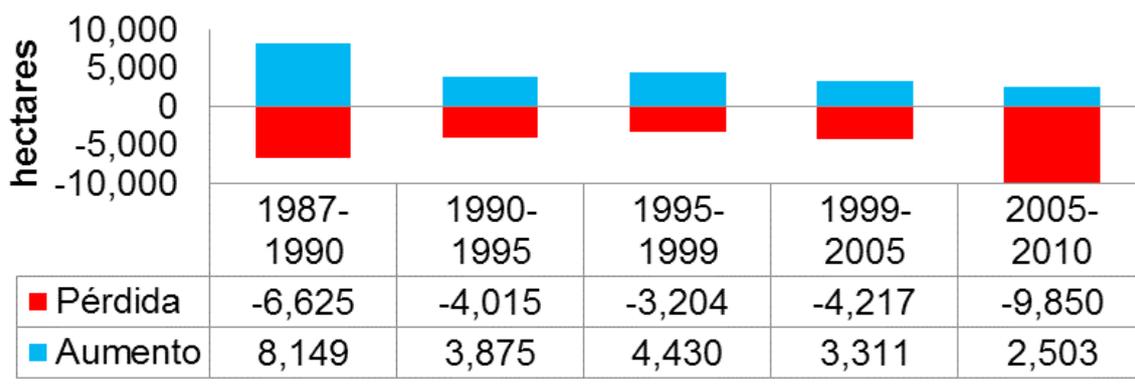


Gráfico 2. Cambio de área de bofedales

Según se observa en los años entre 1987 y 1999, los bofedales fueron estables y desde 1999 hasta 2010, hubo una pérdida grande de área de bofedales. El mayor cambio ocurrió entre 2005 y 2010, por lo que se debería seguir investigando si esta tendencia continúa después del 2010.

En conclusion, se debe mantener la sostenibilidad de los bofedales y adaptaciones al cambio climático; la protección y conservación del ecosistema, y la prevención de los impactos negativos para los que dependen de los bofedales.

## MAPEO DE BOFEDALES EN CABECERAS DE CUENCA MEDIANTE IMÁGENES DE LOS SATÉLITES LANDSAT

Conferencia de Jorge Luis García Dulanto

Los bofedales son humedales altoandinos, considerados como ecosistemas frágiles, localizados sobre los 3800 msnm y se encuentran principalmente en la zona sur y central del país. Ocupan una superficie aproximada de 549,360 ha., que representa el 0.4% del total nacional.

El objetivo del estudio es establecer una metodología que identifique y cuantifique los bofedales de puna, situados aproximadamente sobre los 3800 msnm de la cuenca alta del río Chillón, usando Datos Imágenes de los Sensores TM, ETM+ y OLI a bordo de los Satélites Landsat. Los objetivos específicos fueron:

- Determinar una zona de trabajo piloto en la cuenca alta del río Chillón.
- Generar los mapas de NVDI, NDWI, NDII
- Hacer una clasificación supervisada de la cuenca alta del río Chillón
- Cuantificar y evaluar la posible variación de los bofedales de la cuenca alta del río Chillón.

Se utilizaron imágenes de satélite Landsat, las cuales fueron descargadas, calibradas radiométricamente y corregidas.

En el trabajo de campo se tomó en un solo día 5 muestras de suelo de bofedales para realizar los análisis de pH, T, conductividad eléctrica, humedad del suelo. También

para la caracterización mineralógica mediante DRX

Los resultados a nivel de campo son los siguientes: La temperatura promedio, T, 12.4oC, el valor promedio de la EC fue de 0.2 ds/m, lo cual indica que el suelo del bofedal no es salino y VWC obtenido fue de 0.46

Asimismo, se utilizaron índices para la identificación de bofedales. El NDVI para estimar la calidad y desarrollo de la vegetación; el NDWI para estimar la saturación de humedad que posee el suelo; y NDII, para discriminar la sobresaturación de agua dentro de la vegetación. Utilizando dichos índices se mejoró la detección de bofedales en la cuenca.

En base a la aplicación de esta metodología se estimó la extensión de humedales para el período 1986-2015. El área total de bofedales estimada para la cuenca del río Chillón es 1862.55 ha., lo cual representa un 0.76% del área total cuenca.

Asimismo, se hizo un ejercicio para los departamentos de Ayacucho y Apurímac. En el primer caso, se estimó una extensión de 8934 ha, que representa el 1.11% del área total del departamento. En el segundo caso se estimó 48,282.48 ha, que representa el 1.61% del departamento. Las conclusiones del presente estudio fueron las siguientes:

- El VWC de agua fue 0.46, el análisis del pH del suelo del bofedal dio como resultados, valores que se

encuentran entre 4.7 y 6.51, lo que determina que son suelos ácidos y fuertemente ácidos. Se observó que el suelo de bofedal piloto es no salino y que está compuesto principalmente de Albite y Quartz.

- Del cálculo del NDSI observamos que la cantidad de pixeles del cercano al bofedal piloto disminuye en un 68.2%, mientras que las áreas de los bofedales tienen una aparente leve tendencia al aumento.
- Las principales características del bofedal, son la poca pendiente, vegetación permanente y la humedad constante. En base a estos se calcularon los índices

NDVI, NDWI, NDII, que por separado zonifican con cierto grado de exactitud a los bofedales. Los valores de NDVI que zonificaron a los bofedales están entre 0.436 y 0.832. Los valores de NDWI que zonificaron a los bofedales están entre -0.851 y -0.513. Los valores de NDII que zonificaron a los bofedales están entre 0.003 - 0.479

- La clasificación supervisada zonificó mejor los bofedales.
- La metodología se puede replicar a otras zonas del Perú.

## LA RESERVA ALIMENTICIA EN LAS LAGUNAS ALTOANDINAS: EL CUSHURO (NOSTOC SP)

*Conferencia de David Jesús Ocaña Vidal. INAIGEM*

En las lagunas o cochas altoandinas en el departamento de Ancash, que alberga los glaciares más importantes del Perú, nacen los ríos, lagunas y quebradas, los cuales

presentan condiciones óptimas para el desarrollo del Nostoc sp o más conocido como cushuro.



Foto 1. Nostoc sp o cushuro

Pero ¿Qué es cushuro?, ¿Cuáles son sus propiedades?, ¿En qué radica su importancia?, ¿Tiene algún valor nutritivo?, ¿Podemos reproducirlo? son algunas de las interrogantes que trataremos de aclarar de manera sencilla.

El cushuro (*Nostoc sp*) es una cianobacteria fijadora de nitrógeno que se desarrolla de manera natural en altitudes mayores a los 3000 msnm. Crece mayormente en época de lluvia, formando colonias gelatinosas de color verde olivo o pardo verdoso o amarillento, de forma esférica hasta 4.5 cm, que se desarrollan muy bien en lagunas poco profundas por la necesidad de realizar fotosíntesis.

Por citar algunas de las principales propiedades del cushuro: su alto contenido proteico, grasas, minerales (Ca, P, Fe, Na, K) y rico en Vitaminas (B1, B2, B5, B8).

El objetivo general de este trabajo fue determinar los

parámetros que permitan una producción a escala y sostenida del Nostoc sp "Cushuro". Además, fijamos dos objetivos específicos: a) Caracterizar físicoquímica y biológicamente las lagunas altoandinas para la producción a escala del Nostoc sp "Cushuro"; y b) Describir los aspectos socioeconómicos relacionados a la producción del Nostoc sp "Cushuro".

En las cochas se encuentra ampliamente distribuido el Nostoc sp. En la actualidad no se tiene un inventario que nos permita determinar con exactitud la distribución del Nostoc sp. En el presente estudio se hizo el análisis en 08 cochas ubicadas en la subcuenca Pachacoto del Distrito de Catac, Provincia de Recuay, Departamento Ancash.

La recolección del Nostoc sp se realiza en forma masiva en épocas comprendidas entre noviembre a marzo.

Las características que se han encontrado para la

producción son las siguientes:

- Baja profundidad relativa (20 cm.) que permita que el Nostoc sp pueda captar la luz para realizar fotosíntesis.
- Flujos de entrada y salida lentos que permitan mantener el agua en reposo y calma.
- Condiciones de leve alcalinidad como máxima 9.7 pH.
- Temperatura variable sin llegar al punto de congelación.

Para poder caracterizar las mejores condiciones para el

crecimiento del Nostoc sp se realizó el monitoreo y medición de parámetros in situ (pH, OD, CE, T°), en la laguna Patococha y las ocho cochas adyacentes. Las mediciones se realizaron en dos estaciones; épocas de lluvia, época de estiaje.

Se pudo apreciar que en cuatro de las ocho cochas se encontró Nostoc sp, en las que se encontraron y no se encontró no existe diferencia significativa en lo que se refiere a la calidad del agua, entonces en este caso el agua no es el factor determinante.

**Tabla 1. Resultados del monitoreo físico químico en época de lluvia**

Lugar	Presencia de Nostoc	Código	pH	OD(mg/l)	CE(uS/cm)	T° (°C)
Laguna 01 (Patococha)	Si	PAT-AG-01	8,82	5,92	97,67	16,10
Cocha 02	No	-	9,14	7,45	110,00	14,00
Cocha 03	Si	PAT-AG-02	9,09	5,94	98,50	10,17
Cocha 04	Si	PAT-AG-03	8,67	4,58	127,50	8,82
Cocha 05	No	PAT-AG-04	8,54	6,67	147,50	9,15
Cocha 06	No	-	7,03	3,78	41,50	6,54
Cocha 07	Si	PAT-AG-05	9,72	6,39	43,50	21,07
Cocha 08	No	PAT-AG-06	8,08	5,79	16,00	17,96
Cocha 09	Si	PAT-AG-07	8,27	6,87	14,00	16,91

**Tabla 2. Resultados del monitoreo físico químico del agua en época seca**

Lugar	Presencia de Nostoc	Código	pH	OD(mg/l)	CE(uS/cm)	T° (°C)
Laguna 01 (Patococha)	Si	PAT-AG-01	8,52	4,43	189,00	8,09
Cocha 02	No	-	-	-	-	-
Cocha 03	Si	PAT-AG-02	7,70	3,81	147,00	7,97
Cocha 04	Si	PAT-AG-03	9,59	4,90	100,00	13,44
Cocha 05	No	PAT-AG-04	7,44	3,05	268,00	15,62
Cocha 06	No	-	-	-	-	-
Cocha 07	Si	PAT-AG-05	9,07	5,19	131,00	16,07
Cocha 08	No	PAT-AG-06	9,08	5,30	18,00	14,00
Cocha 09	Si	PAT-AG-07	7,19	4,67	24,00	13,64

Podríamos pensar en la propagación del *Nostoc sp* a escala comercial en la cual se incrementa su consumo de manera similar al de la papa, quinua, choclo. La producción es complicada; pensemos que la producción del *Nostoc sp*, en óptimas condiciones es de 1.0 kg. / m<sup>2</sup>, y que necesita un flujo permanente de agua, de esta manera si quisiéramos producir toneladas de *Nostoc sp*, de similar manera que otros productos nos faltaría Ha. de lagunas en condiciones adecuadas a las descritas.

Según el *Inventario Nacional de Glaciares y Lagunas* realizado por el ANA el 2014, existe 1 484 986.200 ha de superficie de lagunas en el ámbito de las cordilleras, que podrían potencialmente ser usadas para la siembra y el manejo del *Nostoc Commune*, pero aquí surge un inconveniente, la profundidad de estas; las lagunas con

batimetría en las cordilleras Blanca, Huayhuash, Raura y Huaytapallana mantienen profundidades que van desde los 2-124 m.; por decirlo de otra manera, ninguna es apta para la siembra y manejo del *Nostoc Commune*, entonces el manejo queda restringido a las pequeñas cochas muchas de estas estacionales.

¿Entonces qué podemos hacer para producir *Nostoc Commune*? La alternativa podría ser el manejo y adecuación de pequeñas cochas en los terrenos comunales que cumplan con las condiciones para su propagación.

La producción en época de estiaje es un reto pues en esta temporada existe déficit de agua y el almacenamiento podría ser una alternativa para mantener la producción durante todo el año.



Foto 2. Recolección del cushuro

Como conclusiones y recomendaciones tenemos las siguientes:

- No se requiere lagunas profundas para la producción a escala, pudiendo crear fácilmente lagunas artificiales, sin mucha demanda de agua, esto es importante en el marco del cambio climático.
- El Cushuro no exige agua de buena calidad, crece en pH ligeramente básico. La producción a escala debe cercarse para evitar contaminación del agua por residuos fecales del ganado.
- No se ha podido observar influencia directa en los valores de conductividad eléctrica y temperatura entre las lagunas con y sin presencia de *Nostoc sp*.
- El consumo de Cushuro puede contribuir a disminuir o prevenir la desnutrición de los niños menores de 05 años. Debería considerarse para que sea parte de la dieta en los programas sociales de alimentación.
- Entre las recomendaciones sugeridas está la importancia de continuar el monitoreo de la calidad del agua y realizar correlaciones con la presencia de nutrientes tanto en época seca como lluviosa y su relación con la biomasa del Cushuro.
- Las lagunas o cochas se deben manejar como un ecosistema articulado a otros como los humedales, glaciares, pajonales.

### Preguntas

*¿Son un problema las comunidades con la tenencia de tierras para masificar el Cushuro?*

La tenencia de tierra, ya no es un problema, muchas comunidades se han distribuido las tierras y el manejo es familiar. Para masificar la producción se debe cercar porque se complementa con el pastoreo y las cochas como bebederos de ganado.

## MONITOREO DE DINÁMICAS SOCIOAMBIENTALES EN PAISAJES DE BOSQUES ANDINOS: RETO Y POTENCIALIDADES PARA EL MONITOREO DE BIODIVERSIDAD, DINÁMICAS PRODUCTIVAS Y SEGURIDAD ALIMENTARIA

*Conferencia de Manuel Peralvo. Programa de bosques andinos – CONDESAN, Ecuador*

Los paisajes andinos presentan variabilidad extrema a múltiples escalas, resultado de la interacción de procesos sociales y ambientales. La diversidad a nivel de especies y ecosistemas se ve acentuada por el efecto de regímenes de uso de la tierra que introducen cambios importantes en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas andinos. En ese sentido un factor clave es **"la escala"**, es decir, cuando se analizan procesos complejos a distintas escalas espaciales, temporales y de gobernanza, se requieren de enfoques adecuados de generación de información y gestión de los paisajes de montaña.

A escalas más locales existe la influencia de diferentes regímenes de uso del suelo: En ese sentido es clave entender la interacción de estos gradientes ambientales, biodiversidad y los sistemas del uso de suelo que generan paisajes heterogéneos, y además impactos sobre bienes y servicios claves. Por lo tanto, debemos entender el impacto de estos procesos de cambio para poder realizar una gestión adecuada de los paisajes.

El enfoque de paisaje se presenta como una herramienta interesante para fomentar articulación entre actores, identificar sinergias y compromisos entre distintas opciones de manejo y enfrentar retos de generación y gestión de información. A raíz de estas interacciones en procesos o escalas locales, el **"enfoque de paisaje"** busca encontrar soluciones integrales, a distintos problemas que se traslapan entre sí, como cambio climático, degradación y pérdida de ecosistemas, todos ocurriendo dentro de un ámbito territorial definido.

El **"enfoque de paisaje"** tiene ventajas, ya que requiere de procesos de negociación, además incorporará visiones desde los actores locales, gobiernos locales y de otras organizaciones académicas y de la sociedad civil, que están interesadas en estos procesos. Por otro lado, es un **"proceso adaptativo"** es decir, es una interacción continua entre el monitoreo, generación de información y toma de decisiones, que de alguna manera permite identificar tanto sinergias, como opciones de manejo o de investigación que

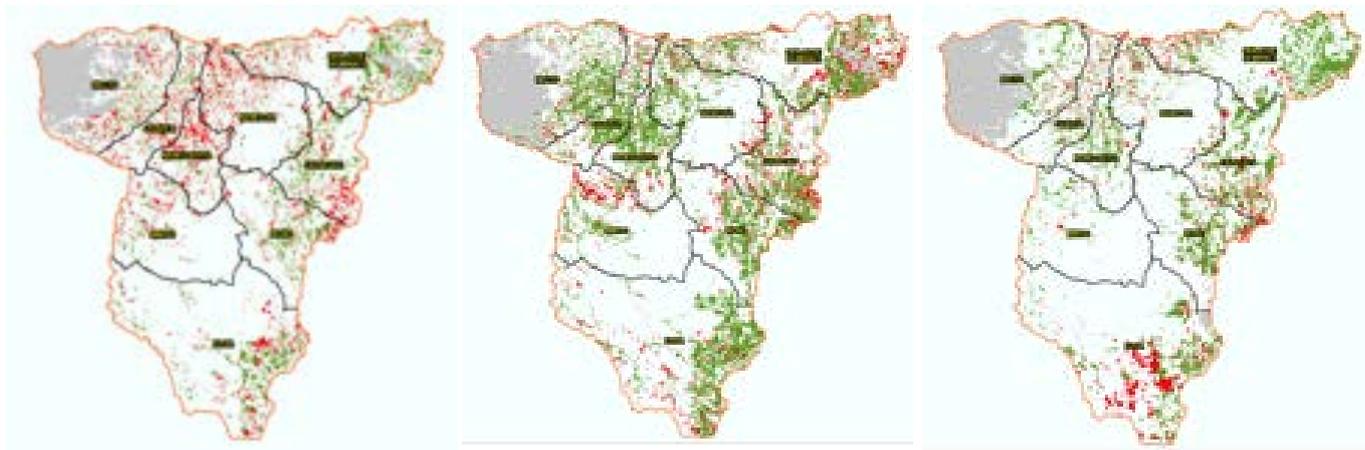
permitan generar impactos positivos para más de un tipo de objetivo de manejo, y además permite identificar o facilitar compromisos con los actores.

Un reto importante del **"enfoque de paisaje"** reside en las siguientes preguntas: ¿cómo medir y monitorear a largo plazo los procesos? además de ¿cómo vamos avanzando hacia la consecución de nuestros objetivos de manejo? y también ¿cómo vinculamos estos procesos de generación de información, investigación aplicada y gestión territorial a la gobernanza e interacción de los actores que tienen interés de manejo de estos paisajes?

Se presenta un esquema de monitoreo a escala de paisaje estructurado alrededor de módulos, relacionados con variables clave sociales y ambientales. La metodología incorpora varios módulos como: Biodiversidad, Carbono, Agua, Cambio de Uso de la tierra, y Modos de Vida. Además, se considera un análisis a escala de parcela, microcuenca y de gradientes ambientales.

El monitoreo robusto de dinámicas de cambio de uso y cobertura de la tierra en ecosistemas andinos es un elemento clave para soportar procesos de toma de decisión y el diseño e implementación y evaluación de prácticas de gestión sostenible del territorio. El monitoreo de dinámicas de carbono y biodiversidad a lo largo de una gradiente de elevación permite entender patrones complejos y procesos en ecosistemas de bosques andinos, que son importantes para garantizar su persistencia en un contexto de cambio climático. Se resalta que el monitoreo a largo plazo en paisajes se integra en procesos de toma de decisión. Estos enfoques permiten priorizar áreas para distintos objetivos de manejo tales como la conservación de ecosistemas, **la restauración con fines ecológicos y productivos, y la promoción de modos de vida sostenibles.**

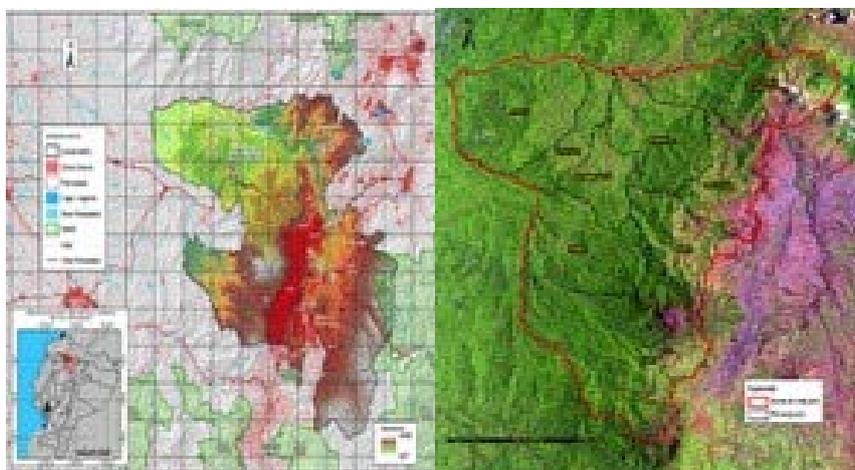
Un aspecto clave de estos sistemas de monitoreo a escala de paisaje es pensar desde su diseño en la articulación a plataformas de gobernanza locales que promuevan el uso efectivo de los resultados y la sostenibilidad de las actividades de generación de información a largo plazo.



**Figura 1. Evolución del cambio de uso de tierra 1986-2014**

Las tasas de cambio de uso de tierra que se reportaron desde el 1986-1991, fueron de 1103.70 ha por año, ya para el año 1991 -1999 la tasa disminuyó a 857.26 ha

por año y del 1999 a 2013/2014 se reporta una tasa de 472.96 ha por año.



**Figura 2. Manuel Peralvo, 2016. Paisaje de Ecuador donde se viene realizando la implementación y validación de un sistema de monitoreo de dinámicas socioambientales articulado a procesos de gobernanza local**

## HACIA LA PRÁCTICA DE LA CONSERVACIÓN BASADA EN LA EVOLUCIÓN CIENTÍFICA: INTERFAZ CIENCIA-GESTIÓN EN EL PARQUE NACIONAL HUASCARÁN

*Conferencia de María López-Rodríguez. Universidad de Almería*

La conservación basada en la evidencia científica como reto para mejorar la gobernanza de las áreas naturales protegidas, para gestionar en regiones megadiversas como Perú, donde se preserva gran parte de la biodiversidad mundial y de proveer multitud de servicios ecosistémicos a las poblaciones locales. Las áreas protegidas son laboratorios naturales donde se ha generado una gran cantidad de conocimiento científico para mejorar el entendimiento de los procesos naturales y socio-ecológicos que ocurren en estos espacios.

La investigación de la interfaz ciencia-gestión pretende

(1) identificar las barreras que dificultan la interacción ciencia-gestión, (2) diseñar una estrategia para fomentar el trabajo colaborativo entre investigadores, gestores y actores sociales, e (3) inculcar una cultura de responsabilidad compartida para la práctica de la conservación basada en la evidencia en áreas naturales protegidas.

La investigación se realizó en el Parque Nacional Huascarán, donde la conservación de uno de los mayores ecosistemas de glaciares tropicales del mundo y área altamente vulnerable a los efectos del cambio climático. La metodología ha sido: (1) análisis y tratamiento estadístico

de bases de datos de la autoridad de gestión, (2) revisión y recopilación de literatura científica (3) elaboración de encuestas sobre percepción social y trabajo colaborativo, y (4) desarrollo de un proceso de interfaz ciencia-gestión a través de talleres participativos con enfoque de co-aprendizaje y co-producción de conocimiento.

Los resultados encontrados a la fecha: (1) desacoplamiento entre las prioridades de investigación y gestión a diferentes escalas, (2) aplicación de la información científica para tomar decisiones como cuello de botella para la práctica de la conservación basada en la evidencia, (3) cambios legales e institucionales prioritarios para incentivar

el compromiso científico para la práctica de la conservación basada en la evidencia.

Algunas recomendaciones: (1) promoción de comunidades para establecer prioridades de gestión con necesidad de soporte científico a diferentes escalas; (2) disponibilidad de una base de datos sobre evidencias científicas; (3) fomento de capacidades sobre interfaz ciencia-gestión para facilitar la comprensión y el manejo de la información científica para apoyar las acciones de gestión, (4) diseño e implementación de sistemas de incentivos para promover la investigación multidisciplinar.

## PATRONES ESTACIONALES DE LA DIVERSIDAD DE AVES A LO LARGO DE UNA GRADIENTE ALTITUDINAL ANDINA. ESTRUCTURA Y USO DE HÁBITAT DE LA COMUNIDAD DE AVES A LO LARGO DE UNA GRADIENTE DE ELEVACIÓN DE BOSQUES DE POLYLEPIS

*Conferencia de Steven Sevillano*

Los Andes tropicales son centros de Biodiversidad (Biodiversity hotspots), con una alta diversidad beta, alta presencia de especies endémicas con distribución restringida, y existencia de especies amenazadas globalmente. La gradiente de elevación va de los 300 a 6961 msnm.

La riqueza de especies a lo largo de una gradiente presenta patrones. La estacionalidad es una de ellas, por la presencia de época de lluvias con mayor disponibilidad de recursos y mayor estabilidad térmica, y épocas secas, con mayor stress hídrico y mayor amplitud térmica. En este marco el Cambio climático, intensificará el stress hídrico y la variabilidad térmica.

Los bosques del género Polylepis, llamados queñuales, son ecosistemas muy importantes. Aproximadamente son 30 especies. Y su altura es variable de 2 a 20 metros, tienen distribución aislada en los Andes y son centros de endemismos, representando el límite forestal en el mundo, al alcanzar hasta los 5300 msnm.

En los bosques de Polylepis viven 214 aves usualmente asociadas; 51 de ellas tienen alto grado de asociación; 14 son reconocidas como especialistas; y 20 están en peligro de extinción y endémicas.

Existen preguntas sobre el patrón de riqueza de especies

de aves a lo largo de la gradiente altitudinal, y si es posible observar los cambios estacionales. Para ello se hizo el estudio sobre el patrón de riqueza de aves en 5 quebradas del Parque Nacional Huascarán en el Perú.

En general, hay mayor patrón de riqueza en elevaciones intermedias hasta un nivel de 4000 msnm; y un menor patrón de especies en la época seca. Se contempló el estudio en relación a los gremios alimenticios, tales como los frugívoros, insectívoros, nectarívoros y granívoros.

El estudio también estimó que las aves endémicas y en peligro de extinción están entre los 4000 a 4500 msnm.

Hay mayor riqueza de especies (aves) en zonas intermedias y durante la época húmeda.

Los resultados sugieren que ante los futuros escenarios climáticos (de mayor stress hídrico, escasez de recursos y temperaturas extremas): La riqueza de especies de aves disminuiría, especialmente a menores elevaciones (>3800 m). A mayores elevaciones, la estabilidad estacional de la riqueza de especies sugiere que la conservación de los ecosistemas entre los (~4000 ~ 4400 m) serían claves para amortiguar los futuros cambios climáticos (zonas medias y altas).

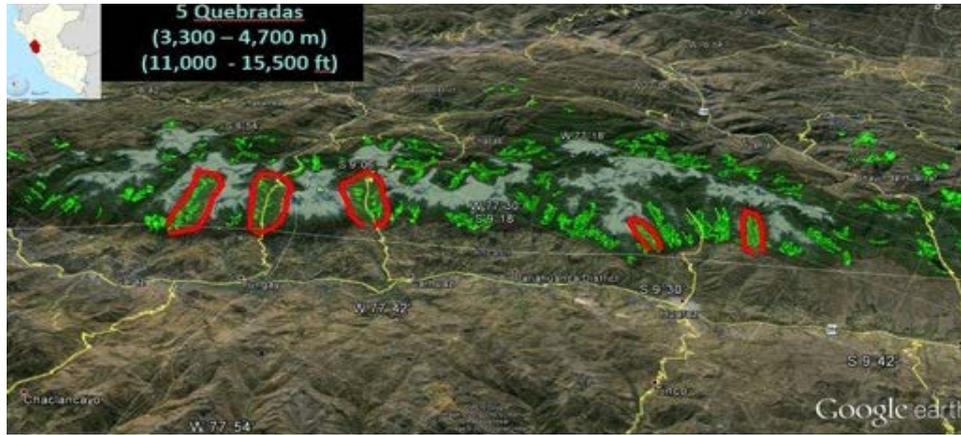


Figura 1. Zona de Estudio: Parque Nacional Huascarán

## CONOCIMIENTOS AGROECOLÓGICOS LOCALES PARA LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO: UN ESTUDIO DE CASO EN LOS ANDES PERUANOS (TESIS POST DOCTORAL)

Conferencia de Sarah-Lan Mathez-Stiefel. World Agroforestry Centre (ICRAF) & Centre for Development and Environment (CDE). University of Bern.

El estudio se realizó en una microcuenca del distrito de Pacobamba, departamento de Apurímac; el cual tiene como objetivo principal, evaluar el potencial de la aplicación de conocimientos agroforestales locales como respuesta a los retos del clima que afectan a los pequeños agricultores andinos; se aplicó un enfoque transdisciplinar y sistémico, con el uso de una combinación de métodos etnobotánicos y herramientas participativas. Los conocimientos agroecológicos locales fueron registrados y analizados cualitativamente utilizando el software "Agroecological Knowledge Toolkit" (AKT5) (Sinclair y Walker 1998). Se aplicaron entrevistas a 38 agricultores, diferenciados por sexo, edad, zona (alta y baja). Los resultados mostraron que los agricultores andinos tienen conocimientos importantes sobre la función de amortiguación de los árboles y arbustos en relación al aumento de las temperaturas y en la conservación del suelo y del agua, incluyendo el control de la erosión, la promoción de la fertilidad del suelo y la gestión de recursos hídricos cada vez más escasos. Sin embargo, sus conocimientos son más limitados con respecto a las especies que pueden proteger sus sistemas productivos contra eventos climáticos

extremos, tales como lluvias torrenciales, granizo y vientos fuertes. Se presenta la relación de algunas especies que contribuyen al control de la erosión y fertilidad de suelos, como son: chilca (*Baccharis salicifolia*), pino, zona alta (*Pinus sp*), lambras, aliso, zona alta (*Alnus acuminata*), layan, saúco, zona alta (*Sambucus sp*), muña, zona baja (*Minthostachys mollis*), chamana, zona baja (*Dodonaea viscosa*).

Los principales impactos sobre la agricultura fueron las enfermedades de los animales, baja de la producción, presencia de plagas; los principales desafíos, que se presentaron fueron: escasez de agua y sequía, degradación de los suelos (erosión y pérdida de fertilidad) y eventos climáticos extremos.

De esta manera, la combinación de los conocimientos locales existentes con conocimientos científicos específicos podría llevar a identificar soluciones innovadoras, y orientar los proyectos de agroforestería y de adaptación al cambio climático en los Andes, así como en otras zonas de montaña.

## ADAPTACIÓN BASADA EN ECOSISTEMAS DE MONTAÑA: RESTAURACIÓN DE TECNOLOGÍAS ANCESTRALES Y CONTEMPORÁNEAS PARA EL MANEJO DE LOS PASTOS Y EL AGUA EN LA RESERVA PAISAJÍSTICA NOR YAUYOS-COCHAS.

Conferencia de Florencia Zapata y Analí Gómez. Instituto de Montaña

La experiencia se basa en la investigación en el marco del proyecto "Adaptación basada en los Ecosistemas de

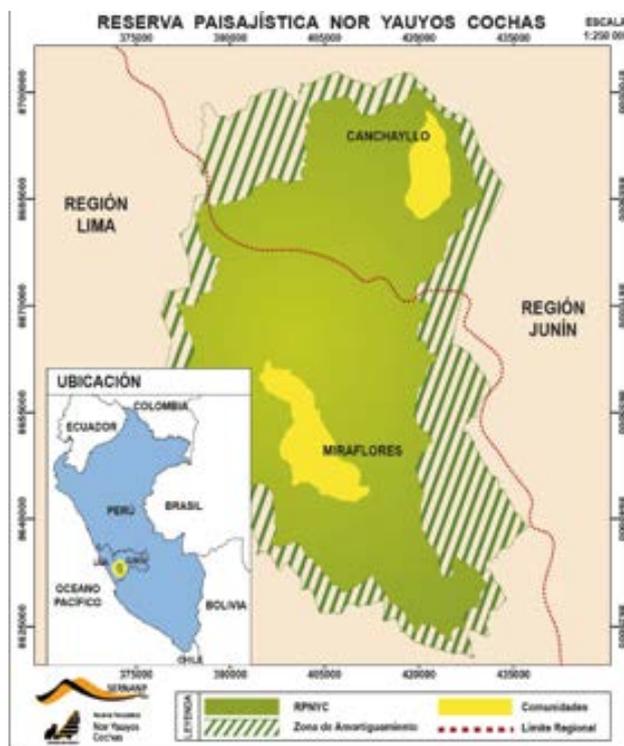
Montaña", priorizando la Puna como ecosistema y sociedad que co-evolucionan, mediante el desarrollo de tecnologías

recuperando aquellas que están en desuso o sub-utilizadas, para poder potenciar la restauración de tecnologías para la adaptación al cambio climático y la seguridad alimentaria y sus desafíos.

Resaltan las medidas robustas de la población para mejorar la disponibilidad y distribución del agua y mejorar el manejo comunal de los pastos nativos, mediante el

fortalecimiento institucional, organizacional e infraestructura gris.

Se llevó a cabo en la Reserva Paisajista Nor Yauyos cochas, en los departamentos de Lima y Junín, en la comunidad de Miraflores (Lima), con 13,000 hectáreas, agricultura, tiene Andes milenarios que van de 3000 a 5400 msnm, cuenca río Cañete, 80 familias.



Fuente: Sernanp

Mapa 1. Ubicación de la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochas

El proceso de implementación de las medidas robustas en Miraflores y Canchayllo, se desarrolló en tres fases principales, con la finalidad de responder a los principales problemas identificados: migración, baja natalidad, sobrepastoreo, restauración de tecnologías de acuerdo a los nuevos contextos a la realidad socio política, cultural, ambiental.

- Fase inicial de consulta, diagnóstico y diseño: a través de consultas comunales con un diagnóstico rural

participativo integrado y el diseño de medida robusta de adaptación basada en ecosistemas.

- Fase de Implementación de las medidas de adaptación robusta: de infraestructura, fortalecimiento organizacional, y fortalecimiento de conocimientos locales y actividades de comunicación.
- Fase de sistematización y transferencia: compromisos de continuidad y consolidación.



# EJE TEMÁTICO: MECANISMOS DE FINANCIAMIENTO PARA LA GESTIÓN DE ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

## MECANISMOS DE FINANCIAMIENTO PARA LA GESTIÓN DE ECOSISTEMAS DE MONTAÑA

*Conferencia magistral de Gena Gammie. Forest Trends*

Cada año, recursos financieros que suman más de USD 10 mil millones son invertidos en cuencas alrededor del mundo, a través de mecanismos financieros innovadores como fondos de agua y mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos. Estos mecanismos sirven para conectar beneficiarios de los servicios ecosistémicos y proveedores de bienes públicos con los usuarios de tierras arriba que tienen el poder de proteger y restaurar los ecosistemas de montaña, complementando estrategias convencionales para la conservación. La presentación comparte el punto de vista global de Forest Trends en cuanto estos mecanismos financieros, incluyendo nuestro análisis de tendencias e inversiones globales y áreas de mayor experimentación. Se discute los tipos de mecanismos financieros más adecuados y más utilizados para la conservación de ecosistemas de montaña, así como los roles actuales y emergentes de varios actores y sectores en estos mecanismos, incluyendo gobiernos nacionales y locales, empresas públicas y privadas, y la sociedad civil en la formación y financiación de estos mecanismos. Se concluye con la identificación de los cuellos de botella más significativos para el escalamiento de inversiones en la infraestructura natural a nivel mundial, y ejemplos de innovación que señalan un camino para superarlos.

*Forest Trends* es una ONG enfocada en el financiamiento para la conservación, específicamente en los mecanismos para los servicios ecosistémicos hídricos, y desde una perspectiva global, presenta las tendencias y formas a través de las cuales se canalizan fondos para la conservación de estos ecosistemas tan importantes, así como una mirada de hacia dónde va este campo, desafíos y oportunidades.

Cabe señalar la importancia y el rol que desempeñan estos mecanismos en el marco de este Foro de los glaciares y ecosistemas de montaña.

Así mismo, la relación que existe específicamente entre el cambio climático, los glaciares, y la importancia de cuidar y manejar los ecosistemas de montaña que proveen los servicios ecosistémicos claves para optimizar el uso del recurso hídrico que cada vez es más crítico, toda vez que con el cambio climático se espera que los regímenes de precipitación sean más pronunciados.

El buen manejo de los ecosistemas de montaña, resulta en el control de la erosión, la reducción de sedimentos, así como la reducción de contaminación de otras fuentes incluyendo los nutrientes de la agricultura, lo que brinda una oportunidad muy importante de involucrarse en la conservación de esos ecosistemas para optimizar ese recurso.

La información que presenta *Forest Trends* proviene de su sitio web "*Ecosystem Marketplace*", fuente de información global (estadística y geoespacial) para el financiamiento de la conservación y mecanismos financieros que han utilizado en las encuestas globales realizadas. Realiza informes con una temporalidad de cada dos años denominados: "*State of Watershed Investment*"; siendo el más actual el del año 2014, ya que en octubre estaría siendo publicado el de 2016.

En general, anualmente se invierten más de 9 mil millones de dólares en ecosistemas de montaña y servicios ecosistémicos hídricos en cuencas alrededor del mundo a través de mecanismos financieros innovadores.

En 2013, los gobiernos, empresas y donantes canalizaron \$9 600 millones hacia soluciones naturales a través de más de 300 programas, que rehabilitaron y/o protegieron más de 365 millones de hectáreas de ecosistemas críticos para el agua en todo el mundo. (Estos mecanismos protegieron,

conservaron, restauraron y trabajaron en un área mayor a la superficie de la India).

Cabe mencionar que no se incluye en el cálculo aquella inversión en el manejo y conservación de los ecosistemas de montaña, solo se reflejan los mecanismos financieros que implican una "transacción" de alguna manera entre partes, es decir, no incluye aquellas inversiones dirigidas a manejar Parques Nacionales por los gobiernos centrales, pero sí incluye fondos dirigidos de parte del gobierno nacional o local a un propietario, una comunidad o a otro gobierno para facilitar la conservación.

Basada en los datos de la encuesta, se generó una tipología de mecanismos financieros innovadores que facilitan la colaboración entre actores cuenca abajo y cuenca arriba; los cuales sirven para conectar beneficiarios de los servicios ecosistémicos y proveedores de bienes públicos con los usuarios de tierras arriba que tienen el poder de proteger y restaurar los ecosistemas de montaña, complementando estrategias convencionales para la conservación.

Entre los más representativos se tiene:

- **Fondos de agua**, (son los más comunes) se trata de una acción colectiva, hay un fondo que recibe aportes

de varios usuarios y se usa para conservación de la cuenca, es un esfuerzo combinado.

- **Acuerdos bilaterales**, (pagos por servicios ambientales), conectan el retribuyente y contribuyente por un convenio directo.
- **Subsidios públicos**, basados en la conservación y mantenimiento de los servicios ecosistémicos; lidera el campo en valor invertido, con ingresos de presupuestos de gobiernos centrales.
- **Compensación voluntaria**, es cada vez más considerada para mitigar riesgos hídricos o compensar impactos hídricos, la mayoría son del sector privado.
- **Mercados de comercio y compensación**, facilitan la compra y venta de créditos que representan beneficios hídricos.
- **Otros mecanismos** que usa regímenes de derechos de agua para asegurar flujos ecológicos.
- Existen también **mecanismos combinados**.

Entre los diferentes modelos, se aprecia que la mayor cantidad viene de subsidios públicos, el subsidio público ha dominado el valor invertido, pero los otros modelos representan más de 75% del número de programas.



**Gráfico 1. Comparación entre tipos de programas por Valor y Prevalencia - 2013**

El sector privado y actores locales están entrando cada vez más a entender sus riesgos hídricos, en ese sentido las empresas públicas reguladas y los gobiernos locales serán puentes muy importantes para facilitar este "shift", mientras se desarrolla la evidencia y herramientas para sostener las inversiones privadas.

En cuanto a las tendencias de los mecanismos financieros para los servicios ecosistémicos, se muestra una comparación entre el modelo de subsidios públicos y

el modelo basado en desempeño; donde se puede apreciar que en el modelo subsidiario no hay mejoría, en cambio en el modelo de desempeño se puede apreciar:

- Liderazgo y participación de beneficiarios locales; mayor participación de empresas (públicas y privadas)
- Más énfasis en el desempeño hidrológico en el diseño, priorización y evaluación de proyectos/inversiones
- Inversiones más conectadas con procesos participativos de planificación de cuencas

Evidencia de este crecimiento, se denota en que el número de proyectos que reportaron resultados ambientales casi se triplicó (de 77 en el 2011 a 219 en el 2013), ya que los proponentes trabajaron para demostrar la utilidad de sus proyectos y el retorno sobre la inversión. En total, el 54% de los proyectos reportaron resultados de monitoreo y evaluación para prácticas hidrológicas y otros resultados biofísicos en el 2013, frente al 40% en 2011.

Sin embargo, en América Latina como al nivel global, solo 40% de los programas hacen monitoreo hidrológico y menos de 15% evalúan el impacto económico de sus proyectos.

El enfoque basado en desempeño hidrológico requiere una nueva generación de información, herramientas y capacidades tales como:

- Monitoreo hidrológico
- Metodologías para predecir el impacto
- Estrategias y formatos para comunicar el impacto efectivamente

Así como de plataformas de gobernanza y colaboración intersectorial que faciliten:

- Las buenas relaciones y planificación efectiva entre actores en cuenca abajo y arriba.
- El intercambio y colaboración entre sectores (por ejemplo, SUNASS-MINAM).
- Los aportes del sector académico y de la investigación que puedan llenar las brechas más importantes de conocimiento y herramientas para la práctica.
- El manejo fluido y transparente de información, una agenda de investigación coordinada y la comunicación efectiva a varios stakeholders.

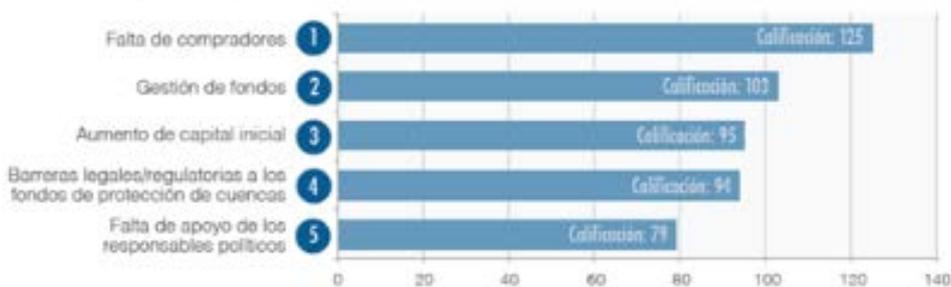
Algunos ejemplos de cómo superar los desafíos del crecimiento para el nuevo modelo se puede dar a través de:

- Plataformas intersectoriales y de múltiples niveles para fortalecer capacidades, intercambiar experiencias, y generar herramientas y políticas, como la Incubadora MRSE en Perú.
- Metodologías accesibles y replicables para la estimación de desempeño hidrológico al nivel del sitio, como los generados por Kieser & Associates en Perú y China.
- Sistematizaciones de las herramientas y metodologías útiles para inversiones de infraestructura verde basada en desempeño, como en la “Caja de Herramientas” de The Nature Conservancy (por salir en 2016).
- Redes de monitoreo hidrológico para fortalecer capacidades, generan datos críticos y mejoran conocimiento científico, como la Iniciativa Regional de Monitoreo Hidrológico de Ecosistemas Andinos (iMHEA).
- Liderazgo de empresas públicas para impulsar y dar una señal del mercado para proyectos bien diseñados de infraestructura verde, como lo de Asociación de Entes Reguladores de Agua Potable y Saneamiento de las Américas (ADERASA).
- Casos que comuniquen claramente el valor de los ecosistemas a los beneficiarios como el ejemplo de la “curva de costos” en Lima, los análisis de retorno de inversión de *The Nature Conservancy* (TNC), y los organizados en nuevos sitios de web del *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD) y *Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente* (UNEP).

**Conclusiones**

- Existe una variedad de mecanismos financieros para la gestión de ecosistemas de montaña activos en el

Figura 10: Top Cinco Desafíos Reportados por Desarrolladores de los Programas



Nota: Los datos sobre los desafíos de los programas fueron calculados en base al número de programas que reportaron el desafío, multiplicado por el ranking (1-5) asignado por los encuestados. Para este grupo de encuestados, teóricamente el mayor puntaje posible fue 415.

Fuente: Forest Trends Ecosystem Marketplace. *El Estado de las Inversiones en Protección Hídrica 2014*.

**Gráfico 2. Top cinco desafíos reportados por desarrolladores de los programas**

mundo, canalizando inversiones que suman más de 9 mil millones de dólares.

- Existe una masa crítica de experiencia, interés y capacidades que abre la oportunidad para la aceleración del sector del “mercado” con énfasis en el desempeño hidrológico y la colaboración entre actores locales, incluyendo el sector privado.
- Para desarrollar el potencial de este modelo, se necesita construir sobre experiencias exitosas para fortalecer sistemáticamente:
  1. Las capacidades y herramientas prácticas para el diseño, monitoreo y evaluación de la infraestructura verde, así como la gestión de fondos
  2. El intercambio y coordinación entre sectores y disciplinas.
  3. La comunicación estratégica con actores locales con el poder de retribuir (ej., usuarios de agua, gobiernos locales) y con el poder de gestionar los ecosistemas (ej., comunidades).
  4. Los vínculos entre los mecanismos financieros y procesos de gobernanza de recursos hídricos.

### Preguntas

*¿Qué sistema o qué servicio ecosistémico, está moviendo más recursos financieros a nivel global y en el Perú?*

Los programas más grandes del mundo en términos de valor están en China, referidos a incentivar a los campesinos que no hagan agricultura en zonas de alta pendiente, principalmente el servicio ecosistémico, ahí es el control de sedimentos, pero también invierten en otros programas que son más para un conjunto de servicios ecosistémicos no tan especificados como la regulación hídrica, pero sí como un conjunto de servicios ecosistémicos de las cuencas en los programas de China. Y ahí tenemos unas observaciones interesantes, esos subsidios públicos que no especifican los servicios ecosistémicos de interés normalmente miden el éxito por el número de hectáreas que han cubierto por cualquier actividad, hemos visto por ejemplo en Beijing que eso ha creado una situación no tan agradable en que han incentivado reforestar una gran parte de una cuenca, sin entender que en realidad su interés mayor es rendimiento anual de agua y calidad de agua, entonces la reforestación enfocada al número de hectáreas que ha cubierto probablemente tenga un desempeño negativo en cuanto a sus objetivos reales, entonces es importante como lección aprendida a nivel internacional.

En el caso de Perú, aunque no han sido ejecutados, los mayores fondos asignados ahora son de SEDAPAL y el interés mayor es la regulación hídrica para abastecer de agua en estación seca, entonces se tiene el compromiso en el Plan Maestro Optimizado que fue aprobado en el 2015 de

más de 25 millones de dólares para servicios ecosistémicos. Señala un liderazgo muy fuerte en particular de SUNASS y aún más de 85 millones de dólares para la adaptación del cambio climático.

*Más allá del Estado ¿Cuál es la tendencia de inversión de otros actores de la sociedad y cuáles serían los intereses de estos para invertir en este tipo de proyectos?*

Fuera del Estado vemos que hay mayor participación y crecimiento en los gobiernos locales, las empresas públicas por ejemplo las empresas de agua, en el sector privado específicamente las empresas del rubro de bebidas y alimentación se han visto fuerte participación. En términos de los gobiernos locales y las empresas públicas pueden enfocarse en el bienestar social pero normalmente se enfocan en la cantidad y calidad del agua.

Las empresas privadas que han participado (bebidas, cerveceras, etc.) lo han hecho mayormente por mantener su reputación, pero también en consideración a sus riesgos hídricos, lo que afecta su operación, su cadena de suministros, con uso y aplicación cada vez más frecuente de huella hídrica y una cultura de mitigar esos riesgos y reconocerlos; las empresas se están fijando mas no solo de la parte de querer cuidar su reputación sino también de entender qué pueden hacer para mitigar los riesgos hídricos reales que enfrentan.

*¿Cuáles cree que son los principales cuellos de botella, los principales obstáculos para que no se implementen medidas más inteligentes más tempranamente?*

Conectada al pensamiento sectorial está la división de las disciplinas, por ejemplo, los hidrólogos que no se comunican con los economistas, con los ingenieros de campo que diseñan proyectos con las comunidades, es verdad que se necesitan más capacidades, herramientas, datos, pero ya se tiene una masa crítica para poder decir cuáles son las estrategias, que ya podemos empezar y sabemos que estaremos en la línea correcta si utilizamos un marco de manejo adaptativo.

Existe temor de decir o proponer algo antes de decir que hemos solucionado estas incertidumbres, en cambio tenemos que reconocer que la única manera de conservar esos ecosistemas es un tema urgente, hay que actuar hoy sin esperar a tener toda la información, sino estar claro con lo que se tiene hasta ahora, cómo podemos implementar proyectos, intervenciones con monitoreo, con sistemas de manejo adaptativo para poder cambiar si identificamos errores, pero sin temor o idea de esperar que otros hagan sus investigaciones, y mientras tanto coordinamos para aprovechar y aplicar de mejor manera el conocimiento adquirido, estaremos en una línea correcta.

## LOS MECANISMOS DE RETRIBUCIÓN POR SERVICIOS ECOSISTÉMICOS EN EL SECTOR DE AGUA POTABLE

*Conferencia magistral de Iván Lucich Larrauri. SUNASS*

La presentación repasa el proceso de implementación de los MRSE en algunas EPS del Perú a partir de la superación de ciertas restricciones que impedían que estas empresas pudieran vincularse con sus cuencas abastecedoras de agua. Además, se desarrolla el proceso de diseño y aprobación de los MRSE de las EPS a partir de su incorporación en los Planes Maestros Optimizados y de su reconocimiento en las tarifas de agua potable aprobadas por la SUNASS. En este proceso se resalta la importancia de los comités de gestión de MRSE, y de las herramientas: Diagnóstico Hidrológico Básico y Estudio de Valoración Económica, las cuales permiten a las EPS identificar el servicio ecosistémico de interés, así como el tipo y escala del proyecto de conservación o restauración requerido.

Para contextualizar, partiremos con algunas definiciones:

La definición de los MRSE está dada en el artículo n.º 5 del reglamento de la Ley n.º 30215 Ley de Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos (MRSE) y señala que se trata de esquemas, herramientas, instrumentos e incentivos para generar, canalizar, transferir e invertir recursos económicos (financieros y no financieros), donde se establece un acuerdo entre contribuyentes y retribuyentes al servicio ecosistémico orientado a la conservación, recuperación y uso sostenible para asegurar la permanencia de los ecosistemas.

Así mismo, señalar como definición de PSA, los pagos condicionados a la gestión de recursos naturales de forma que generan beneficio para los demás, de manera que se tiene de un lado a proveedores de los servicios y de otro a los usuarios que realizan los pagos por los mencionados servicios.

Surgen como respuesta a lo que está ocurriendo en la cuenca, como son el crecimiento urbano desordenado, altos costos de provisión, vulnerabilidad, deforestación por tala, minería ilegal, agricultura migratoria, daño a infraestructura, mayor turbiedad, cambio climático, desastres naturales, inundaciones, colapso de infraestructura, largos periodos de sequías, desabastecimiento, competencia por el recurso, entre otros.

Estos mecanismos son muy importantes y necesarios porque permiten el control de sedimentos y la regulación hídrica para darle confiabilidad al sistema de agua potable y reducir costos de potabilización. Además, mediante la implementación y aplicación de ellos, se puede evitar mayores costos para la prestación de servicios (más insumos químicos, deterioro de la infraestructura, inversión en nuevas

fuentes, etc.); así también que los servicios de agua sean de baja calidad (considerando factores como la continuidad del servicio, la cobertura del servicio, y la calidad del agua).

### **Surgimiento de los MRSE por las empresas de agua (EPS)**

La EPS Moyobamba a través de la cooperación alemana GIZ en el 2004 impulsa un programa de compensación por servicios ecosistémicos (CSE) a través del Comité de Gestión en respuesta al deterioro de la fuente (3 microcuencas), la disminución de caudales en época de estiaje y aumento de sedimentos en épocas de avenida, así también el aumento de los costos de operación y mantenimiento.

La EPS Moyobamba realiza un Proyecto de Inversión Pública de reforestación de las fajas marginales de su zona de captación de agua, en ese marco la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS) aprobó en 2007 el incremento tarifario de S/. 1.00 sol en los recibos para financiar las obras de dicho proyecto.

En aquel entonces, se tenían dos principales barreras para desarrollar los mecanismos de retribución. El primero es que las empresas no contaban con competencias para formular y ejecutar proyectos de conservación; y segundo que había problemas respecto a las competencias sobre el territorio. Así, durante un largo periodo hasta el 2013 fue muy poco lo que se pudo hacer.

En el año 2010 hubo un hito muy importante. El Centro Bartolomé de las Casas (CBC) del Cusco impulsó la compensación por servicios ecosistémicos (CSE) en la comunidad campesina Piuray – Ccorimarca. Lo hizo a través del Comité de Recursos Naturales. La razón principal fue el deterioro de la fuente por contaminación del agua con coliformes termotolerantes, nitratos y fosfatos vinculados a la agricultura. Esto generó un incremento de los costos de potabilización en la EPS y riesgos de interrupción de la captación por parte de la comunidad frente a algunos problemas de desestabilización de la laguna, atribuido a la extracción de agua cruda por parte de la empresa. A partir del trabajo realizado se llegó a un acuerdo entre la comunidad Piuray – Ccorimarca con la empresa de agua EPS SEDACUSCO y la Municipalidad de Chinchero, quienes firmaron un acuerdo de conservación y donde además se propuso incluir en el Estudio Tarifario un portafolio de proyectos.

Gracias a ello, se presentó a la SUNASS la cartera de

proyectos para mejorar. Con base en ello, la SUNASS aprobó el incremento tarifario de 8% en el 2013 para financiar un portafolio de inversiones de aproximadamente 8 millones de nuevos soles. Así surgieron también algunos instrumentos para la superación de barreras como:

- La ley n.º 30215: Ley de Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos, que establece entre otras (revisar norma) las siguientes Modalidades de Retribución:
- Financiamiento de acciones específicas directas e indirectas, para la conservación, recuperación y uso sostenible de las fuentes de los servicios ecosistémicos.
- Financiamiento de acciones de desarrollo productivo e infraestructura básica sostenibles en beneficio directo de la población involucrada en el mecanismo.
- Otras modalidades acordadas libremente entre las partes.

Además, el Reglamento de la Ley de MRSE establece que, para los SEH, la SUNASS evaluará y aprobará los MRSE. Por otro lado, la Ley de Modernización de los Servicios de Saneamiento (Ley N.º 30045) que establece:

- Las EPS deben incluir los MRSE en sus Planes de Inversión (Planes Maestros Optimizados (PMO))
- La SUNASS debe establecer los MRSE; incluirlos en los Estudios Tarifarios de EPS y reconocerlos en las tarifas de agua.

Una particularidad es que para el sector de agua potable y saneamiento la incorporación de los mecanismos de

financiamiento en los planes de negocio de las empresas de agua es obligatoria, no es facultativa.

El Decreto Legislativo N.º 1240 que determina que:

- La administración de los recursos recaudados podrá ser a través de fideicomisos, cuentas intangibles y convenios con entidades privadas.
- Las EPS están habilitadas para la formulación, evaluación, aprobación y ejecución de proyectos, así como para el pago de los costos de operación y mantenimiento de los mismos.

Esto es importante porque mucha de la infraestructura verde si no es mantenida y operada al final es propensa a su degradación.

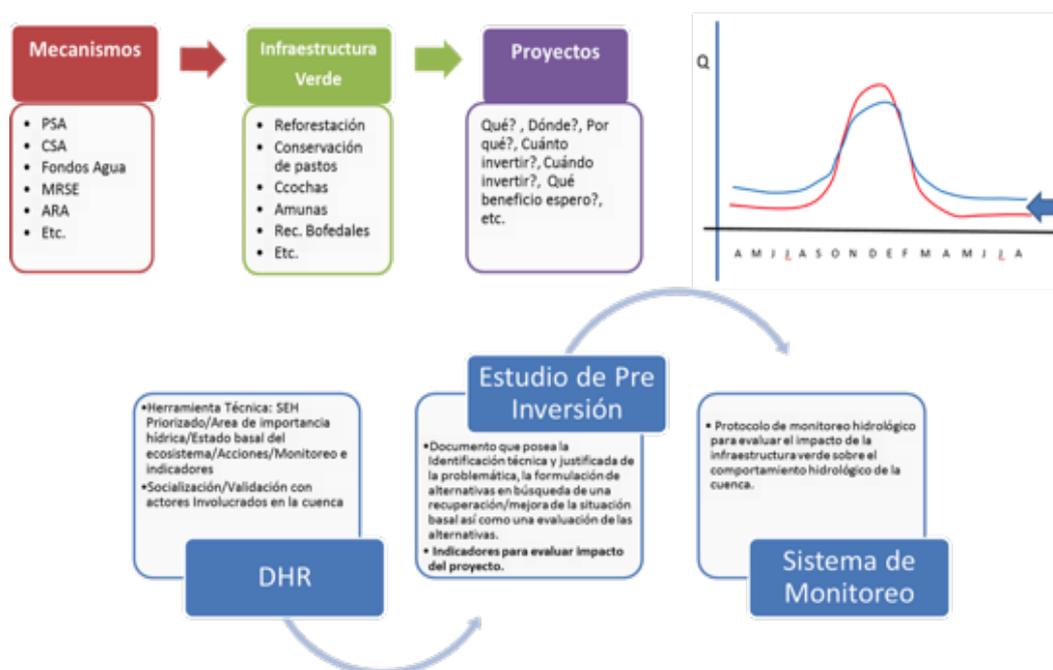
Finalmente, el Reglamento de la Ley de Modernización (D.S. N.º 013-2016-VIVIENDA) que señala:

- La SUNASS establece en Resolución Tarifaria las condiciones para administración de recursos recaudados por la tarifa (comprende su ejecución).
- La EPS tiene responsabilidad en administrar estos recursos y para ello puede celebrar convenios con entidades privadas especializadas en ejecutar proyectos de protección, conservación, recuperación y uso sostenible de las fuentes, en tanto las empresas de agua no cuenten con las capacidades para diseñar y ejecutar este tipo de proyectos.
- LA SUNASS tiene responsabilidad en supervisar la ejecución de estos recursos, en base a la experiencia peruana con la supervisión de los recursos destinados no solo a infraestructura verde sino también a infraestructura gris.

## Elementos claves del MRSE x EPS



## PIP Verde



En cuanto a los avances alcanzados:

- Se cuenta con un marco normativo que permite el diseño y la implementación de los MRSE.
- 08 EPS cuentan con resolución tarifaria, 02 de ellas están implementando acciones.
- Cada proceso involucra a un Comité de Gestión (Gobierno Regional, Gobierno Local, ALA, SERNANP, Sociedad Civil, Empresa Privada, etc.).
- Se cuenta con metodologías y herramientas para el diseño de MRSE (DHR, Estudio de Indicadores, otros).
- Hay un camino recorrido en el trabajo articulado entre MINAM y SUNASS, clave para avanzar en el proceso. Es una experiencia que puede aportar mucho a la Gestión Integral de Recursos Hídricos.
- Asistencia técnica / Fortalecimiento de capacidades / Financiamiento.
- Se ha formulado el primer PIP-Verde para SEDAM HUANCAYO y en proceso se encuentran para EMAPA SAN MARTIN y EPS MOYOBAMA, y por iniciarse en SEDA AYACUCHO Y EMUSAP ABANCAJ.
- La SUNASS ha establecido Reservas para la Gestión de Riesgos para la adaptación al cambio climático (2013); Este instrumento regulatorio, basado en Ley n.º 29664, Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastre, tiene como objetivo que las EPS provisionen un porcentaje de sus ingresos para asegurar el servicio de agua potable y alcantarillado en caso de desastres o eventualidades como el Fenómeno El Niño.

Se presentan los siguientes desafíos:

- Fortalecer capacidades en las EPS para la formulación, implementación y evaluación de proyectos MRSE.
- Desarrollar indicadores para evaluar el impacto de los MRSE.
- Promover el aprendizaje, la capacitación y el intercambio de experiencias.
- Fortalecer y articular el Comité de Gestión (Grupo Impulsor) a Comité de Gestión de ANP y Consejos de Cuenca: Asistencia técnica y fortalecimiento de capacidades (pasantías).
- Seguir con la Investigación Aplicada: fortalecer sitios experimentales en ecosistemas de Puna (Huamantanga y Piuray) y Amazonía (Tarapoto).
- Escalar a nivel de cuenca: Diseñar e implementar indicadores para monitoreo y evaluación de impactos hidrológicos generados por la Infraestructura Verde a lo largo de una cuenca.
- Articular políticas en torno a la GIRH, alinear incentivos de los actores, diseñar contratos de PSA, monitorear y evaluar indicadores de impacto hidrológico a nivel de cuenca.
- Motivar y comprometer la inversión privada a través de APP en la gestión de RRHH.
- Motivar e inducir a la EPS en el diseño e implementación de MRSE en la gestión de su PMO.

Y se plantean las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda la vinculación de las EPS con cuencas abastecedoras, buscando acuerdos y comprender que la “captación” va más allá de la “toma de agua”.
- Se recomienda trabajar inicialmente en “micro-cuenca” con pocos usuarios (mayor impacto y beneficio, menor tiempo y costo transacción), y no esperar toda la evidencia para actuar.
- Se recomienda identificar el Servicio Ecosistémico Hidrológico de interés para el OAP (el usuario del SEH) que les genere beneficios hidrológicos.
- Se recomienda registrar información sobre caudales, precipitación, etc., y cuantificar y valorar los impactos de Proyectos de Infraestructura Verde sobre ecosistemas que brindan SEH y sobre la producción de agua potable.
- Se recomienda implementar un sistema de monitoreo y evaluación de indicadores de impactos para rectificación o ajustes de intervención, y condicionalidad.
- Se recomienda decidir la inversión considerando la Adaptación al cambio climático con enfoque de Gestión de Riesgos.

## Preguntas

*¿Cómo aplicamos el Decreto Ley 1240 en las cuencas birregionales, donde la fuente que produce el agua está en otra región de aquella donde se recaba dicho fondo?*

No se ha explorado ese esquema porque eso implicaría algún tipo de retribución de la empresa de agua (EPS) hacia una localidad fuera del territorio, habría que explorar como es que se puede hacer el diseño de este mecanismo.

*¿Existen mecanismos MSREH para aguas subterráneas? ¿Es posible que estos mecanismos conduzcan a una sobreexplotación de las fuentes?*

Los mecanismos son instrumentos muy flexibles como para adecuar el acuerdo; esto es importante, no existe uno específico, pero podría darse. Y en el sentido que los contribuyentes desarrollan acciones para mejorar procesos de infiltración para que el ecosistema pueda poner a disposición del contribuyente aguas abajo a través del subsuelo mayor disponibilidad de agua de mejor calidad.

Sí es posible implementar un mecanismo de retribución, donde el ecosistema es subterráneo cumple una función de aporte hidrológico para la empresa de agua.

*¿Cómo debería ser la retribución de las Juntas Administradoras de Servicio y Saneamiento (JASS)? Y ¿qué pasa si una EPS no tiene Unidad Formuladora, quién debería formular y ejecutar los proyectos de inversión pública?*

Las JASS normalmente operan en la zona periurbana inclusive dentro de las ciudades, desde la perspectiva de

la normatividad no son EPS, no están reguladas por la SUNASS, no hay algo específico respecto a que puedan ser retribuyentes, no obstante, y desde una perspectiva mucho más amplia, como entidades administradas autogestionariamente podrían establecer un acuerdo con la comunidad. Como contribuyentes del servicio, es política del gobierno y las empresas de agua más bien por economías de escala que empiecen a integrar a estas JASS.

Respecto a la segunda pregunta, hay varias alternativas, como por ejemplo, los convenios con gobiernos regionales y locales para que brinden las capacidades a la empresa de agua para que formule el proyecto. Por otra parte el proyecto lo puede hacer el contribuyente en asociación con el gobierno regional o local, lo que hace la empresa de agua a través de un contrato por servicios ecosistémicos, no necesariamente la empresa de agua tiene que formular o ejecutar el proyecto de inversión pública, inclusive no necesariamente en este esquema tiene que haber un proyecto de inversión pública, puede ser de manera privada del contribuyente o público del gobierno local, y lo que haría la empresa de agua sería retribuir por el servicio y esto es interesante y se está presentando en algunas localidades.

*¿Cuáles cree que son los principales cuellos de botella, los principales obstáculos para que no se implementen medidas más inteligentes más tempranamente?*

La miopía, la codicia, aquellas actitudes negativas, el principal escollo es involucrar a la ciudad en la conservación de las cabeceras de cuenca, inducir a que en este caso las empresas de agua puedan entender que es mucho más eficiente la perspectiva de la economía preventiva que reactiva, porque las cifras son claras, hay mucha inversión en reacción cuando ocurrió el desastre que en prevención y el principal escollo está en esa actitud que tiene la arista también del conocimiento de que el Estado actúa tan sectorialmente, que impide pensar en algo que va más allá de su territorio que es la cuenca, eso quizá se está convirtiendo en lo próximo a tener que abordar en el tema de los PIPs, porque una empresa de agua va a ejecutar en un lugar donde territorialmente la competencia la puede tener un gobierno local, pero que este no tiene el incentivo de hacer la inversión porque quien se va beneficiar hidrológicamente es la empresa y en ese sentido es un aspecto a superar, es posible con la flexibilización que se le ha dado a este mecanismo, pero de todos modos al final está en la actitud de los funcionarios, porque los usuarios del servicio de agua tienen mayor conciencia que los funcionarios de las empresas de agua que están muy presionados a actuar y pensar de manera sectorial.

Señalar además sobre la incubadora de mecanismos como una plataforma que permite actuar de manera intersectorial y eso sí es algo que va a tomar no tanto tiempo.

## FORAGUA, FONDO DE AGUA QUE FINANCIÓ CONSERVACIÓN DE ECOSISTEMAS EN TRES PROVINCIAS DEL SUR DEL ECUADOR

Conferencia de Renzo Paladines P.

El área de estudio representa el 11% de superficie del país de Ecuador, que sufre del agua y estas aguas son aprovechadas para riego y energía hidroeléctrica, estas aguas son importantes porque se genera 1000 m<sup>3</sup> por segundo, lo cual abastecería suficientemente de agua potable a toda la población que necesita de este servicio; sin embargo, está mal distribuida; tenemos ecosistemas de bosque seco con solo 3 meses de precipitaciones al año, bosques nublados y amazonías donde llueve todo el día; principalmente en las provincias occidentales de Loja y El Oro tienen déficit hídrico la mayor parte del año.

La incidencia de enfermedades hídricas es uno de los otros problemas. Se tiene que, en el 2012, 18 mil casos de enfermedades principalmente en niños se registraron a

consecuencia del agua no tratada, se cuenta con más de tres mil sistemas de agua entubada, eso quiere decir agua no potable, estos casos se aprecian fundamentalmente en la zona rural. Los municipios que son los prestadores de servicio no pueden satisfacer la demanda de la población por el excesivo crecimiento demográfico, la tenencia de las tierras es privada principalmente en las fuentes de captación, no existen fondos para la conservación ni para las capacidades técnicas en la mayoría de los municipios y a pesar de todos los esfuerzos de todos los compromisos del milenio, la tendencia es al crecimiento de las incidencias hídricas, esto en las 3 provincias desde el 1994 al 2012 según datos del Ministerio de Salud.

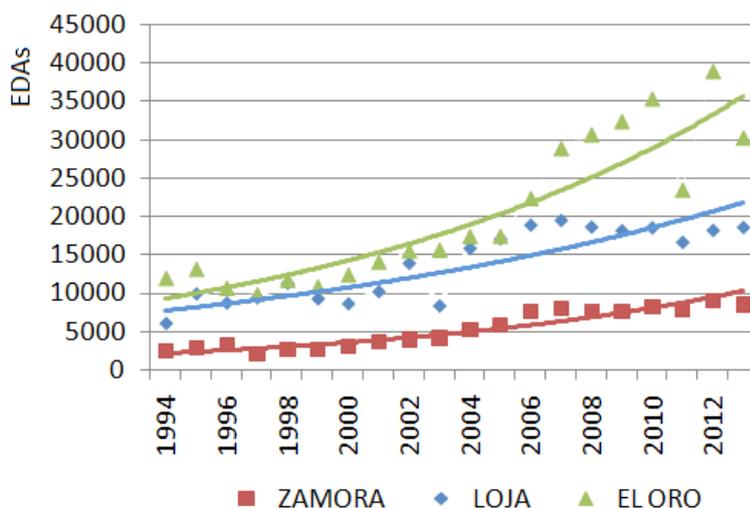


Gráfico 1. Valoración del servicio de provisión de agua

En el país se reconoce al agua como un derecho humano fundamental, el Estado garantiza la recuperación y manejo de los recursos hídricos. Los municipios son los entes encargados que pueden decidir y determinar reservas en sus jurisdicciones, también pueden decidir tarifas y/o tasas.

Con el antecedente mencionado nace FOROAGUA que es una iniciativa que nace el 8 de julio de 2009 como un modelo de gestión solidaria de los municipios, especializados para enfrentar la calidad y cantidad del agua, el objetivo es la protección, conservación y recuperación de los servicios ambientales y biodiversidad de los ecosistemas frágiles de las 3 provincias, nace con un patrimonio de 532 mil dólares y el patrimonio actual es de 1 millón 376 mil dólares, el total que ingresó es de 2 millones 800 mil dólares, esto es

el aporte que los ciudadanos de los municipios de esta zona aportaron para la conservación durante los últimos 7 años. Once municipios se encuentran dentro del mecanismo y los próximos a firmar la adhesión son 7 y 18 los que están en proceso, siendo un total de 39 municipios provinciales.

### Resultados

Se colectó 2 millones 800 mil dólares, en promedio es de 1 dólar por usuario por mes, los municipios declararon un total de 74 mil hectáreas de reserva municipal no solo como conservación del agua sino con otros fines.

- 5 municipios que no tenían control de calidad, pudieron establecer su laboratorio de calidad que está funcionando bien, que da el servicio de control de

calidad del agua.

- La finalidad del fideicomiso es levantar recursos adicionales, que hasta la actualidad se posee un total de 1 millón 400 mil dólares adicionales.
- El objetivo es cubrir los 39 municipios e incorporar a todos los usuarios que son 200 mil habitantes, que generaría 200 millones 400 mil, sin los otros usuarios.
- Se espera que se sumen las centrales hidroeléctricas y las minerías a este proyecto.
- 29 municipios aprobaron la ordenanza y 38 están en proceso, levantando la línea base o elaborando la ordenanza.

Ante la colmatación de la represa de Poechos, una solución es un proyecto de financiamiento. Existe algún diálogo con el Estado peruano: hay varios acuerdos internacionales por ser cuencas binacionales, la de Poechos representa una situación crítica debido a la cantidad de sedimentos que trae el Catamayo. La colmatación avanza más rápidamente, a un ritmo mayor que el que estaba proyectado. Como son cálculos nacionales, no funcionaron

bien. Lo que se necesita son acuerdos locales; de hecho, la iniciativa de Quiroz nació inspirada en la de Foro Agua. Es necesario trabajar en la comunidad baja y alta, trabajar en mecanismos de retribución. Existen grandes empresas exportadoras que requieren el agua; deben ver también la conservación del agua y contribuir en la disminución del flujo de sedimentos.

¿Cuánto se conoce del marco institucional legal peruano? ¿Más o menos cómo se podría aplicar este modelo en el Perú, con algunas modificaciones? Existen limitaciones graves como que no se puede ordenar el territorio, no se pueden declarar áreas municipales que no sean aprobadas en la capital, en temas de tarifas también son críticos. Existen municipalidades que tuvieron problemas políticos, de los cuales se puede guiar el Perú, como por ejemplo una municipalidad del Ecuador no pudo crear una planilla de tasa ambiental, lo que hizo fue poner la tasa en el impuesto predial de 1 a 2 dólares anuales, los que pueden ir directo a la conservación de las fuentes de agua, esto en base a una ordenanza municipal. Importante el lenguaje con el cual se habla a los políticos, el tema de valoración es fundamental y el involucramiento de las personas es importante.

## IMPLICANCIAS DE LOS MECANISMOS DE RETRIBUCIÓN POR SERVICIOS ECOSISTÉMICOS EN LAS ORGANIZACIONES CAMPESINAS ALTO ANDINAS (CASO COMUNIDAD CAMPESINA DE SAMANGA)

*Conferencia de Rossi Taboada*

sobre los recursos naturales y sobre todo en los recursos hídricos. En muchos casos estos territorios donde se localizan los recursos hídricos están ubicados o coinciden con las áreas de las comunidades campesinas. También estas comunidades, a través de cambios, entre ellos la mayor parcelación de las tierras, la migración, urbanización; en este contexto es necesaria la inserción de MRSE en el Perú como herramienta de redistribución y retribución por los servicios ecosistémicos.

Existen los compromisos mutuos entre retribuyentes y contribuyentes, las comunidades campesinas conforman un comité de participación ciudadana; en la evaluación el fondo Quiroz a poco tiempo tiene un avance significativo como experiencia. La comunidad en estudio está ubicada al noreste de Ayabaca, con una extensión de 12 731 hectáreas, la comunidad fue creada en 1988. Antiguamente, su territorio correspondió a la Hacienda Samanga. Hasta el 2009, se registraron 423 familias, entre las actividades que generan presión sobre los recursos están el pastoreo, la agricultura, la deforestación y la tala con fines de obtener combustibles; en la comunidad, la zona del Páramo y parte del Bosque de Ramos pertenecientes a la comunidad de Samanga son

las únicas áreas de uso comunal. Cabe resaltar que en el Perú tradicionalmente la comunidad campesina posee un manejo de la tierra y un derecho de uso de tierra comunal; pero en comunidades campesinas del norte el manejo de la tierra es a nivel familiar, pero legalmente tienen un manejo colectivo a nivel de comunidad.

La Asociación de Productores Agropecuarios Conservacionistas de los Bosques de Neblina y Páramos de Samanga (APACBONPAS) y otras comunidades tienen una experiencia acumulada de proyectos como páramos andinos y entre otros, este proyecto fue creado en el 2013, actualmente conformado por 20 miembros, varios miembros y comuneros poseían potreros dentro y áreas de cultivo donde hoy es el Área de Conservación Privada; es a través de la asociación que los comuneros miembros de la asociación acceden a una cartera de proyectos de innovación y sostenibilidad ambiental con financiamiento público o privado, lo cual es observado por ellos como un beneficio.

Aspecto clave del fondo es que sirve como apoyo para impulsar a las organizaciones a acceder a otros fondos de financiamiento y continuar de una forma más independiente

Desarrollo de mecanismos participativos. Siendo este aspecto importante, se realizó una mirada de la cuenca de abajo hacia arriba; eso quiere decir que las agendas y proyectos son direccionados a las comunidades campesinas y contribuyentes, este mecanismo participativo es un factor importante porque brinda dinamismo y sostenibilidad.

Poniendo énfasis en el manejo de recursos de manera colectiva, donde están involucradas comunidades campesinas, en cuanto al caso de formas de propiedad comunal de forma familiar, se ha debilitado el manejo de forma colectiva de las tierras. La asociación para el manejo colectivo es necesario entre las asociaciones y comunidades. Las nuevas obligaciones del territorio donde se aprecia las restricciones, guardando relación con las iniciativas, la asociación de quienes se vieron afectados por el derecho de uso de las tierras presenta mayores oportunidades porque sus objetivos se ven proyectados en el éxito de esta asociación y las áreas de conservación, con un creciente interés en el desarrollo de las capacidades.

Los manejos participativos residen en la experiencia de la comunicación con una visión integral del desarrollo del territorio, apoyados en instrumentos de participación local con énfasis en acciones económicas y propuestas de las organizaciones.

Es así que a partir de la creación del Área de Conservación Privada se genera un sinnúmero de oportunidades y acceso a proyectos productivos, la experiencia acumulada los perfila para la réplica, involucrando a los principales actores que fueron vistos como problemas y/u obstáculos para la conservación.

## Preguntas

*¿Cómo podría vincularse la ley de mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos y la ley de comunidades campesinas?*

Son contextos que poseen una brecha amplia, de cómo se concibieron las leyes, no se parte de una articulación directa en esta ley, aunque sí hay una contemplación de las comunidades andinas.

*¿La ley de MRSE contempla una articulación con la ley de las comunidades campesinas?*

La Ley MRSE reconoce a las comunidades campesinas como un contribuyente, la socialización con las comunidades campesinas porque tienen un vínculo directo sobre el territorio.

*¿Qué crees que ha influido en la comunidad para que ya no se expanda la frontera agrícola y se cuide los bosques?*

El área de conservación privada implica el territorio de uso familiar por parte de la asociación y hacen que los objetivos de esta familia estén en el éxito o no, también existe una experiencia sobre sensibilización.

*¿A nivel de gobiernos locales qué iniciativas podrían considerarse en complemento a una Área de Conservación Privada?*

Las oportunidades que puede tener por los pequeños incentivos que da el fondo. Se está preparando un proyecto nacional de incentivos, estos fondos ayudan a desarrollar la cadena de valor referente a un conducto.

## PRIORIDADES DE CONSERVACIÓN Y DESARROLLO DE LAS COMUNIDADES DE NOR YAUYOS.

*Conferencia de Genoveva Blundo Canto. Centro Internacional de Agricultura Tropical.*

Esta conferencia se enfoca en analizar cuáles son las prioridades de desarrollo de conservación de las comunidades que van a recibir la retribución.

La cuenca del río Cañete tiene una población aproximada de 130,000 personas y el 86% está asentado en la costa. La cuenca tiene una precipitación que fluctúa entre (17 mm/año y 736-1169 mm/año) y su agricultura tiene un destino comercial. Pese a ello todavía hay un 26% de pobreza y agricultura de subsistencia.

Los objetivos que se plantearon fueron:

- Identificar prioridades de las comunidades en términos

de intervenciones para favorecer o retribuir la conservación de los recursos naturales en la cuenca alta del río Cañete a través del MRSEH.

- Entender la factibilidad, según preferencias desagregadas por género, de intervenciones que el MRSEH podría apoyar.
- Proporcionar datos cualitativos para desarrollar escenarios que evalúen los potenciales impactos de la RSE en forma de acciones de desarrollo y conservación.

La metodología incluyó los siguientes aspectos:

- Revisión de estudios anteriores: Hervé, 1996; Wiegers,

1998; Otarola, 2010; Podvin et al., 2011; MINAM, 2011; Quintero et al. 2013; Quintero et al., 2014; UNALM, 2013; Plan Maestro, 2014.

- Entrevistas semiestructuradas con presidentes de las comunidades
- Talleres participativos

Los talleres participativos buscaron identificar las dimensiones de bienestar que los comuneros identifican. Además, se quiso entender el uso de los suelos en las partes altas, los ecosistemas que usan, los principales cambios, amenazas, estado percibido de conservación (grupos mixtos). Y por último, cuáles son las soluciones que ellos mismos proponen para recuperar áreas (grupos separados por género).

Se trabajó en el distrito de Yauyos, en 8 comunidades donde hay mayor recarga de agua en la parte alta; dedicadas al pastoreo de camélidos, ovinos y vacunos (entre los 3000 a 4200 msnm). Los talleres se realizaron en las comunidades de Alis, Caranla, Huancaya, Laraos, Miraflores, Tanta, Tomas y Vintis; y contaron con la participación de 120 comuneros, donde aproximadamente la mitad eran mujeres.

Los resultados mostraron numerosas áreas en uso: Pastos naturales, terrenos con riego, terrenos en secano, lagunas, ríos, bofedales, manantiales, bosques nativos y cultivados. Se confirmó la degradación de los pastos, la progresiva pérdida de agrobiodiversidad y conocimiento ancestral y el abandono de los andenes.

Como principales oportunidades se identificaron:

- La construcción de represas o reservorios.
- El mantenimiento de canales de irrigación y zanjas de infiltración.
- Cercos.
- Mantenimiento de represas o reservorios.
- Corresponsabilizar a las empresas mineras o hidroléctricas.
- Banco de semillas.
- Reforestación.
- Vínculo con el mercado.
- Mejorar el manejo de los residuos sólidos.
- Contar con estudios de calidad de agua.

Por otro lado, las prioridades identificadas por las comunidades para premiar la conservación fueron, desde la perspectiva de las mujeres:

- Artesanía
- Turismo

- Tecnificación en la producción de lácteos
- Canales de riego, Reservorios, Represas
- Mejores servicios de salud
- Mejores servicios de educación
- Galpón para esquila
- Producción de papas para venta
- Crianza de animales menores para venta
- Mejoramiento de carretera
- Internet.

Desde la perspectiva de los hombres:

- Asociaciones para venta de productos
- Mejoramiento de carretera
- Turismo
- Mejores servicios de educación
- Tecnificación en la producción de lácteos
- Reproductores de ganado vacuno y ovino
- Piscigranjas
- Acceso a créditos y capacitación en negocio
- Mejores servicios de salud
- Complejo deportivo.

La experiencia permite plantear muchas recomendaciones entre las que destacan:

- Capacitación para el manejo rotativo de pastos naturales.
- Implementar un monitoreo participativo de la calidad del agua.
- Desarrollar mejoras en la infraestructura hídrica.
- Necesidad de articularse con las empresas mineras.
- Creación de asociación entre las comunidades para mejorar su acceso al mercado.
- El turismo requiere de capacitación y un plan para poder responder a las expectativas de generación de ingresos.

Es importante incorporar las perspectivas de los comuneros y comuneras, quienes proponen soluciones para una conservación equitativa de los ecosistemas y el mantenimiento de medios de vida dentro de un área protegida de importancia estratégica.

Los proyectos resultarían más sostenibles trabajando con la comunidad y no solo con pequeños grupos de personas o individuos, para que haya apropiación, mantenimiento y replicación de las acciones.

## Preguntas

La paradoja de las comunidades. *¿Debemos entender que existe competencia por agua entre usuarios de la cuenca alta y baja?*

Hay disponibilidad de agua, pero no acceso a ella (creación de canales, la recuperación de canales ancestrales, costos elevados).

*¿Principio Precautorio? Desarrollar el tema.*

No hay escasez del agua durante el año. La precaución es hacer un buen uso del ecosistema en la parte de cuenca alta para mantener o mejorar la calidad del agua.

*¿Tienes algunas sugerencias de actividades específicas para la parte alta vinculada a la recuperación del ecosistema y el agua? ¿Cuánto costarían estas actividades?*

Mejorar los pastos naturales, manejo rotativo, creación de cercos, ordenamiento ganadero. Se está estudiando dónde estas actividades tendrán mejor impacto en la provisión del recurso hídrico y los costos.

*¿Cuál es la relación de la población con Hidroeléctrica*

*CELPSA? ¿Qué percepción tienen considerando que el agua es uno de los mayores problemas en Cañete?*

La hidroeléctrica tiene un embalse en la comunidad de Tanta, este embalse tiene alrededor de 10 años y ha creado cambios en el flujo del agua de la cuenca. Ha habido algunos incentivos y retribuciones por haber embalsado la laguna donde había pastizales.

El problema está en Huancaya, una comunidad turística. Los comuneros dicen que ha afectado el tamaño de las truchas y la reproducción de otros animales.

*Viendo la priorización de la infraestructura gris por los comuneros. ¿Piensas que sería adecuado empezar o incluir en algún momento de procesos participativos del diseño MRSEH una capacitación para la comunidad sobre el aporte (actual y potencial) hídrico de sus ecosistemas?*

La preferencia está relacionada con el conocimiento de la importancia que tienen estas obras. Si tuvieran conocimientos de obras menos caras y que no son infraestructura gris tendrían preferencia. Las comunidades de estas zonas tienen ganas de conocer y aprender. Hay grandes oportunidades de hacer infraestructura gris pero también de aprovechar infraestructura ancestral.

## MECANISMOS DE RETRIBUCIÓN POR SERVICIOS ECOSISTÉMICOS - NORMATIVA E IMPLEMENTACIÓN

*Conferencia de Diana Miranda. Ministerio del Ambiente del Perú.*

La presentación revisa los antecedentes y las características del diseño normativo para los Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos (en adelante MRSE) que implementa el Ministerio del Ambiente (MINAM), desde la Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural (DGEVFPN).

Es importante partir por la definición de conceptos base:

- Servicios ecosistémicos. Se entiende como los beneficios que las personas obtienen del buen funcionamiento de los ecosistemas, estos servicios pueden ser secuestro de carbono, mantenimiento de la biodiversidad, provisión de recursos genéticos y de alimentos, formación de suelos, regulación hídrica en cuencas, belleza paisajística entre otros.
- Mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos, de acuerdo al art. 3.c. de la Ley 30215 (Ley de Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos) son los esquemas, herramientas, instrumentos e incentivos para generar, canalizar, transferir e invertir recursos económicos, financieros y no financieros,

donde se establece un acuerdo entre contribuyentes y retribuyentes al servicio ecosistémico, orientado a la conservación, recuperación y uso sostenible de las fuentes de los servicios ecosistémicos”.

Los MRSE plantean el reconocimiento de la retribución que se debe hacer a los actores que con sus acciones de conservación, recuperación y uso sostenible de los ecosistemas aseguran la provisión de servicios ecosistémicos (beneficios). Estos mecanismos parten de un acuerdo voluntario entre contribuyentes y retribuyentes.

### Modalidades de Retribución

Al tratarse de un mecanismo voluntario, la modalidad de retribución se define por el acuerdo voluntario entre las partes, pudiendo considerar las modalidades:

- Financiamiento de acciones para la conservación, recuperación y uso sostenible de la fuente de los servicios ecosistémicos.
- Financiamiento de acciones de desarrollo productivo e infraestructura básica en beneficio de los contribuyentes.



Figura 1. Elementos para el diseño de MRSE

- Otras modalidades acordadas entre las partes, dentro de los alcances de la ley

### Elementos para el diseño de los MRSE

Es importante mencionar que existen iniciativas desarrolladas por diversos actores y con diferentes enfoques, cuyas experiencias han servido de apoyo en la definición de los elementos a considerar en el diseño de los servicios ecosistémicos.

En las iniciativas han ido acompañadas de comités impulsores integrados por contribuyentes y retribuyentes, quienes apoyan a la implementación de las acciones, siendo clave el establecimiento de un sistema de financiamiento y monitoreo de las acciones implementadas.

### Marco legal de los MRSE

El desarrollo del marco legal se inicia el año 2014 con la promulgación de la Ley 30215, Ley de Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos, que define el rol de MINAM para la implementación de los MRSE; en el año 2015 MINAM y MEF se articulan en la aprobación de Marcos Políticos importantes como son: (i) Lineamientos de Política de Inversión en materia de Diversidad Biológica y Servicios Ambientales 2015-2021(RM 199-2015-MINAM) y (ii) Lineamientos de formulación de PIP en diversidad biológica y servicios ecosistémicos (RD 006-2015-EF/63.01); es así que el presente año se ha aprobado el Reglamento de la Ley 30215 (D.S. 009-2016-MINAM).

El reglamento define el listado de servicios ecosistémicos, el listado de contribuyentes, así como el rol de entidades públicas, definiéndose de manera específica los MRSE de regulación hídrica, que involucran los casos de las Empresas Prestadoras de Servicios de Agua, así como los MRSE de secuestro y almacenamiento de carbono; finalmente define el procedimiento de Registro Único de MRSE y que deberá formar parte del TUPA de MINAM y se pueda brindar la asistencia y el monitoreo que requiere la implementación

de los mismos, asimismo el MINAM va a generar los lineamientos específicos y normativos para la aplicación de los MRSE.

### Avances en el Perú

Existen avances en el país, respecto a la implementación de los MRSE, es así que a través de la Incubadora de los MRSE se ha identificado 22 iniciativas, con un mayor avance en las EPS que incluyen en las tarifas de agua una retribución por servicios ecosistémicos. Asimismo, se cuenta con lineamientos técnicos y metodologías como el Diagnóstico Hidrológico Rápido DHR desarrollado por CONDESAN y que permiten identificar el dimensionamiento de los servicios hidrológicos a efectos de poder justificar el incremento de la tarifa.

En la misma línea se han realizado estudios tarifarios en algunas cuencas como Rímac (Lima), Tilacancha (Amazonas), Huaytapallana (Junín) entre otros, y donde se espera recaudar recursos que beneficien a las familias en las partes altas de estas cuencas.

De otro lado se cuentan con instrumentos que pueden apoyar la implementación de los MRSE como son los Lineamientos para la formulación de proyectos de inversión pública en diversidad biológica y servicios ecosistémicos, como marco para la recuperación de especies, ecosistemas y servicios ecosistémicos, y en este marco se da seguimiento al proceso de diseño y posterior viabilización de proyectos en servicios ecosistémicos hídricos con a nivel de cuencas.

### Preguntas

*¿El Estado otorga dinero para la implementación de los MRSE o solo los promueve?*

El MINAM incentiva que se implementen estos mecanismos, donde las modalidades de financiamiento pueden ser de fuentes varias, inversión pública, cooperación y otros.

*¿Por qué el sentido voluntario de la ley de MRSE y darle un carácter vinculante?*

Se busca que la implementación de los MRSE parta de acuerdos y consensos además de darle soporte a las iniciativas en proceso, la idea de darle un carácter vinculante sería asignarle una tasa y/o un tributo cuyo desarrollo y aplicación tiene otra lógica.

*¿Qué incentivos desde la ley se desarrollan para los retribuyentes y cómo se maneja la sostenibilidad financiera?*

Los retribuyentes se benefician de los servicios de los ecosistemas y para su sostenibilidad a nivel institucional el MINAM brinda asistencia.

*Los pasivos mineros han afectado la capacidad de la provisión de servicios en la cuenca de Rímac: ¿Que proyecciones se están dando para revertir estos pasivos?*

La atención de pasivos mineros cuenta con otros mecanismos de atención en el marco del SEIA, éstos no están comprendidos en los alcances de la ley de MRSE.

*Considerando que el MINAM promueve y no financia: ¿Cuántos pedidos por financiamiento ha recibido el MINAM?*

MINAM brinda apoyo a los mecanismos a través de la incubadora de MRSE, en cuyo marco brinda asistencia y acompañamiento a las iniciativas de MRSE, promoviendo a su vez el desarrollo de lineamientos que permitan su implementación.

*Tenemos un presupuesto del GORE Ancash para el proyecto: "Escudo Verde de Quitaracza", por un valor de 4 200 000 soles. ¿De qué forma el MINAM podría apoyar su implementación?*

Es el GORE que puede apoyar su implementación, el MINAM puede acompañar esta propuesta.

Estado de avance y cuellos de botella de los MRSE hídricos

*Conferencia por Piedad Pareja. Centro Internacional para la agricultura tropical – CIAT*

Es una presentación de los resultados de estudios del CIAT respecto de la aplicación de los MRSE hídricos, relevando avances y cuellos de botella a ser considerados en los procesos de implementación.

Como marco de este estudio es importante hacer referencia a la línea de tiempo del avance regulatorio en el Perú respecto de la aplicación de los MRSE y las iniciativas que se han ido dando desde el año 2004 a lo largo del país.

El estudio parte de la coordinación del CIAT y MINAM, en el año 2010, para el desarrollo de un estudio marco sobre la viabilidad de aplicación de los MRSE hídricos, desarrollándose 02 evaluaciones en los años 2013 y 2015.

El objetivo del estudio fue identificar el avance y análisis de los cuellos de botella en la implementación/sostenibilidad de los MRSE hídricos, para su atención desde las entidades competentes.

**Resultados 2013**

Se identificaron 17 iniciativas de aplicación de los MRSEH, con los siguientes resultados.

HALLAZGOS	CUELLOS DE BOTELLA
<ul style="list-style-type: none"> <li>Los MRSEH responden a una problemática actual o potencial con el recurso hídrico.</li> <li>Los objetivos son ambientales y sociales.</li> <li>De las 17, solo 4 iniciativas tenían un avance significativo (3 con recursos transferidos a los contribuyentes).</li> <li>Las asociaciones civiles sin fines de lucro jugaban un papel fundamental en las etapas iniciales brindando las bases para el análisis.</li> <li>Los retribuyentes con mayor priorización fueron: las Empresas Potables de Agua y Saneamiento (EPS) y Juntas de Usuarios.</li> </ul>	<p><b>INSTITUCIONALES - LEGALES</b></p> <p>Falta de reconocimiento legal de los MRSEH</p> <p>Actores identificados, no obstante con roles Institucionales públicos no definidos.</p> <p>Falta de claridad sobre la estructura institucional de aplicación de los MRSEH</p> <p><b>ECONÓMICOS</b></p> <p>Enfoque en un solo beneficiario / usuario y EPS.</p> <p>Aportes no recurrentes y con expectativas a corto plazo.</p> <p>Falta de planes financieros.</p> <p>Falta de incentivos para la participación de instituciones privadas</p> <p><b>TÉCNICO</b></p> <p>Muchos vacíos de información:</p> <p>Falta de lineamientos que orienten el diseño e implementación de los MRSE hídricos.</p> <p>Poco entendimiento entre los técnicos, profesionales, autoridades y sociedad civil sobre los MRSE hídrico y funcionamiento de los ecosistemas en la provisión del servicio ecosistémico hídrico.</p> <p>Falta de paquetes tecnológicos específicos para mejorar la provisión de SEH.</p>

## Resultados 2015

En el año 2015 se identificaron 22 iniciativas, ubicadas en 17 departamentos del país y que involucran a 21 áreas naturales protegidas o zonas de conservación.

HALLAZGOS	CUELLOS DE BOTELLA
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Con 17 iniciativas, 9 de ellas con un avance significativo en su implementación (frente a 4 del 2013)</li> <li>• 15 iniciativas con recursos económicos invertidos y/o comprometidos (6 en el 2013)</li> <li>• 12 iniciativas con acuerdos (5 en el 2013)</li> </ul>	<p><b>INSTITUCIONALES</b></p> <p>Dos leyes importantes responden a vacíos identificados en el 2013, como son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La Ley Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos (Ley No. 30215) y su Reglamento, brinda reconocimiento legal a los MRSE, define la participación de los actores y las modalidades de retribución.</li> <li>• La Ley de Modernización de los Servicios de Saneamiento (Ley 30045), enfatiza el deber de incluir los MRSEH en los Planes Maestros Optimizados y tarifa de agua de las EPS, además que habilita a las EPS para la formulación, evaluación, aprobación y ejecución de proyectos en aplicación a los MRSE.</li> </ul> <p><b>ECONÓMICO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento de actores como retribuyentes a los MRSEH</li> <li>• Aporte recurrente garantizado con las tarifas de las EPS.</li> <li>• Convenios y compromisos multi-actores contribuyen a la aportación continua.</li> <li>• Creación de fondos patrimoniales y extinguidos.</li> </ul> <p><b>TÉCNICO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El MINAM, SUNASS, MEF y otros aliados de cooperación internacional han trabajado en manuales/guías que pueden apoyar el diseño e implementación de los MRSE hídricos:</li> <li>• Asimismo, se están desarrollando indicadores costo/efectividad para medir el impacto sobre los SE con respecto a la regulación hídrica y control de la erosión.</li> <li>• Pre-Registro de los MRSE, para el seguimiento y monitoreo.</li> </ul>

Los resultados del estudio, permiten identificar temas pendientes, respecto a que se debe lograr una mayor claridad sobre cuál es la estructura organizativa para la toma de decisiones sobre la inversión de las retribuciones (rol de los comités gestores e integración con los Consejos de Recursos Hídricos de Cuenca), asimismo se requiere de una mayor sensibilización y entendimiento sobre los MRSE y la legislación vigente, así como el fortalecimiento de las capacidades técnicas para la formulación de proyectos de inversión sobre servicios ecosistémicos, de otro lado se requiere potenciar la difusión de prácticas efectivas de conservación, restauración y uso sostenible del ecosistema, así como documentar y evidenciar el impacto positivo de éstas sobre los servicios ecosistémicos, además de generar un mayor involucramiento y permanencia de actores como Juntas de Usuarios de Riego y empresa privada (a través del desarrollo de incentivos), y finalmente el desarrollo de planes financieros involucrando a los actores de la cuenca.

## Preguntas

*¿Cuáles son los aportes de las instituciones internacionales (Agencias de cooperación internacional o cooperación técnica y científica), han recibido para desarrollar dicho estudio?*

Las instituciones que participaron en el estudio han sido el CIAT en coordinación con el MINAM, y en el 2015 se incorporó a la SUNASS.

*¿Se tiene conocimiento de experiencias en otros países donde hayan implementado la incubadora de MRSE?*

No se tiene conocimiento, la representante de FOREST TREND indica que la incubadora de MRSE es un modelo nuevo y que solo Perú lo implementa.

*De las experiencias analizadas: ¿Cuáles han implementado mecanismos participativos con poblaciones o actores locales? ¿Existe alguna relación entre ellos y el grado de avance o éxito de la experiencia?*

La mayoría de los casos son participativos, que se han conformado comités impulsores, con participación de ONGs, en general la cooperación ha dado soporte a las iniciativas y en el proceso de implementación la sociedad civil va tomando protagonismo, lo mismo que el estado.

*¿Cuál es la razón de una eventual carencia de iniciativas en las regiones amazónicas como Ucayali y Madre de Dios?*

*¿Qué limitantes existen?*

Se identificó una iniciativa en Nanay (Loreto) sin condiciones habilitantes, debido a muchos problemas sociales. Para los MRSE hídricos es más fácil identificar su aplicación en cuencas andinas, además de los actores y su influencia en dicho proceso.

*¿Existe alguna metodología para identificar los servicios ecosistémicos?*

Nos enfocamos en la identificación de los servicios ecosistémicos hidrológicos, y la metodología de delimitación es a través de los Diagnósticos Hidrológicos Rápidos desarrollado por CONDESAN, con MINAM y SUNASS, la misma que también se enfoca en identificar a los actores y el proceso a implementación de los MRSE.

*¿Cómo involucrar más a la ciudadanía, quizá las ONGs deben fortalecer las capacidades de la ciudadanía para gestionar los riesgos y conservar los ecosistemas?*

Una de las formas es a través de los encuentros macrorregionales, y estos podrían replicarse a nivel local y de cuenca a través de campañas de comunicación como las aplicadas por RARE que son impactantes y que se asocian la atención de los ecosistemas con animales representativos para la población, y que promueve la valoración de la provisión de servicios ecosistémicos por parte de los actores locales.

*Es fácil ver los cuellos de botella: ¿Cuáles son las potencialidades que contribuyeron al desarrollo de estas iniciativas?*

Las iniciativas en MRSE se han dado en muchos países como en el caso de Costa Rica, y se constituye como una herramienta de conservación con mucho potencial a desarrollar.

Sería importante que en el marco de la Ley de MRSE se considere el involucramiento y promoción de los consejos de cuenca en los diferentes valles, dado que son los actores importantes en la gestión de las cuencas.

Definitivamente es importante, actualmente existen 6 consejos de recursos hídricos legalmente reconocidos, pero con problemas de financiamiento. Se puede impulsar pilotos en cuencas pequeñas en los que se pueden aplicar los MRSE, como base y sinergia para la implementación de Consejos de Recursos Hídricos normados.

# INVERSIÓN PÚBLICA Y GESTIÓN AMBIENTAL EN LA REGIÓN HUANCVELICA- PERÚ

*Conferencia de Pedro C. Cabrera Chacalizal. Gobierno Regional de Huancavelica*

Huancavelica es el primer productor energético del país, con una agrobiodiversidad inmensa, siendo así una región con mucha riqueza.

Los recursos naturales de la región Huancavelica, en especial los bofedales y pastos sufren un sobrepastoreo, drenaje de humedales, puquios, ojos de agua, prácticas de manejo sin una visión, pérdida de manejo ancestral de manejo de recursos hídricos, pérdidas de suelos, pérdida de biodiversidad nativa, introducción de especies plantables exóticas, se producen sequías seguidas, el calendario agrícola se alteró, se presentan heladas atípicas, se posee una disminución de los recursos naturales y soporte de suelo para la producción; se tiene una consecuencia de pérdida de la capacidad de proveer bienes y servicios ecosistémicos, aumento de la vulnerabilidad frente a desastres y cambio climático.

Se aprecia la emisión de gases de efecto invernadero, que genera así el retroceso de glaciar (cerca 19 mil km<sup>2</sup> que se poseía y actualmente se posee mil doscientos). En función de las experiencias el tema del agua es esencial para tener el enfoque territorial y de cuencas. Es así que se inicia la implementación de proyectos en espacios degradados en las cabeceras de cuenca, se implantó el PIP para recuperar los ecosistemas en las cabeceras de cuenca como el proyecto de mejoramiento de praderas y conservación de suelos de Huaytará y Castrovirreyna; se tiene un PIP en formulación a nivel de perfil "Recuperación de los ecosistemas bofedales y pastizales en las provincias de Acobamba, Angaraes, Catrovirreyna, Huancavelica y Huaytará" para mejorar la calidad de vida, reducción del costo social a largo plazo mediante la recuperación de pastizales y bofedales.



El proyecto de experiencia posee una inversión estimada de 100 millones que permitirá recuperar 5000 hectáreas de ecosistemas bofedales y pastizales que beneficiarán a 20 mil personas.

Los principales participantes son el gobierno regional, local, comunidad campesina y ganaderos; es este el motivo para ver con otras perspectivas el tema del agua. Se tienen proyectos en relación con el agua y la gerencia de recursos naturales. El principal motivo para el desarrollo es que no existe intervención en las cabeceras de cuenca donde se ubica Huancavelica y las aguas drenan hacia Ica y el

beneficio de las poblaciones de las cabeceras de las cuencas no se aprecia.

## Preguntas

*Dentro de las acciones vinculadas con el manejo de los recursos naturales y la gestión ambiental, no se llega a ver ningún punto referido a los procesos de ZEE y OT ¿Cómo van en estos temas?*

En cuanto a la zonificación ecológica, la primera implementación se realizó en Huancavelica, de la misma

manera se están realizando los estudios y pasar luego pasar al PIP.

*Dentro de los problemas se mencionó el sobrepastoreo ¿Existe en las comunidades algún acuerdo para limitar la cantidad de sus animales? En algunas zonas de Ayacucho ya se está realizando.*

Las comunidades son muy reuentes a disminuir sus rebaños ya que de eso viven. Se está implementando una planta de procesamiento de ganado.

*Una vez intervenida una zona para la recuperación*

*de ecosistemas ¿Cada cuánto tiempo se planea hacer monitoreos o seguimientos, de que realmente dicha recuperación del ecosistema se está dando?*

El problema del PIP tiene un inicio y un fin mas no un post, para eso están los aldeanos, que hacen un seguimiento y están interviniendo como proyecto.

*¿Qué otros procesos implementan para conocer las fuentes de agua?*

Se inició con el MINAM, un convenio de un trabajo de mapeo de bofedales en base a un inventario.

## INCENTIVOS FISCALES PARA LA CONSERVACIÓN

*Conferencia de Carlos Trinidad Alvarado. Sociedad Peruana de Derecho Ambiental (SPDA)*

### ¿Qué son los incentivos fiscales (IF)?

Son instrumentos económicos basados en el cambio de comportamiento vía precios (Moreno-Sánchez, 2012). En particular, estos cambios se impulsan mediante la instrumentalización -directa o indirecta- de fondos públicos para conservación, tanto en el momento de su recaudación (subsidios o exenciones), como en su distribución (financiamiento público).

### Tipos de IF para conservación

Los incentivos tributarios son:

- Exoneraciones o exenciones tributarias, reducciones de tasas impositivas, gastos deducibles adicionales que disminuyen la base imponible de un impuesto, o créditos especiales.
- Incentivos en la distribución del presupuesto público:
- Asignación de fondos públicos en base a estándares de conservación de la diversidad biológica (transferencias verdes): + conservación = + presupuesto público.

### ¿Por qué incentivos fiscales para conservación?

Existe una brecha económica para financiar actividades de conservación.

- Existen fondos privados y públicos adicionales que pueden ayudar a cubrir la brecha.
- Los privados responden mejor a estímulos que a obligaciones.
- ¡La conservación de la biodiversidad es de interés público!

### ¿Incentivar qué?

Entes que podrían conservar ("conservar directamente"):

concesiones, Área de Conservación Privada, títulos habilitantes dentro o fuera de Área Natural Protegida o Área de Conservación Regional, comunidades campesinas, ONGs.

Para financiar la conservación: empresas o personas naturales que financian conservación, ya sea por filantropía o en el marco de políticas de RSE.

### Situación de IF para la conservación en el Perú: Instrumentos tributarios

Incentivos de distribución de presupuesto público: no hay un incentivo específico que origine más presupuesto por más conservación, como en Brasil con el Impuesto sobre Circulación de Mercaderías y Servicios (ICMS).

Tampoco existen normas que obliguen a las entidades subnacionales a invertir un porcentaje mínimo de sus ingresos en conservación. Como en Colombia con el porcentaje obligatorio de ingresos municipales (1%) para conservación.

No obstante, con el instrumento de Presupuesto por Resultados (PpR), las entidades que ejecutan adecuadamente su presupuesto y lo articulan a un "Programa Presupuestal", pueden tener mejores condiciones de negociación para incrementar su financiamiento.

Incentivos tributarios: en el Perú no hay una regulación específica y uniforme que establezca incentivos fiscales idóneos para actividades de conservación de GyEM.

Las herramientas susceptibles de ser utilizadas provienen de normas promocionales dirigidas a fomentar otras actividades (cultura, agricultura, minería) o zonas geográficas (Amazonía, zonas altoandinas).

**Tabla1. Incentivos para sujetos que realizan conservación**

Régimen	Beneficiario	Incentivo	Observaciones
<b>Impuesto a la Renta (IR).</b>	Asociaciones sin fines de lucro, siempre que persigan fines públicos: beneficencia, asistencia social, educación, cultural, científica, artística, literaria, deportiva, política, gremiales, y/o de vivienda.	Exoneración del IR	Vigencia 3 años, pero se renueva permanentemente. El problema es que no están contempladas las asociaciones ambientales.
<b>Zonas altoandinas</b>	<p>Las personas naturales, micro y pequeñas empresas, cooperativas, empresas comunales y multicomunales que tengan su domicilio fiscal, centro de operaciones y centro de producción en las zonas geográficas andinas ubicadas a partir de los 2 500 metros sobre el nivel del mar.</p> <p>Empresas que se instalen a partir de los 3 200 metros sobre el nivel del mar y se dediquen a: piscicultura, acuicultura, procesamiento de carnes en general, plantaciones forestales con fines comerciales o industriales, producción láctea, crianza y explotación de fibra de camélidos sudamericanos y lana de bovinos, agroindustria, artesanía y textiles.</p>	Exoneración del IR, IGV y aranceles.	<p>Vigencia de 10 años (vence en el año 2019).</p> <p>- Hay tratamiento diferenciado, ya que no se busca promover la conservación, sino la actividad productiva.</p> <p>Limitaciones geográficas.</p> <p>No promueve inversión (RSE) de empresas.</p>

**Tabla 2. Incentivos para sujetos que financian conservación**

Impuesto	Impuesto a la Renta			
<b>Mecanismo</b>	Gasto deducible por RSE	Gasto deducible por donaciones	Obras por impuestos	Inversión minera en infraestructura pública
<b>Déficits / Problemas</b>	<p>Si bien existe jurisprudencia del TF y del PJ que admite la deducción de estos gastos, estos pronunciamientos no son uniformes.</p> <p>Existe una línea jurisprudencial que no ha aceptado deducción de empresarial en actividades públicas.</p>	<p>ESólo son deducibles las donaciones a favor de entidades del Estado y asociaciones exoneradas del IR.</p> <p>No son deducibles las donaciones a favor de comunidades nativas o campesinas, o asociaciones que no se encuentran exoneradas del IR.</p>	<p>Si bien no hay ningún obstáculo legal para la aplicación de este mecanismo, no se ha venido aplicando para conservación.</p> <p>Asimismo, hay un desincentivo para entidades públicas con pocos recursos disponibles (por ejemplo, SERNANP o GR sin canon).</p>	<p>Si bien no estamos ante una lista taxativa de infraestructura pública que permite la deducción, no se encuentra alguna referencia a infraestructura natural.</p> <p>Asimismo, la definición de servicio público habla de "utilización", y no todos los gastos en conservación son susceptibles de ser usados o utilizados.</p>

## Conclusiones

En el ámbito normativo:

- No hay incentivos para la conservación homogéneos y uniformes.
- Existen limitaciones geográficas que admiten un tratamiento diferenciado entre los distintos instrumentos de conservación.
- Los incentivos provienen de normas promocionales que buscan incentivar distintos sectores, actividades o sujetos. En algunos casos, estas normas promueven actividades que no son compatibles con la conservación de la biodiversidad.
- No se incentiva adecuadamente el financiamiento del sector privado en conservación.

En el ámbito operativo:

- Las entidades fiscales ponen trabas o limitan la efectividad de los pocos instrumentos utilizables para promover la conservación: RSE.
- Lineamientos para elaborar Propuestas Legales.
- Racionalizar el sistema, tratando de incluir a distintas herramientas de conservación.
- Superar la limitación geográfica o sectorial del sistema.
- Atenuar el costo fiscal.
- Maximización de algunas herramientas existentes. Reducir costo de implementación.
- Reducir costos de fiscalización.
- Promocionar la intervención del sector privado en el financiamiento de la conservación.

## Propuesta sobre financiamiento

- Incorporar dentro del listado de gastos deducibles del art. 37° de la ley del IR al financiamiento en conservación

Implicancias:

- Elimina la inseguridad inherente a este tipo de gasto.
- Propicia el financiamiento a distintos tipos de conservación (privada, comunal, contratos de administración de ANP, incluso la realizada directamente).
- Incorporar dentro del listado de infraestructura pública del reglamento de la ley general de minería (DS n° 024-93-EM) la infraestructura natural.

Implicancias:

- Incluye a las inversiones en "infraestructura natural" que, de acuerdo al régimen vigente, no alcanzarían cobertura.

- Permitir la deducción de gastos por donaciones con fines de conservación, realizadas a favor de asociaciones sin fines de lucro ambientales.

Implicancias:

- Incluye a donaciones con fines ambientales a favor de asociaciones.
- Debería modificarse el artículo 19 de la LIR sobre asociaciones ambientales.

## Propuesta sobre actividad de conservación

Desarrollar los instrumentos tributarios contemplados en la ley forestal y de fauna silvestre, como mecanismos que promuevan la conservación.

Ley Forestal y de Fauna Silvestre, Ley:

## Tercera disposición complementaria final

Aplicase al manejo y aprovechamiento forestal y de fauna silvestre de la presente Ley las disposiciones previstas en la Ley 27360, Ley que Aprueba las Normas de Promoción del Sector Agrario.

Beneficios tributarios de la Ley 27360, Ley que Aprueba las Normas de Promoción del Sector Agrario:

- Tasa del IR del 15%.
- Depreciación acelerada para inversiones en infraestructura hidráulica y obras de riego (20% por año).

## Otras propuestas

- Canon
- Presupuesto proveniente de las regalías mineras
- Fondo de Compensación Municipal (FONCOMUN)

## Pendientes y desafíos

- Hacer análisis de impacto económico y regulatorio que incluyan análisis de costo beneficio.
- Entender el contexto político.
- Entender el potencial impacto ambiental de cada propuesta.
- Ser conscientes de los costos de implementación por la administración tributaria.
- Evaluar impuestos "pigouvianos" para desincentivar actividades que dañan ecosistemas y a la vez "compensar pérdidas" al fisco por los incentivos de exoneraciones.
- Evaluar la aplicación de mecanismos tributarios innovadores.

## Preguntas

*¿En qué casos se han logrado ventajas tributarias con las normas explicadas?*

Los litigios tributarios no son visibles. Es decir, los impuestos son amparados por una reserva tributaria que impide saber cómo son en realidad los incentivos. No obstante, lo importante es saber cuándo una empresa hace una donación y en qué términos. Por ello, debe regularse la transparencia en materia tributaria.

*¿Los gobiernos locales pueden promover áreas de conservación (Reservas paisajísticas)? ¿Cuáles?*

Sí es posible que los gobiernos locales promuevan áreas de conservación. No tienen competencias tributarias (excepto para tasas y derechos). Además, el gobierno local solo cobra lo que presta, tendría problemas para tapar el foso que le genera. Finalmente, los tributos pueden destinarse para fines distintos a solo recaudar impuestos como la conservación de

la biodiversidad (caso emblemático).

*Existen problemas con la recaudación de impuestos a nivel nacional. ¿Cómo se efectuaría una recaudación con fines ambientales?*

Si se tiene un gran problema de informalidad estos incentivos pueden originar más evasión fiscal. El éxito va a depender de cómo se establezca la legislación.

La SUNAT no debe fiscalizar, sería muy caro porque no tiene personal capacitado. Este órgano estatal solo pediría que se acredite al beneficio.

*Para las áreas de conservación privada. ¿Qué tipo de incentivos existen y cuáles son los requisitos y tiempo de aprobación?*

Existe la Ley Forestal y de Fauna Silvestre (que no está reglamentada). También el "título habilitante", el requisito es tener el reconocimiento para aplicar al beneficio.

## LINEAMIENTOS PARA LA FORMULACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN PÚBLICA EN DIVERSIDAD BIOLÓGICA Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

*Conferencia de Walter Manuel Santa Cruz Rondón. Ministerio del Ambiente*

Presentación de los lineamientos para la formulación de proyectos de inversión pública en diversidad biológica y servicios ecosistémicos, como mecanismo financiero público en proceso de implementación.

### Descripción de la presentación

Los lineamientos para la formulación de proyectos de inversión pública en diversidad biológica y servicios ecosistémicos, parte con la definición de conceptos que incluye a la diversidad biológica, sus componentes: especies, ecosistemas y servicios ecosistémicos y sus tipos. Estos lineamientos están basados en marcos políticos, institucionales y normativos a nivel nacional, teniendo en cuenta que los proyectos de inversión pública intervienen en bienes y servicios de carácter público.

Según el anexo 09 del SNIP, las intervenciones relacionadas a conservación y aprovechamiento sostenible de la diversidad biológica se consideran dentro de la Naturaleza de intervención de "Recuperación".

De acuerdo con los lineamientos, el objeto de intervención son los ecosistemas y especies, y los servicios ecosistémicos como bienes y servicios públicos respectivamente,

definiéndose en este marco tres tipologías:

- Recuperación de ecosistemas
- Recuperación de especies
- Recuperación de servicios ecosistémicos

La definición de aplicación de estos PIPs se basa en los marcos del SNIP, donde la finalidad es recuperar la capacidad de prestación de servicios ecosistémicos de manera directa e indirecta a través de la recuperación de los ecosistemas o especies, donde la unidad productora de las tres tipologías son los ecosistemas, delimitándose para el caso de especies el hábitat.

El Grupo Funcional asignado para los PIPs en DB, forman parte de la Función 17, que corresponde al sector ambiente, siendo los grupos funcionales 120 para ecosistemas, 119 para especies, y 122 y 120 para servicios ecosistémicos en regulación hídrica y control de erosión de suelos respectivamente.

Las entidades nacionales y gobiernos regionales pueden formular e implementar las tres tipologías de PIPs, los gobiernos locales solo pueden aplicar al PIP de recuperación de ecosistemas y servicios ecosistémicos.

Tipología	Criterio obligatorio
<b>Recuperación de ecosistemas</b>	<p>Ecosistemas degradados</p> <p>Considerados aquellos que han sufrido pérdida total o parcial de algunos de sus componentes esenciales que alteran su estructura y funcionamiento, disminuyendo por tanto su capacidad de proveer bienes y servicios.</p> <p>Priorizados en el anexo.</p>
<b>Recuperación de especies</b>	<p>La especie de flora o fauna debe tener relevancia económica, cultural o social.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Especies categorizadas en peligro crítico (normadas)</li> <li>• Especies, variedades y razas de cultivos y crías de la agrobiodiversidad no comercial y sus parientes silvestres.</li> <li>• Especies de importancia sociocultural cuyo hábitat esté comprendido en el ámbito de un ecosistema priorizado degradado o en ecosistemas que proveen bienes y servicios esenciales para poblaciones rurales.</li> </ul>
<b>Recuperación de servicios ecosistémicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Debe existir una población demandante de los servicios.</li> <li>• Debiendo considerar la propiedad de los terrenos donde se realizarían las intervenciones, la situación de esta permitirá plantear una intervención desde el Estado, una Asociación Público-Privada (APP), o un mecanismo de retribución por servicios ecosistémicos, en el marco de la normativa vigente.</li> </ul>

**Tabla 1. Criterios obligatorios para la aplicación de los PIPs**

Los servicios de (i) regulación hídrica están orientados a recuperar dichos servicios antes del punto de captación y de (ii) control de erosión de suelos intervendrán en los procesos de retención de suelos para disminuir la acumulación de sedimentos, disminuir los desbordes de cuerpos de agua y conservar los suelos para el desarrollo de actividades agropecuarias.

Algunas precisiones adicionales a considerar en la aplicación de los PIPs en DB y SE son que: (i) las intervenciones relacionadas con genes se considerarán solo si forman parte de un PIP en especies, (ii) en los PIP de las tres tipologías se puede incluir acciones orientadas a crear, ampliar o mejorar las capacidades de las instituciones públicas vinculadas exclusivamente con el PIP. Finalmente, las intervenciones orientadas a crear, mejorar, ampliar las capacidades de las instituciones públicas de los tres niveles de gobierno que, de acuerdo con sus competencias, desarrollan acciones vinculadas con la diversidad biológica, sin que estén articuladas a un PIP en particular, constituirían PIP de la tipología de «Proyectos Institucionales».

Las acciones que pueden incluirse en los PIPs se señalan en un anexo de los lineamientos.

### Preguntas

*¿Existe un fondo económico aprobado para financiar los PIPs?*

No existe un fondo, puede ser a través de los MRSE, las fuentes de financiamiento en inversión pública son canon, sobrecanon y regalías a las que se pueden aplicar.

*¿Necesariamente las intervenciones tienen que ser en Áreas Naturales Protegidas?*

Las intervenciones no solamente pueden hacerse en ANPs, pueden también incluir a las áreas de conservación ambiental de las Municipalidades o áreas de interés social. La idea es identificar quien va a manejar el proyecto, que debe ser una entidad pública.

*¿Bajo qué criterios se priorizaron los servicios de regulación hídrica y control de erosión?*

Los criterios que orientaron la priorización de SE fueron los siguientes:

- Que exista una población demandante, era un poco complicado determinar la población demandante como el caso de belleza paisajística.
- Que exista un operador turístico y no el sector ambiente, como la captura de carbono, no hay una demanda específica.

No se cierra con estos dos SE y se espera incluir otros.

***¿Se ha planeado reforzar las capacidades técnicas de las autoridades públicas sobre los PIPs de DB y SE?***

Si, se han realizado talleres y se capacita a los gobiernos locales con asistencias, con cerca de 9 regiones en donde se han llevado a cabo las capacitaciones. Se ha invitado a Ancash para taller en Trujillo, se trabaja con operadores SNIP de OPIs regionales y locales.

***¿Se puede formular proyectos combinando infraestructura verde con infraestructura gris?***

Sí, puede ser una alternativa de recuperación, con instalación de infraestructuras que sean amigables con el ambiente.

***En este tipo de PIPs: ¿Es posible proteger un ecosistema natural por su potencial científico de investigación (genes, fósiles, etc.)?***

El criterio obligatorio es la degradación de un ecosistema. Existen mecanismos nivel de ANPs para la conservación con el potencial identificado.

***¿Es posible invertir en aspectos productivos (riego, mejoramiento de ganado) bajo un acuerdo de una comunidad de excluir su ganado de un área vital para la regulación hídrica, como parte de un PIP en DB y SE?***

Probablemente si la alternativa de solución se vincula con prácticas productivas, no obstante, en el sector agricultura se priorizan los proyectos productivos.



# **DIRECTORIO DE INVESTIGADORES**



## CONFERENCISTAS PRINCIPALES



### STEPHEN G. EVANS

Ph.D. Ingeniero Geólogo de la Universidad de Alberta en Canadá. Profesor en el Departamento de Ciencias Terrestres y Ambientales de la Universidad de Waterloo en Canadá, responsable de los cursos de Ingeniería Geológica y GeoHazards en Ciencias de la Tierra.

sgevans@uwaterloo.ca



### ENRIQUE FLORES

Postdoctorado en Agronomía y Forrajes de la Universidad de California, en Davis. Rector de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), profesor principal en Manejo y Conservación de Pastizales, Director e Investigador del laboratorio de Ecología y Utilización de Pastizales, y líder del Programa Escuela Campesina de Ganadería.

efm@lamolina.edu.pe



### GENA GAMMIE

Magister en Regulación y Política Ambiental. Directora Asociada de la "Iniciativa del Agua" de *Forest Trends* en Washington, DC; cuyo trabajo enfoca Infraestructura Verde, contribuciones analíticas al Compendio de Ciudades y Cuencas, y proyectos pilotos de Inversión en Cuencas en Perú, Brasil, Bolivia, México, Ghana, y China.

GGammie@forest-trends.org



### CARLOS FERNÁNDEZ JÁUREGUI

Doctor en Hidrología del Instituto Americano de Hidrología, Director de Evaluación del Agua y Asesoramiento en la Red Global WASA-GN. Director de la Cátedra Internacional del Agua en la EUPLA de la Universidad de Zaragoza, España.

c.fernandez-jauregui@wasa-gn.net



### JEFFREY KARGEL

Ingeniero Geólogo de la Universidad Estatal de Ohio, Ph.D. en Ciencia Planetaria de la Universidad de Arizona, Estados Unidos. Glaciólogo y Científico Planetario. Miembro del *ASTER Science Team del Global Land Ice Measurements from Space* (GLIMS) y de la NASA SERVIR.

jeffreyskargel@hotmail.com



### IVÁN LUCICH LARRAURI

Magister en Economía Ambiental y de los Recursos Naturales de la Universidad de Concepción, Chile. Economista de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos y Miembro del Concejo Académico de la carrera de Economía y Gestión Ambiental de la Universidad Antonio Ruiz de Montoya. Gerente de Políticas y Normas de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento. Docente de las Maestrías en Regulación de los Servicios Públicos y Gestión Pública de los Recursos Hídricos de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

ilucich@sunass.gob.pe



### ČEDOMIR MARANGUNIĆ

Estatal de Ohio. Ha sido Director y Profesor del Departamento de Geología de la Universidad de Chile. Presidente de la empresa consultora Geo Estudios, en Santiago de Chile.

cmarangunic@geoestudios.cl



### BRYAN G. MARK

Doctor en Ciencias de la Tierra de la Syracuse University, con dos décadas de investigación en cambios climáticos, glaciares e impactos hidrológicos en los Andes del Perú, Bolivia, Ecuador y Chile. Es profesor en la Universidad del Estado de Ohio, Departamento Académico de Geografía, y en el Byrd Polar Research Center.

mark.9@osu.edu



### BENJAMIN ORLOVE

Doctor en Ciencias de la Tierra de la Syracuse University, con dos décadas de investigación en cambios climáticos, glaciares e impactos hidrológicos en los Andes del Perú, Bolivia, Ecuador y Chile. Es profesor en la Universidad del Estado de Ohio, Departamento Académico de Geografía, y en el Byrd Polar Research Center.

mark.9@osu.edu



### KENNETH R. YOUNG

Doctor en Geografía de la Universidad de Colorado en Boulder. Profesor en el Departamento de Geografía y Ambiente de la Universidad de Texas en Austin. Ha desarrollado investigaciones en geografía y temas humano-ambientales, interacciones físicas incluyendo biogeografía, cambio climático, ecosistemas comparativos, ecología del paisaje y entorno natural.

kryoung@austin.utexas.edu



### KARL S. ZIMMERER

Ph.D. de la Universidad de California en Berkeley y Profesor en su Departamento de Geografía. Miembro del Panel de Revisión de los Programas de Geografía, Ciencia Regional y Sociología de la National Science Foundation. Revisor de revistas científicas de la Fundación Guggenheim, Archivos de la Asociación de Geógrafos Americanos, Economía Ecológica, Geoforum, Revista de Estudios Rurales, Cambio Ambiental Global, y Naturaleza.

ksz2@psu.edu

## RESPONSABLES TEMÁTICOS



### THOMAS CONDOM

CondiIRD - University of Grenoble

Doctor en Hidrogeología y Geoquímica de la Universidad de París. Co-director del programa internacional "GreatIce, Glaciares y Recursos Hídricos en los Andes Tropicales", el cual une a universidades locales e instituciones de investigación de Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia y Francia.

thomas.condom@ird.fr



### OSCAR FRANCO

Naturaleza y Cultura Internacional (NCI)

Master en Gestión Ambiental de la Universidad de Yale, en Estados Unidos. Coordinador de desarrollo estratégico en la ONG Naturaleza y Cultura Internacional, fue Asesor Técnico del Programa de Bosques del MINAM, de Voces por el Clima, y de otras áreas en el Ministerio del Ambiente.

ofranco@naturalezaycultura.org



### BEATRIZ FUENTEALBA

Instituto de Montaña

Doctora en Ciencias Biológicas. Es coordinadora científica e investigadora en la ONG Instituto de Montaña; así mismo es revisora de manuscritos para la revista "Ecología Aplicada" de la Universidad Nacional Agraria La Molina, y consultora externa para el análisis y elaboración de informes de la Consultora Ambiental Walsh.

bfuentealba@mountain.org



### CHRISTIAN HUGGEL

Universität Zürich

Doctor en Ciencias Naturales de la Universidad de Zurich, Suiza; es Jefe del Grupo de Investigación en Medio Ambiente y Clima: Impactos, Riesgos y Adaptación (ECLIM) del Departamento de Geografía de la Universidad de Zurich. Fundador y Co-coordinador de la Red para la Investigación Interdisciplinaria del Clima (Universidad de Zurich / ETH Zurich).

christian.huggel@geo.uzh.ch



### CÉSAR PORTOCARRERO

INAIGEM

Ingeniero Civil con especialización en Glaciología, Hidráulica, Hidrología y Recursos Hídricos, Climatología, Gestión del Riesgo de Desastres, y Gestión de Cuencas Hidrográficas. Es investigador del paleoclima en los glaciares peruanos, y actual Director de Investigación en Glaciares del Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña (INAIGEM).

cportocarrero@inaigem.gob.pe



### **JULIO POSTIGO**

Universidad de Texas

Doctor en Geografía de la Universidad de Texas en Austin, Estados Unidos; Investigador científico del *National Opinion Center* de la Universidad de Chicago, asesor científico del *Collaborative Crop Research Program* de la Fundación McKnight en los Andes; consultor de la FAO e investigador asociado del Centro para Estudios Latinoamericanos de la Universidad de Chicago.

jpostigo@utexas.edu

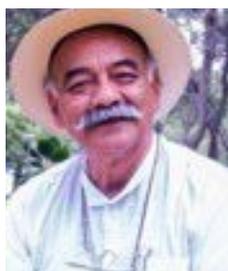


### **CECILIA SANDOVAL**

CONDESAN

Magister en Economía de los Recursos Naturales y del Ambiente de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Oficial en el Perú del Proyecto "Multiplicando los beneficios ambientales y sociales de la biodiversidad y el carbono en ecosistemas altoandinos en Perú y Ecuador" en el Consorcio Para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (CONDESAN); participa en la coordinación y evaluación técnica de acciones estratégicas vinculadas a la gestión de los recursos naturales.

cecilia.sandoval@condesan.org



### **JUAN TORRES**

Universidad Nacional Agraria La Molina

Master en Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Botánico y Ecólogo, especialista en desiertos y montañas, investigador del Área de Cambio Climático de Soluciones Prácticas-ITDG y profesor principal de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM).

amotape@yahoo.com

## **CONFERENCISTAS SOBRE RIESGOS DE ORIGEN GLACIAR Y ASOCIADOS A ECOSISTEMAS DE MONTAÑA**

### **RACHEL E. CHISOLM**

*Center for Research in Water Resources*

*The University of Texas*

rachel.chisolm@gmail.com

### **DANIEL COLONIA**

Instituto de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña - Perú

delco1205@gmail.com

### **GAEL ARAUJO**

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - Perú

### **ADRIAN BRÜGGER**

Universidad de Cardiff

### **FABIAN DOLF**

GEOTEST SpA

fabian.dolf@geotest.cl

**SHARON DUEÑAS**

Universidad Nacional San Agustín de Arequipa

**ADAM EMMER**

*Department of Physical Geography and Geoecology  
Charles University in Prague*

**CLAUDIA GIRÁLDEZ**

*Department of Geography  
University of Zurich*  
claudia.giraldez@geo.uzh.ch

**WILFRIED HAEBERLI**

*Department of Geography  
University of Zurich*

**GEORG HEIM**

GEOTEST SpA  
georg.heim@geotest.cl

**DAENE C. MCKINNEY**

*Center for Research in Water Resources, The University of  
Texas at Austin*  
daene@aol.com

**FREDY S. MONGE**

Universidad Nacional de San Antonio Abad del  
Cusco  
fredy.monge@unsaac.edu.pe

**LUKAS ROHRBACH**

GEOTEST SpA

lukas.rohrbach@geotest.ch

**SIMONE SCHAUWECKER**

*Department of Geography  
University of Zurich*  
Meteodat GmbH

**CAROLINA SILVA**

Universidad nacional de San Antonio Abad del  
Cusco

**WALTER SILVERIO TORRES**

*Remote Sensing and GIS Analyst*  
Suiza  
walter\_silverio@hotmail.com

**ROBERT TOBIAS**

Universidad de Zürich

**PATRICIO VALDERRAMA**

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - Perú

**VÍT VILÍMEK**

*Department of Physical Geography and Geoecology  
Charles University in Prague*  
vit.vilimek@natur.cuni.cz

**MARCO ZAPATA LUYO**

Instituto Nacional de Investigación de Glaciares y Ecosistema  
de Montaña - Perú  
mzapata@inaigem.gob.pe

**CONFERENCISTAS SOBRE RECURSOS HÍDRICOS DE GLACIARES Y ECOSISTEMAS DE MONTAÑA**

**JOHN ALL**

*American Climber Science Program  
Western Washington University*  
mtclim8@gmail.com

**FABIEN ANTHELME**

*Institut de Recherche pour le Développement (IRD)*  
France

**W. PAT ARNOTT**

*University of Nevada*

**MICHEL BARAER**

*École de technologie supérieur  
Université du Québec*

**MARIANO CASTRO**

Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias  
Ambientales (IANIGLA) - CONICET

**YOSSELYN CCASANI**

Instituto Geofísico del Perú

**REBECCA COLE**

*American Climber Science program  
University of Hawaii*

**MAXWELL CUCHILLIS**

Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco  
cole.rebeccaj@gmail.com

**DIEGO CUSICANQUI**

Instituto de Investigaciones Geológicas y del Medio Ambiente (IGEMA)  
Universidad Mayor de San Andrés - Bolivia  
diego.cusicanqui.vg@gmail.com

**CÉSAR DÁVILA VÉLIZ**

Fundo Agroecológico Modelo "La Cosecha del Futuro"  
Comunidad campesina de Masajancha, Distrito de Paccha,  
Provincia de Jauja  
sembradordeagua@gmail.com

**LIDIA FERRI**

Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales (IANIGLA) - CONICET

**HERNÁN GARGANTINI**

Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales (IANIGLA) - CONICET

**M. GALLARGO**

Proyecto Para la Adaptación y la Resiliencia- Agua (PARA-Agua) - USAID  
mgallardo@mountain.org

**MELISA GIMÉNEZ**

Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales (IANIGLA) - CONICET

**G. GOVERS**

*Department of Earth and Environmental Sciences  
KU Leuven  
Belgium*

**NATHAN HECHT**

Instituto de Montaña  
Perú

**FIORELLA LA MATTA**

Laboratorio de Ecotoxicología  
Universidad Peruana Cayetano Heredia

**PABLO LAGOS**

Instituto Geofísico del Perú  
plagose@gmail.com

**RAÚL LOAYZA-MURO**

Laboratorio de Ecotoxicología  
Universidad Peruana Cayetano Heredia  
raul.loayza@upch.pe

**MARCELA MACAHACA MENDIETA**

Asociación "Bartolomé Aripaylla" (ABA) de Ayacucho  
aba\_ayacucho@hotmail.com

**BRYAN MARK**

*Byrd Polar Research Center  
The Ohio State University*

**JEFFREY M. MCKENZIE**

*Department of Earth and Planetary Sciences  
McGill University*

**CARLOS MERINO**

Laboratorio de Ecotoxicología  
Universidad Peruana Cayetano Heredia

**EDWIN MOLINA PORCEL**

Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

**A. MOLINA**

*Department of Geology  
Escuela Politécnica Nacional  
Ecuador  
molina\_armando@hotmail.com*

**BAKER PERRY**

*Appalachian State University*

**ANTOINE RABATEL**

*Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de  
l'Environnement  
Université Grenoble Alpes*

**JORGE RECHARTE**

Instituto de Montaña  
Perú  
jrecharte@mountain.org

WILMER **SÁNCHEZ** RODRÍGUEZ

*American Climber Science program*

Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo  
cross\_dh183@hotmail.com

CARL **SCHMITT**

*National Center for Atmospheric Research*

*American Climber Science program*

schmitt.carlg@gmail.com

ANTON **SEIMON**

*Appalachian State University*

KEVIN **SMITH**

Universidad de Tufts

LAUREN D. **SOMERS**

Department of Earth and Planetary Sciences  
McGill University

ÁLVARO **SORUCO**

Universidad Mayor de San Andrés

*Instituto de Investigaciones Geológicas y del Medio Ambiente*  
(IGEMA)

Bolivia.

LUIS **SUAREZ**

Observatorio de Huancayo  
Instituto Geofísico del Perú

CHRISTIAN **TORRES** RAMOS

Observatorio de Huancayo

Instituto Geofísico del Perú

V. **VANACKER**

*Earth and Life Institute*

*Georges Lemaître Centre for Earth and Climate Research*

*University of Louvain*

DIANA **VARGAS**

Laboratorio de Ecotoxicología

Universidad Peruana Cayetano Heredia

JULIO **WARTHON**

Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

OLLIE **WIGMORE**

*Byrd Polar Research Center*

*The Ohio State University*

LAURA **ZALAZAR** L.

Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales (IANIGLA) - CONICET  
lzalazar@mendoza-conicet.gov.ar

JUAN JOSÉ **ZÚÑIGA** NEGRÓN

Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.

## CONFERENCISTAS SOBRE BIODIVERSIDAD Y SEGURIDAD ALIMENTARIA

MARCO **ARENAS** ASPILCUETA

Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP)

marenas@sernanp.gob.pe

JAVIER **CABELLO** PIÑAR

Centro Andaluz para la Evaluación y Seguimiento del Cambio Global

Universidad de Almería

FRANCIS **BAQUERO**

CONDESAN, Ecuador

css279@cornell.edu

ASUNCIÓN **CANO**

Laboratorio de Florística, Departamento de Dicotiledóneas, Museo de Historia Natural – Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Instituto de Investigación de Ciencias Biológicas Antonio Raimondi (ICBAR), Facultad de Ciencias Biológicas – Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

acano@unmsm.edu.pe

HERMELINDO **CASTRO** NOGUEIRA

Centro Andaluz para la Evaluación y Seguimiento del Cambio Global

Universidad de Almería

V. RAÚL **ESPINOZA**

Centro de Competencias del Agua

respinozavillar@gmail.com

D. JORGE L. **GARCÍA**

Facultad de Ciencias Físicas - Universidad Nacional Mayor de San Marcos

jlgd01@hotmail.com

ANELÍ **GÓMEZ**

Instituto de Montaña

RICARDO J. **GÓMEZ-LÓPEZ**

Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SERNANP)

rgomez@sernanp.gob.pe

MARÍA D. **LÓPEZ-RODRÍGUEZ**

Centro Andaluz para la Evaluación y Seguimiento del Cambio Global

Universidad de Almería

mlopez@caescg.org

HELDER, **MALLQUI** MEZA

Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña

hmallqui@inaigem.gob.pe

GABRIEL, **MARTEL** VALVERDE

Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña

gmartel@inaigem.gob.pe

SARAH-LAN **MATHEZ-STIEFEL**

World Agroforestry Centre (ICRAF)

Centre for Development and Environment (CDE)

University of Bern

DAVID JESÚS **OCAÑA** VIDAL

Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña. Perú

docana@inaigem.gob.pe

MANUEL, **PERALVO**

Programa Bosques Andinos

CONDESAN Ecuador

manuel.peralvo@condesan.org

AMANDA D. **RODEWALD**

*Cornell Lab of Ornithology,*

*Cornell University*

C. STEVEN **SEVILLANO-RÍOS**

*Cornell Lab of Ornithology,*

*Cornell University*

ELÍAS, **VALENZUELA** QUEVEDO

Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SERNANP)

BRAM L. **WILLEMS**

Facultad de Ciencias Físicas

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

bwillems@unmsm.edu.pe

FLORENCIA **ZAPATA**

Instituto de Montaña

florenciaz@mountain.org

## CONFERENCISTAS SOBRE MECANISMOS DE FINANCIAMIENTO PARA LA GESTIÓN DE ECOSISTEMAS DE MONTAÑAS

**SONJA BLEEKER**

Pontificia Universidad Católica del Perú

**GENOWEFA BLUNDO**

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)

**PEDRO CABRERA**

Gobierno Regional Huancavelica - Perú

**GISELLA S. CRUZ-GARCÍA**

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)

**ROGER LOYOLA**

Ministerio del Ambiente - Perú

rloyola@minam.gob.pe

**DIANA MIRANDA**

Ministerio del Ambiente - Perú

dmiranda@minam.gob.pe

**ALEX MORE**

Naturaleza & Cultura Internacional - Perú

**RENZO PALADINES**

Naturaleza y Cultura Internacional - Ecuador

**PIEDAD PAREJA**

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)

**MARCELA QUINTERO**

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)

**JESÚS RUITON**

Ministerio de Economía y Finanzas - Perú

**WALTER SANTA CRUZ**

Ministerio del Ambiente - Perú

**ROSSI TABOADA**

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

**CARLOS TRINIDAD ALVARADO**

Sociedad Peruana de Derecho Ambiental (SPDA)

**MARIA CLAUDIA TRISTÁN FEBRES**

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)

**BRAM WILLEMS**

Centro de Competencias del Agua

**FABIOLA YECKTING**

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

# POSTERS PRESENTADOS

Evolución de los glaciares y su relación con los regímenes de precipitación en los Andes tropicales

RUBEN **BASANTES** SERRANO

Universidad Regional Amazónica - IKIAM

ruben.basantes@ikiam.edu.ec

El Proyecto CATCOS en Ecuador

BOLÍVAR ERNESTO **CÁCERES** CORREA

Programa Glaciares Ecuador - Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología - Ecuador

ernestocaceres2002@yahoo.com.mx

Las lagunas glaciares como indicadores del retroceso glaciar Chaupi Orco de la cordillera Apolobamba

RICARDO **CHAMBI** APAZA

Universidad Nacional de Juliaca

ricardochambiapaza@gmail.com

Fortalecimiento de capacidades para la gestión integrada de recursos hídricos en ámbitos locales

WALTER **CHOQUEVILCA**

CARE PERU

wchoquevilca@care.org.pe

Sistema de gestión de riesgos en un territorio de multiamenazas: la experiencia de Santa Teresa

WALTER **CHOQUEVILCA**

CARE Perú

wchoquevilca@care.org.pe

Modelamiento hidrológico para la gestión integrada de recursos hídricos en la cuenca del río Santa en Ancash

FABIAN **DRENKHAN**

University of Zurich, Departamento de Geografía

fabian.drenkhan@geo.uzh.ch

Assessment and management of debris-flow risks in a tropical high-mountain catchment in Santa Teresa, Perú

HOLGER **FREY**

University of Zurich

holger.frey@geo.uzh.ch

S:GLA:MO: Integrated hazard assessments of glacial lakes based on Earth Observation

HOLGER **FREY**

University of Zurich

holger.frey@geo.uzh.ch

Desarrollando bases científicas y sociales para la restauración de humedales altoandinos en el Parque Nacional Huascarán

BEATRIZ **FUENTEALBA**

The Mountain Institute

bfuentealba@mountain.org

Escenario probable del desembalse de las lagunas de origen glaciar Lazo Huntay y Chuspicocha, del nevado Huaytapallana y su impacto en la sub cuenca del río Shullcas

A, **GÓMEZ**

INDECI

Proyectos de ingeniería multipropósito orientados a disminuir amenazas de origen glaciar e incrementar la oferta hídrica: principios, potencial y desafíos

W, **HAEBERLI**

University of Zurich

Examining dynamical processes of tropical glacier

ROB **HELLSTROM**

Science and Mathematics Center, USA

RHellstrom@bridgew.edu

La reducción de la precipitación proyectada para los Andes Centrales afectará drásticamente a los glaciares del Perú

MARLENE **KRONENBERG**

Meteodat GmbH

kronenberg@meteodat.ch

Caracterización de la Estructura del Acuífero con Tomografía de Refracción Sísmica en la Cordillera Blanca, Perú

ROBIN **LEE** GLAS

Department of Earth Sciences

Syracuse University, EEUU

rlglas@syr.edu

Regeneración y Expansión de Bosques de Queñual (*Polylepis* sp.) en el Parque Nacional Huascarán: Influencias del Clima y el Ganado

LAURA V. **MORALES**

Universidad de California

ALEX A. **CACERES**

Universidad San Antonio Abad del Cusco

NELIDA R. **TORRES**

Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann

ALEX H. **OCHOA**

Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

CELIA **SIERRA**

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

TRUMAN P. **YOUNG**

Universidad de California

lvmorales@ucdavis.edu

Importancia del agua subterránea

J.M. **MCKENSIE**

Meteadat GmbH

schauwecker@meteadat.ch

Lineamientos: Incorporación de medidas de gestión de riesgo en un contexto de cambio climático en los proyectos de inversión pública.

MINCETUR - GIZ

Ministerio de Economía y Finanzas

Conflictos por uso del agua

MARTINA **NEUBURGER**

Universidad de Hamburgo

martina.neuburger@uni-hamburg.de

Cultivo in vitro de tejidos de plantas alto-andinas para promover su conservación y uso sostenible

PERCY **OLIVERA** GONZALES

Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo

olivgon2002@gmail.com

Posibilidades de uso de reconstrucción de la estructura a partir del movimiento (SFM) y fotografía en el infrarrojo cercano (NIR) en estudios glaciológicos

GUILLERMO **ONTIVEROS** GONZALES

Universidad Nacional Autónoma de México

dremo@geofisica.unam.mx

Bofedal agua , Ayacucho

EDWIN **PORTAL** QUICAÑA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA

eportalq@hotmail.com

EBA Nor Yauyos

FERNANDO GONZALO **QUIROZ** JIMENEZ

SERANANP

fquiroz@sernanp.gob.pe

Contribución del carbón negro a la fusión de nieve de los glaciares Yanapaccha y Shallap en la cordillera Blanca dentro del periodo 2014 - 2016

WILMER **SÁNCHEZ** RODRÍGUEZ

Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo

cross\_dh183@hotmail.com

Glaciares de los Andes tropicales: ambiente y registro de la variabilidad climática

A. **SANCHEZ**

Instituto de Geociências da UFRGS (Centro Polar e Climático)

amsdfo@gmail.com

Snowfall level and glaciers in the tropical Andes, Peru: Their interactions - now and in the future

SIMONE **SCHAUWECKER**

Meteadat GmbH

schauwecker@meteadat.ch

Variación temporal del carbono negro en el Observatorio de Huancayo y su efecto en el albedo de la superficie del nevado Huaytapallana

**SUAREZ**

Instituto Geofísico del Perú

Inventario de glaciares de la Cordillera Blanca del 2012

ARNALDO ALDO **TACSI** PALACIOS

Autoridad Nacional del Agua

atacsi@ana.gob.pe

Caracterización morfológica de arbustos con potencial para prácticas de protección de suelos en las provincias de Jauja y Concepción, Junín

SARA LUCIA **TERREROS** CAMAC

Universidad Nacional Agraria La Molina

sluciatc@gmail.com

Pasado, presente y futuro de los bosques de polylepis en los ande. El rol de los factores ambientales y antropológicos.

JOHANA **TO IVONEN**

El retroceso del glaciar de La Viuda y las construcciones simbólicas del entorno

MARÍA NILDA **VARAS** CASTRILLO

Universidad Nacional Agraria La Molina

nvaras@lamolina.edu.pe

Investigación Acción Participativa para la implementación de un sistema de biorremediación de agua en las Comunidades Campesinas de la Cordillera Blanca

ANAIS **ZIMMER**

Instituto de Montaña

azimmer@mountain.org

Análisis espacio-temporal de la concentración de precipitación diaria en la cuenca del río Mantaro

RICARDO **ZUBIETA** BARRAGÁN

Instituto Geofísico del Perú

ricardo.zubieta@igp.gob.pe

# GLOSARIO DE SIGLAS

<b>ANA:</b>	Autoridad Nacional del Agua	<b>INRENA:</b>	Instituto Nacional de Recursos Naturales
<b>AIA:</b>	Agenda de Investigación Ambiental al 2021	<b>MINAM:</b>	Ministerio del Ambiente
<b>APP:</b>	Asociación Público Privada	<b>Morrena:</b>	Acumulación de till depositado por un glaciar
<b>BC:</b>	Black Carbon – Carbono negro	<b>MRSE:</b>	Mecanismos de retribución de servicios ecosistémicos
<b>CIAT:</b>	Centro Internacional de Agricultura Tropical	<b>NDII:</b>	Diferencia Normalizada Índice de infrarrojos
<b>CINTyA:</b>	Programa Nacional Transversal de Ciencia y Tecnología Ambiental	<b>NDVI:</b>	El índice diferencial de vegetación normalizado
<b>CONICET:</b>	Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas	<b>OIA:</b>	Observatorio de Investigación Ambiental
<b>DAS:</b>	Disponibilidad de agua en el suelo	<b>Pickwater:</b>	Punto máximo de vertimiento del agua de origen glaciar a la cuenca
<b>DGIIA:</b>	Dirección General de Información e Investigación Ambiental del MINAM	<b>PIP:</b>	Proyecto de Inversión Pública
<b>GEM:</b>	Glaciares y ecosistemas de montaña	<b>RAMMS:</b>	Rapid Mass Movements – Movimiento rápido de masas
<b>GLOF:</b>	Glacier Lake Outburst Flood – Descarga rápida de lago proglacial	<b>SERNANP:</b>	Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas
<b>INAIGEM:</b>	Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña	<b>SUNASS:</b>	Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento
<b>INDECI:</b>	Instituto Nacional de Defensa Civil	<b>Till:</b>	Pilas de sedimentos variados de origen glaciar
<b>INGEMMET:</b>	Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico	<b>UZH:</b>	Universidad de Zürich
<b>INGEOMIN:</b>	Instituto Nacional de Geología y Minería	<b>VWC:</b>	Contenido Volumétrico de Agua



- 
- Jr. Juan Bautista Mejía 887 - Huaraz, Ancash, Perú.
  - Av. El Pinar N° 134 Oficina N° 804, Surco. Lima, Perú.
  - Fundo Kayra, Distrito de San Jerónimo, Cusco, Perú.
- Teléfonos: 043-221766 / 01-288-3477  
Website: [www.inaigem.gob.pe](http://www.inaigem.gob.pe)