

Universidad Andina Simón Bolívar

Sede Ecuador

Área de Ambiente y Sustentabilidad

Maestría de Investigación en Cambio Climático, Sustentabilidad y Desarrollo

El retroceso glaciar del Carihuairazo desde la percepción de la comunidad de Cunucyacu y andinistas que frecuentan la zona, contrastado con información meteorológica

Bolívar David Hidalgo Ponce

Tutor: Marcos Villacís

Quito, 2022



Cláusula de cesión de derecho de publicación

Yo, David Hidalgo autor de la tesis “El retroceso glaciar del Carihuairazo desde la percepción de la comunidad de Cunucyacu y andinistas que frecuentan la zona, contrastado con información meteorológica”, mediante el presente documento de constancia de que la obra es de mi exclusiva autoría y producción, que la he elaborado para cumplir con uno de los requisitos previos para la obtención del título de Magíster en Cambio Climático, Sostenibilidad y Desarrollo en la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador.

1. Cedo a la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador, los derechos exclusivos de reproducción, comunicación pública, distribución y divulgación, durante 36 meses a partir de mi graduación, pudiendo por lo tanto la Universidad, utilizar y usar esta obra por cualquier medio conocido o por conocer, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico. Esta autorización incluye la reproducción total o parcial en los formatos virtual, electrónico, digital, óptico, como usos en red local y en internet.
2. Declaro que en caso de presentarse cualquier reclamación de parte de terceros respecto de los derechos de autor/a de la obra antes referida, yo asumiré toda responsabilidad frente a terceros y a la Universidad.
3. En esta fecha entrego a la Secretaría General, el ejemplar respectivo y sus anexos en formato impreso y digital o electrónico.

12 de abril de 2021

Firma: _____

Resumen

El aumento de temperaturas en los Andes, junto con las variaciones estacionales de las lluvias, permite entender los procesos de retroceso glaciar en esta cadena montañosa, los que han sido ampliamente documentados. Por eso, esta investigación pretende explorar las consecuencias, en cuanto a la disponibilidad de agua para las comunidades más cercanas al Carihuairazo en los últimos treinta años.

Actualmente la línea de nieve en las montañas de Ecuador se sitúa por encima de los 5000 m s. n. m. Por lo tanto, los glaciares que se ubican por debajo de esa cota están condenados a desaparecer si las condiciones climáticas permanecen iguales.

El retroceso glaciar es una realidad recurrente en toda la cordillera de los Andes, en la que se ha evidenciado la extinción de glaciares en montañas de baja altitud desde Venezuela hasta Bolivia.

Por eso es necesario analizar los casos específicos de comunidades que pudieran ser afectadas, desde una perspectiva holística, tomando en cuenta la percepción de las personas afectadas, para proponer medidas de adaptación que integren los conocimientos y necesidades propias de las comunidades involucradas.

Aquí nosotros reportamos una pérdida del glaciar en la actualidad equivalente al 99 %, a partir de la primera medición disponible en 1956, pues apenas registra ahora, una superficie de 0,003 km².

Los resultados arrojados por el modelo coinciden con la tendencia a la desaparición de esta masa de hielo, pues se encontró un factor de correlación entre las superficies medidas y las superficies modeladas de 0,89, lo que evidencia un aceptable comportamiento de esta herramienta. Lo anterior permite simular también los caudales, poniendo en evidencia la disminución potencial de los mismos como producto del retroceso glaciar en el tiempo. Pasando de 99 l/s en promedio durante la década de 1980 a 75 l/s en la década de 2010.

Estos resultados muestran el inevitable proceso de extinción de este glaciar y con ello, la vulnerabilidad de esta población, en la primera línea de alerta del problema, ya que en la actualidad esta comunidad tiene una baja capacidad de adaptación climática, sobre todo en lo que tiene que ver con la disponibilidad de agua en el futuro.

Palabras clave: cambio climático, retroceso glaciar, glaciares, Carihuairazo, Cunucyacu

Dedico este trabajo a mi familia, por su permanente apoyo, gracias por soñar conmigo.
Lo dedico también a la comunidad de Cunucyacu, con la esperanza de que este trabajo pueda servir para traer a discusión los problemas inherentes al cambio climático y puedan encontrar la manera de adaptarse a los nuevos posibles escenarios.
Al Carihuirazo, que siempre me permitió dedicar su cumbre a mi familia y amigos.
Hoy le dedico a la montaña este sencillo trabajo, es una forma de retribuirle algo de todo lo que me ha dado.

Agradecimientos

Quiero agradecer por el acompañamiento y dirección de este trabajo de investigación, al Dr. Marcos Villacís. A quienes compartieron información para el desarrollo de la misma, a la Dra. Verónica Crespo, Dr. Luis Maisincho, y a quienes me ayudaron con sus valiosos aportes y observaciones: Ing. Jean Carlos Ruíz, Ing. Paúl Jínez, Ing. Gustavo Lucero, David Piedra. A mis amigos y compañeros de cordada por brindarme su soporte y ayuda en el trabajo de campo y facilitarme su archivo fotográfico: Ing. Robert Deley y al Ing. Armando Condo. Al Lic. Marco Cruz por su valioso aporte desde su visión de montañista.

Tabla de contenidos

<i>Figuras y tablas</i>	13
<i>Abreviaturas</i>	15
<i>Introducción</i>	17
<i>Capítulo primero Marco teórico</i>	19
1. Conceptos básicos	19
2. Técnicas.....	22
3. Estado actual y cambio climático en los glaciares tropicales de los andes ecuatorianos.....	23
4. Retos y proyecciones futuras	26
<i>Capítulo segundo Marco metodológico</i>	29
1. Área de estudios	30
2. Recopilación y validación de insumos (datos históricos)	32
3. Relación de los eventos del Niño y de la Niña con los valores de precipitación- temperatura-superficie glaciar.....	37
4. Influencia del albedo en el retroceso glaciar.....	38
5. Influencia de la actividad volcánica del Tungurahua sobre el comportamiento glaciar del Carihuairazo	39
6. Relación de las variables climáticas con la actividad volcánica del Tungurahua y su influencia en la evolución del glaciar del Carihuairazo	41
7. Modelos hidroglaciológicos	44
8. Análisis de la cartografía básica y temática	46
9. Hidrografía	48
10. Análisis de las entrevistas a miembros de la comunidad de Cunucyacu y a andinistas que frecuentan la montaña	49
<i>Capítulo tercero Presentación de datos y resultados</i>	53
1. Límite glaciar entre 1956 y 2021	53
2. Verificación de caudales en las fuentes hídricas.....	57
3. Fotointerpretación	58

4. Modelación del comportamiento del glaciar del Carihuairazo	60
<i>Capítulo cuarto Análisis y discusión</i>	71
1. Consecuencias del retroceso glaciar en la comunidad Cunucyacu	71
2. Impactos en los sistemas socio económicos, ambientales y culturales.....	72
3. Usos del agua en la comunidad Cunucyacu	74
4. Posibles riesgos asociados al retroceso del glaciar	75
5. Necesidades, desafíos y oportunidades de adaptación.....	76
6. Limitaciones.....	79
7. Una mirada a la realidad socio ambiental del páramo	80
<i>Conclusiones y recomendaciones</i>	91
<i>Obras citadas</i>	95
<i>Anexos</i>	101
Anexo 1: Entrevistas a varios andinistas ecuatorianos	101
Anexo 2: Entrevistas a los dirigentes de la comunidad de Cunucyacu	128
Anexo 3: Entrevistas a varios actores socio ambientales que trabajan por la conservación del páramo en la región sierra de Ecuador	132
Anexo 4: Evolución fotográfica del glaciar del Carihuairazo	182
Anexo 5: Scrip del modelo aplicado en la variación del área glaciar del Carihuairazo.	

Figuras y tablas

Figura 1. Zonas del glaciar del Carihuairazo.....	20
Figura 2. Vista del Chimborazo y del Carihuairazo en 1816	24
Figura 3. Mapa mental de la metodología	29
Figura 4. Situación de la comunidad de Cunucyacu con respecto al Carihuairazo.....	31
Figura 5. El glaciar del Carihuairazo en la década de 1990	31
Figura 6. Evolución del retroceso glaciar del Carihuairazo.	33
Figura 7. Evolución de la superficie glaciar	34
Figura 8. Precipitación Acumulada de la estación M0258.....	36
Figura 9. Regresión lineal de la temperatura en las estaciones M0258 Y M5151	36
Figura 10. Temperatura media anual en la estación M0258.....	37
Figura 11. Temperatura media anual en la estación M5151.....	37
Figura 12. Cambios de uso de suelo en la parroquia Pilahín.....	47
Figura 13. Contribución glaciar a los caudales de la zona de estudio.	48
Figura 14. Mapa Hidrográfico de la zona de estudio.	51
Figura 15. El Carihuairazo desde el Sur en 1880	55
Figura 16. Porcentaje de pérdida glaciar del Carihuairazo en el periodo 1956-2021	57
Figura 17. Drenaje de las fuentes hídricas en la comunidad de Cunucyacu	58
Figura 18. Cumbre máxima del Carihuairazo en la década de 1970, 1990 y 2000.....	59
Figura 19. Secuencia fotográfica temporal de la cumbre del Carihuairazo.....	60
Figura 20. Pendientes en porcentaje en el Carihuairazo.....	61
Figura 21. Distribución de las pendientes en la superficie del Carihuairazo	61
Figura 22. Determinación del área de la cuenca de drenaje del Carihuairazo.....	62
Figura 23. Ciclo estacional promedio de la estación M0258 a 2865 m s.n.m.	63
Figura 24. Precipitación media anual	63
Figura 25. Variación de la temperatura en el glaciar del Carihuairazo a 4800 m s.n.m.	64
Figura 26. Temperatura promedio mensual en la estación M5151 en el Chimborazo a 428 m s.n.m. en el periodo mayo-junio del 2015 y Diciembre 2015-Enero 2016	65
Figura 27. Comportamiento modelado del Glaciar del Carihuairazo. Periodo 1981-2015.	66
Figura 28. Comportamiento modelado del Glaciar del Carihuairazo. Periodo 1981-2010	66

Figura 29. Caudales modelados.....	67
Figura 30. Caudales registrados en mayo de 2017	68
Figura 31. Correlación entre el área glaciario medida y el área glaciario modelada.....	71
Figura 32. Canales fuera de servicio en la comunidad de Cunucyacu	75
Figura 33. Entrevista con el Sr. Luis Punina. Guía comunitario de Cunucyacu.	130
Figura 34. Entrevista con los dirigentes de la comunidad de Cunucyacu.	131
Figura 35. El Carihuairazo. Flanco este en 1902.....	182
Figura 36. Cerca de la cumbre del Carihuairazo en 1952	182
Figura 37. El Carihuairazo. Campo Base en 1965	183
Figura 38. Fotografía aérea del Carihuairazo en la década de 1970.....	183
Figura 39. Glaciario Suroccidental del Carihuairazo en 1980.....	184
Figura 40. El glaciario del Carihuairazo en la década de 1990	184
Figura 41. Acercamiento al glaciario del Carihuairazo en 1996	185
Figura 42. Glaciario Suroccidental del Carihuairazo en 2000.....	185
Figura 43. Glaciario Suroccidental del Carihuairazo en 2005.....	186
Figura 44. Glaciario Suroccidental del Carihuairazo en 2009.....	186
Figura 45. Vista superior del glaciario del Carihuairazo en 2009	187
Figura 46. Glaciario Suroccidental del Carihuairazo en 2011.....	187
Figura 47. Glaciario Remanente del Carihuairazo en 2016.....	188
Figura 48. El Carihuairazo en 2016.....	188
Figura 49. El Carihuairazo en 2016.....	189
Figura 50. Zona de ablación en el Carihuairazo en Febrero 2021	189
Tabla 1 Evolución del glaciario del Carihuairazo	32
Tabla 2 Descripción de las estaciones consultadas	34
Tabla 3 Inventario de datos	35
Tabla 4 Años e Intensidades de El Niño y la Niña.....	38
Tabla 5 Cronología de la actividad del Tungurahua en el periodo 1999-2016	40
Tabla 6 Relación entre Eventos ENOS, temperatura, precipitación, actividad volcánica del Tungurahua y superficie glaciario	41
Tabla 7 Caudales provenientes del Río Blanco destinados a diferentes usos	58
Tabla 8 Caudales registrados en mayo de 2017	68
Tabla 9 Datos de calibración	69

Abreviaturas

AAR	: Accumulation Area Ratio. Proporción del área de acumulación
DDF	: Degree day factor (Factor degradado de fusión)
DEM	: Digital Elevation Model (Modelo de elevación digital)
ELA	: Equilibrium line altitude (Altitud de la línea de equilibrio)
ENSO	: El Niño South Oscillation.
FEDAN	: Federación ecuatoriana de Andinismo
GADP	: Gobierno autónomo descentralizado parroquial
GEI	: Gases de efecto invernadero.
I.R.D	: Institut de Recherche pour le Développement. Instituto Francés de Investigación para el Desarrollo
INAMHI	: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.
LEG	: Línea de equilibrio glaciar.
LIA	: Little Ice Age (Pequeña edad del hielo)
m s.n.m.	: Metros sobre el nivel del mar
OTB	: Organizaciones territoriales de base
PDOT	: Plan de desarrollo y ordenamiento territorial

Introducción

Los glaciares actúan como gigantes reservorios de agua, que inciden en todos los aspectos relacionados con su uso, tanto para riego como para consumo, además de su empleo para procesos mineros y de generación hidroeléctrica. La disminución de caudales, asociados con el retroceso glaciar comienza a provocar escasez y a generar conflictos por los derechos de uso entre los habitantes de zonas montañosas y empresas que quieren controlar el acceso al agua (Vuille 2013, 17).

Son varios los actores involucrados en estos conflictos, cada uno de ellos con deseos y prioridades tan distintas y enfrentadas entre sí, tales como agricultores, residentes urbanos, campesinos, turistas, obreros y empresarios, este amplio paisaje social está lleno de complejas tensiones. Ibor (2018) identifica en ellas una triple interacción: Sociedad-Territorio-Poder.

Los glaciares tropicales son aquellos que se localizan entre los trópicos de Capricornio y de Cáncer. América del sur alberga a más del 95% de esta masa glaciar, con una superficie en el año 2011 de 2500 km² (Vilela 2011, 50). Desempeñan un papel significativo en la sostenibilidad de los ecosistemas, además de mantener una evidente influencia en los ámbitos de cultura, identidad, los imaginarios y turismo.

El Carihuairazo es un estrato volcán apagado que se ubica en la cordillera Occidental de los andes ecuatorianos. Su cumbre máxima se levanta a 5 028 m s. n. m, se encuentra apenas a 10 km del Chimborazo, que es la montaña más alta de Ecuador. Los glaciares remanentes de esta montaña han sido monitoreados a partir del 2003, desde entonces su retroceso se ha hecho evidente apuntando hacia su inevitable extinción, la misma que podría ocurrir dentro la próxima década (Francou 2011).

De manera general, se pueden identificar las siguientes aristas que se desprenden de los efectos del retroceso de un glaciar y que potencialmente se podrían observar en el caso del Carihuairazo:

1. Influencia en las fuentes hídricas, en cuanto a la disponibilidad de agua para las comunidades cercanas (Johhansen 2019);
2. Pérdida de bio diversidad (Searle 2008);
3. Pérdidas en atractivos turísticos (Vilela 2011);
4. Traumatismos culturales por la pérdida de elementos importantes en el imaginario de las comunidades indígenas. (Spotswood 2015)

En la actualidad es difícil cuantificar la disponibilidad de agua para una comunidad, pues esto demanda sobre todo, del seguimiento de datos hidro climáticos comparativos que son escasos para este caso de estudio, además de las múltiples variables que intervienen en el proceso como precipitaciones, infiltraciones, muestreo sinóptico de trazadores de química del agua, en una serie espacio-temporal.

Dificulta también la falta de una adecuada infraestructura de monitoreo y al tiempo requerido para la recolección de este tipo de información, que debería ser de al menos de un año (Saberri et al. 2019).

Esta investigación pretende analizar las problemáticas derivadas de la desglaciación del Carihuairazo y las repercusiones medio ambientales en la población más cercana. Para este caso específico de estudio el asentamiento más cercano es la comunidad indígena de Cunucyacu.

Al generar conciencia en la población local sobre el cambio del clima, se podrán comprender mejor sus decisiones en torno a sus formas de adaptación comunitaria al nuevo escenario climático, por ello este conocimiento local debe incorporarse en las estrategias de mitigación y adaptación que afecte a los agricultores locales (Rhoades 2008).

Capítulo primero

Marco teórico

Para comprender el retroceso glaciar es importante revisar algunos conceptos de la glaciología, y las variables que influyen en este complejo proceso; además en este apartado se considerarán como referencia, varios trabajos previos que analizaron este fenómeno y su relación con las comunidades afectadas. Para contextualizar el problema será necesario revisar brevemente la condición de algunos glaciares de los andes ecuatorianos, y sus proyecciones al futuro.

1. Conceptos básicos

El retroceso del glaciar del Carihuairazo se abordará desde la perspectiva de las teorías de la glaciología. Se considerarán algunos conceptos de esta disciplina, se documentará además la influencia de la variación temporal de temperatura, de las precipitaciones y por ende del ENSO en las dinámicas del glaciar (Vuille 2013).

Glaciología: “La glaciología es la rama de la geología y la geografía, preocupada de los múltiples fenómenos actuales y pasados, relacionados con la extensión, distribución, causas, características, procesos, dinámicas, clasificaciones e implicancias del agua en estado sólido, en todas las manifestaciones que puede presentarse en la naturaleza (glaciares, hielo, nieve, granizo, neviza, etc.)” (Maisincho Guagrilla 2009, 6).

Es necesario integrar las teorías de esta disciplina, para comprender las dinámicas de las masas de hielo y sus componentes, para así, determinar las diferentes variables que participan de su expansión o retroceso.

Glaciar: “Masa de hielo de amplitud hectométrica y más, permanente a escala humana, que se deforma bajo el efecto de su propio peso. Esta masa fluye a una velocidad anual de orden métrico a kilométrico en la superficie. Los glaciares varían constantemente en superficie, volumen y velocidad, en respuesta a su balance de masa de superficie y a otros factores locales” (Francou et al. 2011, 85).

Según la estrategia nacional de glaciares de Chile se define a un glaciar como:

“Glaciar es toda superficie de hielo y nieve permanente generada sobre suelo, que sea visible por períodos de al menos 2 años y de un área igual o superior a 0.01 km² (una

hectárea), o cualquier superficie rocosa con evidencia superficial de flujo viscoso, producto de un alto contenido de hielo actual o pasado en el subsuelo” (CL 2009, 11).

La condición de glaciar para una masa de hielo está dada por su condición de permanencia en un tiempo y determinada además por su extensión. De acuerdo a estas premisas, la masa de hielo remanente en el Carihuairazo se puede considerar como un glaciar en franca extinción, pues ha perdido su capacidad de regeneración funcional.

Acumulación: “Proceso por el cual el glaciar acumula masa, esencialmente gracias a las precipitaciones sólidas recogidas en su superficie. La acumulación también comprende los aportes de la escarcha, del desplazamiento de la nieve por el viento, de las avalanchas y de las coladas proviniendo de las paredes empinadas. La zona de acumulación de un glaciar es la zona donde el depósito resiste a la ablación, durante un año. La zona de acumulación de un glaciar varía de un año a otro con el balance de masa” (Francou et al. 2011, 83).

Las condiciones meteorológicas imperantes en el volcán objeto de este estudio, no permiten la permanencia de un manto nevado, el tiempo necesario para que propicie el flujo de masa de agua en estado sólido, necesario para propiciar su estabilidad, esta es una de las razones principales para la disfuncionalidad de este glaciar.

Partes de un glaciar: Las partes que se pueden identificar en un glaciar, pueden evidenciarse en la siguiente representación esquemática:

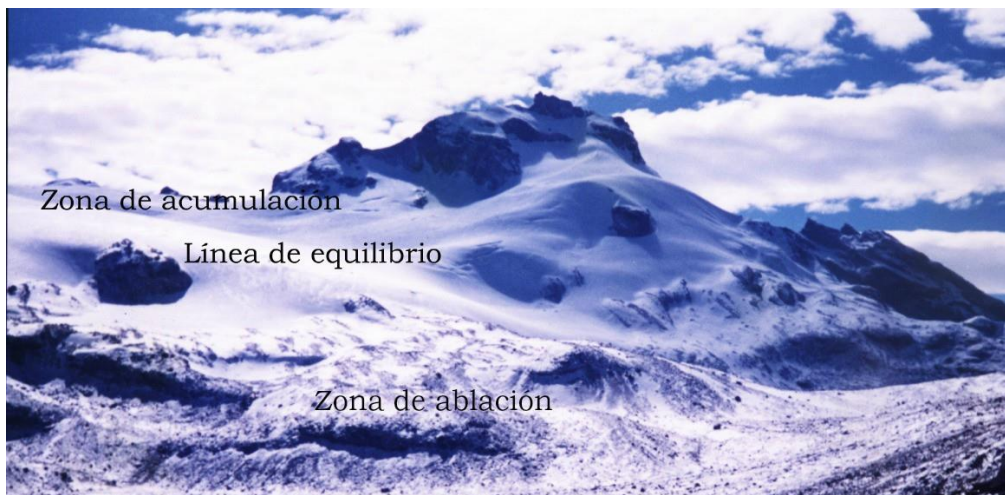


Figura 1. Zonas del glaciar del Carihuairazo
Fuente: Robert Deley (1996)
Elaboración propia

Francou (2008). Identifica tres zonas con sus respectivas particularidades en un glaciar, éstas son:

1. Zona de acumulación: (ganancia neta). Esta es la zona alta del glaciar, y la que generalmente recibe la mayor cantidad de precipitaciones, en donde el exceso de carga va a producir flujos de hielo hacia la parte baja del mismo.
2. Zona de ablación: (pérdida neta). Desde el punto de vista mecánico, el glaciar se comportará como un cuerpo visco-plástico, deformándose bajo el efecto de su propio peso. Esta es la zona de mayor fusión, lo que provoca que el hielo desaparezca en su frente glaciar.
3. Línea de equilibrio (ganancia = pérdida). Esta zona divide la zona de acumulación de la de ablación, en ella puede observarse un balance de masa nulo.

En un glaciar funcional se pueden distinguir estas tres zonas en su composición morfológica, y tal como se puede observar en la Figura 1, eran fácilmente distinguibles en el Carihuairazo hasta hace unas cuantas décadas atrás. No obstante, hoy en día no se puede determinar una zona de acumulación que favorezca la renovación y posterior flujo de hielo en favor de la pendiente.

Albedo: El albedo es un factor adimensional cuyos rangos van desde 0-1, donde el valor de 0 indica que la superficie absorbe toda la energía entrante, mientras que el valor de 1 indica que toda la energía entrante es reflejada y nada es absorbida” (Ulloa Palomino 2020, 6).

Este es uno de los factores que presenta mayor influencia en el proceso de desglaciación, ya que un valor bajo de este índice se traduce en la disminución de la capacidad de reflejar la energía incidente sobre el glaciar.

Retroceso glaciar: Disminución del hielo por encima de la línea de nieve “perpetua” donde la temperatura y las precipitaciones son cruciales para su formación y mantenimiento. Incapacidad de almacenar agua durante los periodos más fríos y liberarlos en forma de líquido de deshielo durante la estación seca (Schoolmeester et al. 2018).

Si las condiciones de precipitaciones y bajas temperaturas no coinciden para la formación de precipitaciones sólidas (en forma de nieve), un glaciar pierde su capacidad de acumulación y de renovación de masa. En el caso particular del Carihuairazo este fenómeno se ha visto exacerbado, por la disminución de su valor de albedo debido a la acumulación de ceniza proveniente del proceso eruptivo del cercano volcán Tungurahua.

2. Técnicas

La falta de datos por el monitoreo reciente de este glaciar, se suplirá al considerar trabajos similares en el Antisana (Domínguez et al. 2012). Se contemplará también la percepción de los residentes locales respecto a los factores que relacionan con la pérdida de masa de los glaciares.

En el estudio de Rhoades (2008) sobre la Desaparición del glaciar de Mama Cotacachi, se aborda el problema de la desglaciación con una metodología de múltiples fuentes, que incluyen análisis temporal de fotografías, gráficos, procesos de mapeo crítico, encuestas de percepción, entrevistas a los adultos mayores de la comunidad, utilización de bibliografía secundaria y datos de archivos meteorológicos de la zona.

Rhoades describe esta coyuntura de la siguiente manera: “A través de estos y otros estudios anclados localmente, he contribuido a un cambio de paradigma en el pensamiento de desarrollo que hoy respeta el conocimiento indígena y alienta la participación comunitaria.” (Rhoades 2008, 39).

Se toma como referencia el trabajo de La Frenierre et al. (2017), en el que detecta patrones de cambio climático en el Chimborazo, a través de la integración de datos climatológicos, recopilación de información cualitativa y demás insumos que se derivan de un análisis detallado del cambio climático en esta montaña vecina al área de estudio. Los resultados de esta investigación denotan la importancia de integrar varias fuentes empíricas y no empíricas para reunir información local valiosa, que de otro modo no podría ser evidenciada en este entorno tan heterogéneo.

“En regiones del mundo con escasos datos, la información cualitativa derivada de las encuestas sobre el conocimiento de las personas sobre el cambio climático se ha utilizado con éxito para identificar tendencias locales que no son evidentes en los análisis regionales” (La Frenierre et al. 2017, 2). Para el efecto se recurrirá a entrevistas semiestructuradas dirigidas a los dirigentes de la comunidad de Cunucyacu, a guías, y andinistas que visitan con frecuencia esta montaña para registrar y comparar sus observaciones y percepciones sobre el retroceso del glaciar del Carihuairazo en los últimos treinta años.

Mediante la recopilación de datos meteorológicos, de archivo fotográfico y entrevistas se tendrán elementos de comparación para verificar el retroceso del glaciar y evidenciar sus posibles efectos en la comunidad de Cunucyacu.

Los diversos tipos de fuentes, como dibujos, imágenes, fotografías aéreas y los puntos medidos geodésicamente en los campos de glaciares se usan para cuantificar la recesión o los avances de los glaciares. Las posiciones históricas de la lengua de los glaciares determinadas por esos medios se comparan con las ubicaciones recientes para determinar la cantidad de cambio. (Jordán et al. 2005, 950)

El presente estudio pretende confrontar la información científica que valida la pérdida física del glaciar gracias a los trabajos hidrológicos y glaciológicos con la percepción de las comunidades de la zona, pues se sabe poco sobre cómo esta población se adapta a los cambios de su entorno y de qué manera les afectan estas incertidumbres.

3. Estado actual y cambio climático en los glaciares tropicales de los andes ecuatorianos

La dinámica de avance y retroceso glaciar ha sido un fenómeno recurrente en la historia geológica del planeta. Así lo señaló Marco Cruz (2020, entrevista personal) concedida para esta investigación:

Los glaciares siempre han estado sometidos a una dinámica cíclica de avance y retroceso. Se tiene conocimiento de que el último avance generalizado de las masas glaciares en el hemisferio norte correspondería a la pequeña edad del hielo que se registró alrededor del siglo XVI, este avance de glaciares cubrió algunos antiguos caminos romanos e incluso bocas de minas en Europa. Este fenómeno ocurrió hasta aproximadamente 1880 que constituiría el final de la Pequeña edad del hielo.

Las altas cumbres andinas estaban ligadas a la conceptualización y manifestación de lo sagrado para las culturas originarias:

El cambio en el ritual está intrínsecamente ligado a un cambio en el significado del glaciar: lo que antes era un poderoso apu, o dios andino, que proporcionó la fertilidad a la comunidad a través del suministro constante de agua, es ahora un dios doliente que debe ser protegido y cuidado por la comunidad para que no desaparezca por completo (Sptoswood 2015, 3).

Este cambio de la significación del glaciar, puede causar conflictos y rupturas en el tejido social de la comunidad y alterar la comprensión de la naturaleza en el contexto andino y sus percepciones construidas en la relación entre los seres humanos y el medio ambiente.

Las observaciones a los glaciares andinos fueron registradas a partir de las crónicas de los conquistadores desde el siglo XV, pero es a partir de 1740 que despiertan un interés científico en el contexto de la Primera Misión Geodésica Francesa.

Existen grandes vacíos de información histórica del alcance de los glaciares andinos, en épocas pasadas, no obstante, contamos con los testimonios y crónicas de viajeros durante la época colonial que permiten reconstruir el paisaje que contemplaron al recorrer hace 300 años, la región interandina de lo que hoy es nuestro país.

Durante el siglo XIX (Figura 2) las descripciones presentan mayor rigor científico, como las realizadas por los notables geólogos Reiss y Stübel , quienes exploraron el Ecuador a mediados de la década de 1870, cuyas mediciones más precisas nos brindan una mejor idea de los límites de las nieves para la época.

Para el caso particular que nos ocupa ambos geólogos determinaron los límites de las nieves en el Carihuairazo entre los 4500-4675 m s. n. m, e incluso determinaron que en el flanco este la cota de nieve descendía hasta los 4 386 m s. n. m.

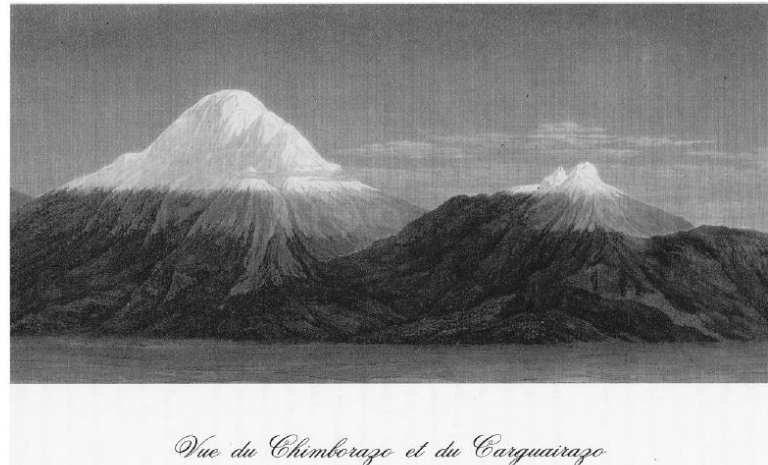


Figura 2. Vista del Chimborazo y del Carihuairazo en 1816

Fuente: Vistas de las cordilleras y monumentos de los pueblos indígenas de América (1816, 120)

Elaboración: Alexander von Humboldt y Aimé Bonpland.

Los glaciares andinos pertenecientes al territorio de lo que hoy es Ecuador, alcanzaron un nuevo pico de expansión en la década de 1830, coincidiendo aproximadamente con la Pequeña edad del hielo (LIA, por sus siglas en inglés), en donde el hemisferio norte experimentó un modesto descenso de la temperatura de alrededor de 1°C. Para esta época se calcula que la línea de equilibrio se encontraba aproximadamente entre 200 y 250 m más abajo de lo que se encuentra ahora.

A partir de la década de 1960, se comenzó a notar un acelerado retroceso de los glaciares ecuatorianos, dando cuenta de una pérdida del 50 % de superficie desde el siglo

XIX, y de un 38 % desde los últimos 30 años. “Concretamente, el año 1976 puede considerarse como el *annus horribilis* de los hielos andinos ecuatorianos” (Hidalgo 2018).

Precisamente si nos remontamos treinta años atrás, cuando el Carihuairazo poseía una vasta superficie de glaciares en el flanco suroeste, las autoridades de la provincia, proyectaron construir una estación de esquí en estas laderas, como un nuevo atractivo turístico para la zona centro del país, se planificaba invertir en brindar las todas las facilidades para el efecto (Montaña 2011).

El tiempo transcurrió y con él se fueron los glaciares que habían prometido ser un poderoso estímulo para el desarrollo del turismo en este lugar. Por muy poco la historia de la pista de esquí de Chacaltaya en Bolivia, abandonada al cabo de 10 años de funcionamiento, se repite en el corazón de los andes ecuatorianos.

Podemos aprender del comportamiento glaciar en las montañas que alcanzan una altura menor a la del Carihuairazo, como el Sicholagua (4893 m s. n. m) o el Cotacachi (4939 m s. n. m), cuyos glaciares desaparecieron en el transcurso del siglo XX, en tanto que en las últimas décadas del siglo XIX, los glaciares de montañas más bajas como el Pichincha (4794 m s. n. m), y del Corazón (4787 m s. n. m), habían corrido con la misma suerte (Francou 2011).

Según la nota de prensa publicada en diario El Comercio, en la que se reproduce una entrevista a Bolívar Cáceres, se explican los tres factores que amplifican la vulnerabilidad del glaciar del Carihuairazo frente a estos fenómenos, estos son: Su altura, su ubicación geográfica y su tamaño (Márquez 2019).

De acuerdo a esta investigación, los últimos sesenta años han marcado la casi completa desaparición del glaciar, siendo la última década el periodo de tiempo en el que se ha notado una mayor aceleración en el proceso de desglaciación, llegando casi a la completa desaparición en el presente.

El estado del arte para esta investigación considera el trabajo previo que realizó el Dr. Bolívar Cáceres, quien ha considerado la primera medición disponible para la superficie del glaciar del Carihuairazo en 1956, y el monitoreo realizado conjuntamente con el IRD de Francia, desde el año 2003 hasta el año 2010 y luego en el 2015, para el año 2017, la superficie del glaciar fue medida por el Dr. Marcos Villacís y la Dra. Sophy Cauvy. Finalmente el autor realizó la medición correspondiente al 2021.

La información pertinente a los aportes glaciares a los caudales de la zona, consideran del trabajo de Buytaert et al. (2017).

El aporte del archivo fotográfico del Lic. Marco Cruz, fue de vital importancia para atestiguar la pérdida de este glaciar andino.

Así también se han considerado los trabajos de Maisincho (2009) Y Dominguez et al. (2012), en cuanto a la modelización del retroceso glaciar en el Antisana, el mismo que se ha tratado de replicar en la zona de estudio de la presente investigación.

4. Retos y proyecciones futuras

Pero existen además otros factores que favorecen el proceso de desglaciación como la acumulación de polvo sobre la superficie glaciar, la acumulación de cenizas provenientes de quema de vegetación en zonas más bajas o de procesos eruptivos de volcanes cercanos que son arrastradas por el viento, lo que provoca una disminución del albedo.

Por otra parte el aumento de temperatura provoca que las precipitaciones se produzcan en forma de lluvia lo que impide la acumulación de nieve en las zonas altas.

Según Bolívar Cáceres (2019), los impactos del retroceso glaciar serán diferenciados para los distintos países de la región, pues para algunos de ellos representan una importante fuente de agua dulce, como es el caso de Bolivia y Perú.

En nuestro país, la pérdida de la masa glaciar va asociada a la desaparición de especies que subsisten en los ecosistemas dependientes de glaciares, además del traumatismo cultural y turístico que su desaparición representa.

No obstante, en Ecuador la desaparición de sus glaciares no implicaría una grave crisis en la provisión de agua, pues las ciudades de la región andina se aprovisionan sobre todo de las precipitaciones que son captadas por los páramos, los glaciares actúan entonces como reguladores hídricos en tiempos de estiaje.

La responsabilidad humana en este contexto no recae directamente sobre las poblaciones más afectadas por la pérdida de sus glaciares, sino que es producto de las presiones ambientales sobre la atmósfera y los océanos. La mayor cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero, responsables del calentamiento global, provienen de los países industrializados, tristemente las consecuencias de este modelo las han de soportar comunidades ya de por sí vulnerables y con deprimidas condiciones de vida.

Un mundo sin glaciares andinos, quizás no será un mundo apocalíptico, pero sin duda será un mundo diferente, en el que habremos perdido un valioso testigo climático, con él se habrá perdido para siempre el hábitat de muchas especies capaces de resistir

condiciones extremas que nos habrían permitido entender mejor el origen de la vida, todo ello sin darnos el tiempo necesario para comprenderlos completamente.

Capítulo segundo

Marco metodológico

En este apartado, se considera la situación geográfica de la zona de estudio, así como la recopilación de información climática que nos permitirá caracterizar el proceso de retroceso glaciar del Carihuairazo. Se toman en cuenta además, distintos factores externos para explorar su posible influencia con el fenómeno de estudio, como la cronología del último proceso eruptivo del volcán Tungurahua, cuyas emisiones de ceniza acentuaron la desglaciación.

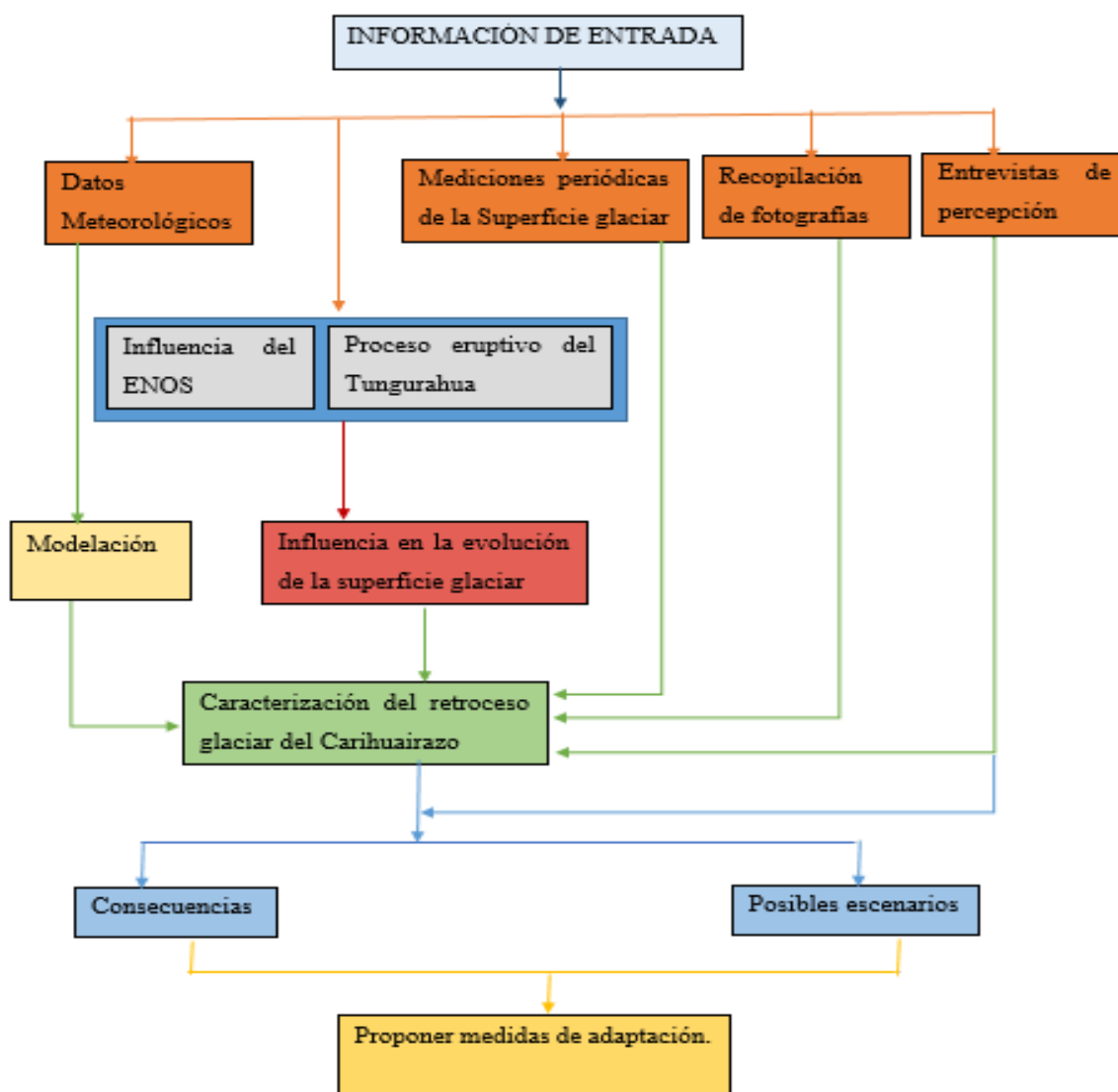


Figura 3. Mapa mental de la metodología
Elaboración propia

1. Área de estudios

El área donde se realizará esta investigación corresponde a la comunidad Cunucyacu, perteneciente a la parroquia Pilahuín, al sur oeste del cantón Ambato en la provincia de Tungurahua, en la zona centro del Ecuador. Esta comunidad se asienta entre las faldas de dos colosos andinos: el Chimborazo y el Carihuairazo a una altura de 4057 m s. n. m. A 9,25 km Del volcán Carihuairazo.

Según datos del PDOT del GADP de Pilahuín (2015-2020), esta parroquia se localiza dentro de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, el 1 % de su superficie corresponde a agua y glaciación.

La temperatura media anual es de 4°C, el promedio anual de precipitación en la parroquia corresponde a 1142 mm con un máximo de 2213 mm y un mínimo de 129 mm, en los meses de junio hasta agosto. Los meses que registran mayor precipitación van de febrero hasta agosto y los meses más secos se corresponden a septiembre y enero.

Los meses de febrero y noviembre son los más cálidos, en los que se alcanzan la temperatura media máxima de 14°C, mientras que los meses más fríos son el periodo entre junio y agosto, en el que se puede registrar 0° C como temperatura media mínima.

El Carihuairazo se ubica geográficamente en las coordenadas 1°24'25"S 78°45'00"O. Es un estrato volcán situado a 10 km al Noroeste del Chimborazo, que colapsó hacia el WNW (West-North West) se desconoce la fecha de su última erupción. Es un volcán muy antiguo, quizás anterior a su vecino más próximo. Su nombre se describe como una montaña en la que reina siempre el mal tiempo: Kari-Huayra-Razu “la montaña de la nieve con viento macho alcanza apenas los 5 028 m s. n. m según la altura oficial asignada por la FEDAN (Federación Ecuatoriana de Andinismo).

Esta montaña (Figura 4) tiene una longitud de 4 km y una superficie aproximadamente de 5 km², presenta la forma de un escorpión. Su arista cimera contiene a los cuatro picos principales, que de este a oeste son: el Pico Mocha al sureste, la Velita, separada unos 200 m del pico anterior; la cumbre Central o máxima de 5 028 m. Y la cumbre Josefinos, al noroeste. Existe también una cumbre de menor altura, sobre la tenaza norte, conocida como Isabela que alcanza una altura de 4700 m s. n. m. En el extremo oeste de la cola se sitúa la loma conocida con el nombre de Piedra Negra, que alcanza una altura de 4 698m s. n. m (Montaña 2011).



Figura 4. Situación de la comunidad de Cunucyacu con respecto al Carihuairazo

Fuente: Google Earth

Elaboración propia.

El Carihuairazo registrado en fotografías (Figura 5) de hace cuarenta años atrás, con su cumbre cubierta por potentes glaciares y campos nevados que descendían hacia el sur y el suroeste es muy diferente al que podemos contemplar hoy. Pues prácticamente se ha convertido en una montaña de roca desnuda, con pequeños heleros residuales al borde de la desaparición.



Figura 5. El glaciar del Carihuairazo en la década de 1990

Fuente: Archivo personal de Marco Cruz

Elaboración: Marco Cruz.

2. Recopilación y validación de insumos (datos históricos)

Series temporales de la evolución de la superficie glaciar, precipitación y temperatura

Una de los principales limitantes de esta investigación es la falta de continuidad de datos y estaciones meteorológicas más cercanas a la zona de estudio.

Al evaluar la evolución del glaciar del Carihuairazo (Tabla 1), el dato más antiguo del que se tiene conocimiento es la superficie del mismo en 1956, la que alcanzaba un área de 0,33 hm². Esta superficie será considerada como referencial para comparar con ella el retroceso que se ha evidenciado en el glaciar durante las dos primeras décadas del siglo XXI. En los datos disponibles existe un vacío de información entre el año 2010 al 2015.

Tabla 1
Evolución del glaciar del Carihuairazo

Nº	AÑO	SUPERFICIE km ²	Porcentaje glaciar con respecto a 1956	Pérdida glaciar con respecto a 1956
1	1956	0,333164	100	0
2	2003	0,233663	70,1345283	29,8654717
3	2004	0,21369	64,1395829	35,8604171
4	2005	0,179942	54,0100371	45,9899629
5	2006	0,168841	50,6780444	49,3219556
6	2007	0,163438	49,0563206	50,9436794
7	2008	0,169104	50,7570146	49,2429854
8	2009	0,171695	51,5346796	48,4653204
9	2010	0,174462	52,3652015	47,6347985
10	2015	0,035141	10,5476582	89,4523418
11	2017	0,01487	4,46326734	95,5367327
12	2021	0,003473	1,04242955	98,95757045

Fuente: Cáceres, B. Antipolis, S. (2015). Carihuayrazo SW a little Ecuadorian glacier in the way to extinction., Villacís et al. (2017), Hidalgo (2021)

Elaboración propia

Al revisar las distintas mediciones disponibles (Figuras 6 y 7), se verifica una permanente tendencia a la disminución de la superficie del glaciar a partir de la primera medición de este siglo, que para entonces ya había perdido un 30 % con respecto a la superficie de referencia.

En el periodo del 2008 al 2010, se verifica una ligera recuperación del glaciar, lamentablemente no se cuenta con mediciones sucesivas hasta el 2015, en el que la reducción ya alcanza un dramático valor del 47 %.

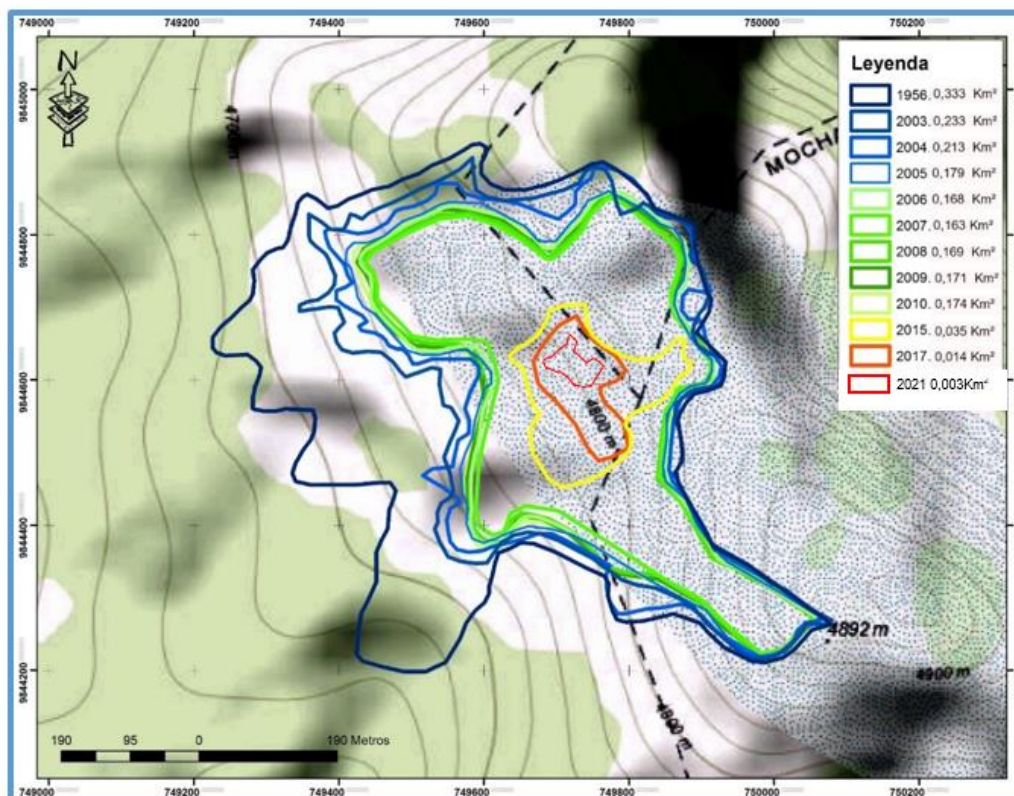


Figura 6. Evolución del retroceso glaciar del Carihuairazo.

Fuente: Cáceres, B. Antipolis, S. (2015). Carihuayrazo SW a little Ecuadorian glacier in the way to extinction. AGUFM, 2015, C13B-0812. ■ Villacís et al. (2017). ■ Hidalgo (2021).

Elaboración propia.

Se comenzó por buscar la información meteorológica necesaria para intentar caracterizar la evolución de la superficie glaciar del Carihuairazo, para el efecto se solicitó al INAMHI la información de las estaciones más cercanas al volcán objeto de este estudio. Lamentablemente no se cuenta con muchas estaciones en la zona de influencia de la presente investigación.

Esta situación con respecto al manejo de datos, llevó a la decisión de considerar únicamente dos de ellas (Tablas 2 y 3), tomando en cuenta su cercanía geográfica al glaciar estudiado y por otra parte, su mayor continuidad en el suministro de información en el lapso correspondiente a esta investigación.

De ahí que para la información de precipitación, fue considerada únicamente la estación M0258 y para los datos de temperatura se tomaron en cuenta los registros de las estaciones M0258 y M5151. Para de esta manera considerar una serie temporal que abarque los últimos treinta años.

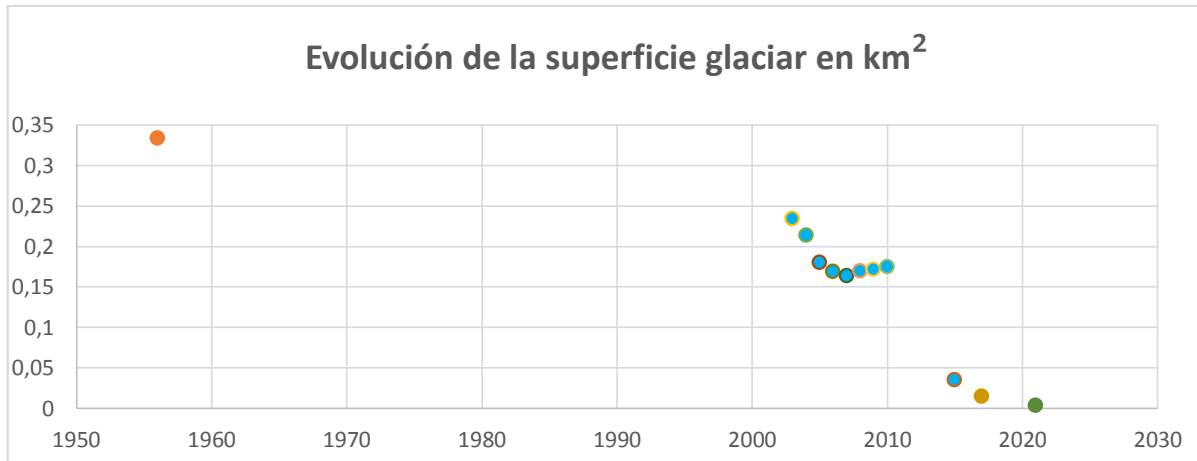


Figura 7. Evolución de la superficie glaciar

Fuente: Cáceres, B. Antipolis, S. (2015). Carihuayrazo SW a little Ecuadorian glacier in the way to extinction. AGUFM, 2015, C13B-0812. ■ Villacís et al. (2017). ■ Hidalgo (2021).

Elaboración propia.

Tabla 2
Descripción de las estaciones consultadas

Estación	Datos
M5151	GLACIAR 11 CHIMBORAZO
	Código: M5151
	Provincia: TUNGURAHUA
	Propietario: NO DEFINIDO
	Latitud: -1.410000
	Longitud: -78.760000
	Altitud: 4428.00 metros
	Tipo: METEOROLOGICA
Estado: OPERATIVA	
M0258	QUEROCHACA
	Código: M0258
	Provincia: TUNGURAHUA
	Propietario: INAMHI
	Latitud: -1.367100
	Longitud: -78.605500
	Altitud: 2865.00 metros
	Tipo: METEOROLOGICA
	Estado: OPERATIVA
	Propietario: INAMHI
	Latitud: -1.896667
	Longitud: -78.641944
	Altitud: 2840.00 metros
Tipo: HIDROLOGICA	
Estado: OPERATIVA	

Fuente: Inamhi
Elaboración propia

Las variables que se consideraron fueron temperatura y precipitación. No obstante las limitaciones que se presentaron con la información suministrada fueron la distancia de las estaciones con respecto al glaciar y además la inconsistencia de las series temporales, pues fue difícil hallar coincidencias permanentes en el tiempo entre las diferentes estaciones consultadas.

Tabla 3
Inventario de datos

Estación	Nombre	Periodo	Datos
m5151	GLACIAR 11 CHIMBORAZO	28/12/2016	Resumen mensual de temperatura
		16/7/2020	Temperatura diaria
		nov-18	
M0258	QUEROCHACA	ene-90	Temperatura media mensual
		dic-18	
		dic-18	
		mar-15	

Fuente: Inamhi
Elaboración propia

Por otra parte las precipitaciones que se han considerado en la zona más cercana posible al área de estudio a través de los datos de la estación M0258 (Figura 8), ubicada en Cevallos, muestran un aumento en las mismas para el periodo 2006-2008.

En este último año se registra un pico de valor máximo (Uno de los años más lluviosos). El año 2009 presenta un punto de inflexión en el registro de las mismas; seguido de un aumento de precipitaciones para el año 2010, y una moderada tendencia al descenso hasta el año 2015, para luego mostrar un cambio de pendiente que tiende al incremento de precipitaciones hasta el año 2017, para luego volver a caer en el año 2018

En cuanto al tratamiento de los datos de temperatura se han considerado los registros de las estaciones M0258 ubicada en Cevallos cuya serie temporal se remonta a 1990 hasta el año 2018, mientras que la estación más cercana al Carihuairazo es la estación M5151 ubicada en el Chimborazo. Esta estación apenas entra en funcionamiento en el año 2016 y continúa captando mediciones. Fue necesario llenar los vacíos de información entre estas dos estaciones a través de una regresión lineal simple (Figura 9).

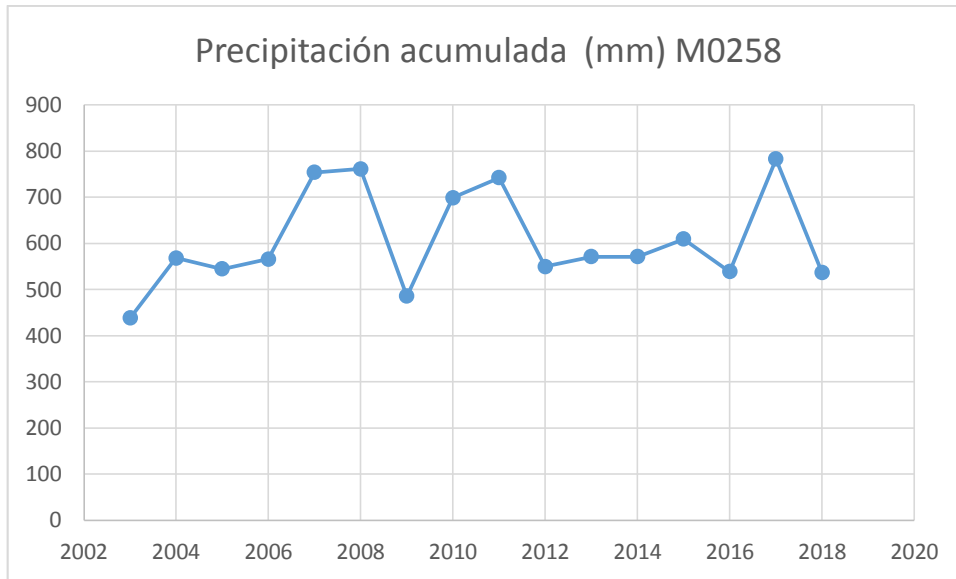


Figura 8. Precipitación Acumulada de la estación M0258

Fuente: INAMHI

Elaboración propia.

Se obtuvo así una serie temporal más consistente para estas dos fuentes, que presentan un comportamiento similar. De su análisis se observa que el año 2008 fue el año más frío en sus registros. Por otra parte se registra un incremento de temperaturas para el año siguiente, no obstante a partir del año 2010, se evidencia un descenso en las temperaturas hasta el año 2015 (Figuras 10 y 11).

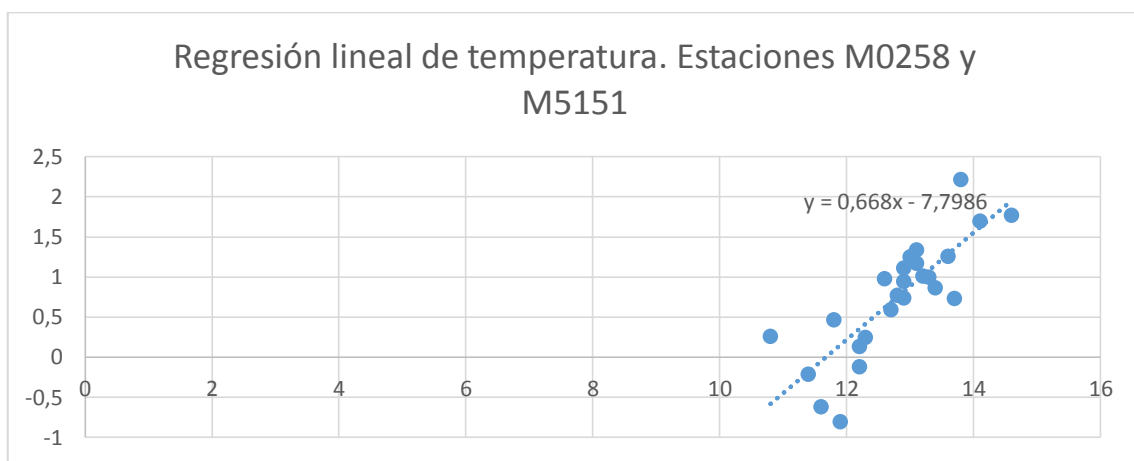


Figura 9. Regresión lineal de la temperatura en las estaciones M0258 Y M5151

Fuente: INAMHI

Elaboración propia.

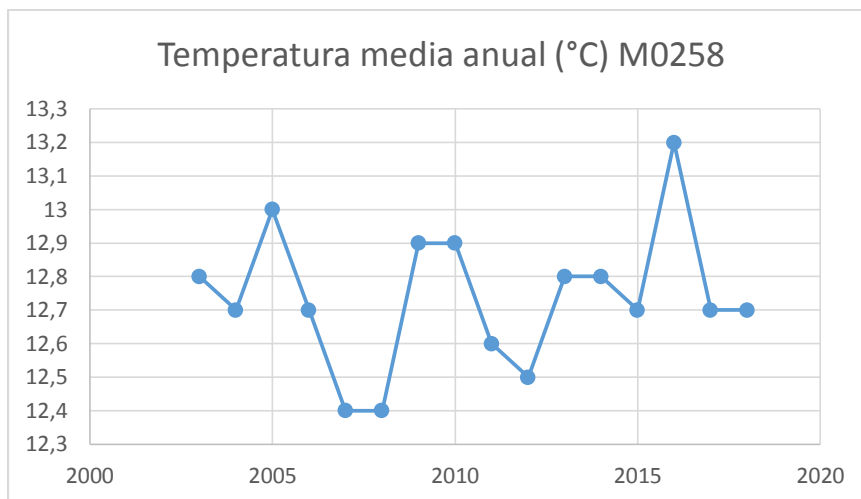


Figura 10. Temperatura media anual en la estación M0258

Fuente: INAMHI

Elaboración propia

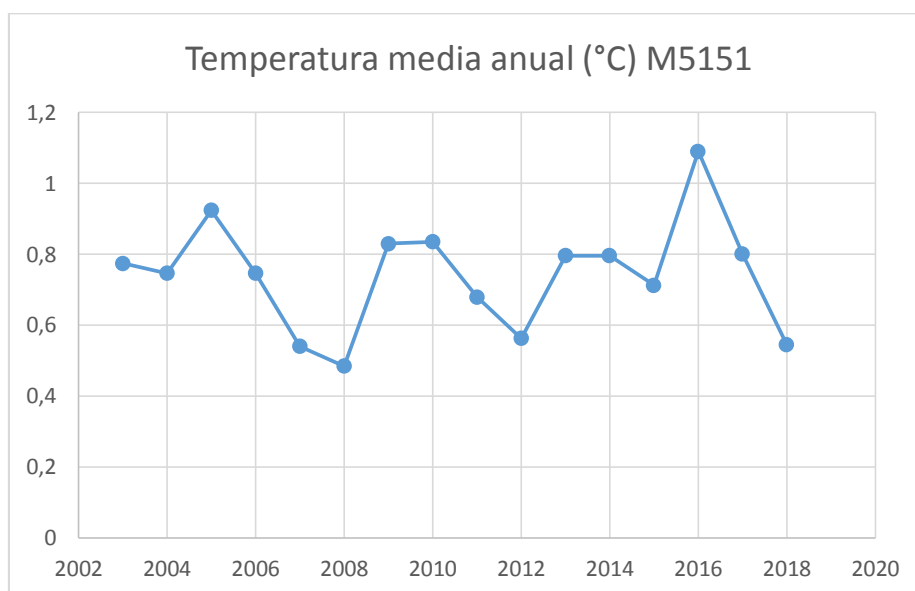


Figura 11. Temperatura media anual en la estación M5151

Fuente: INAMHI

Elaboración propia

3. Relación de los eventos del Niño y de la Niña con los valores de precipitación-temperatura-superficie glaciar

Por otra parte se analizaron las intensidades de los eventos ENOS, durante el periodo de estudio con la intención de verificar alguna relación con la periodicidad de estos fenómenos con el comportamiento del glaciar y las precipitaciones registradas. Considerando que la presencia del fenómeno del Niño, suele traer consigo intensos periodos de lluvias, y por otra parte, el fenómeno de la Niña suele caracterizarse por ser un periodo más seco, como se puede evidenciar en la Tabla 4.

Null (2021), recopila los años en los que estos eventos se hicieron presentes con sus respectivas intensidades en los años en los que fueron registrados

Tabla 4
Años e Intensidades de El Niño y la Niña

El Niño			La Niña		
Año	Intensidad	Periodo	Año	Intensidad	Periodo
2002 - 2003	Medio	Junio de 2002- Marzo de 2003			
2004 - 2005	Leve	Agosto de 2004- Febrero de 2005	2005 - 2006	Leve	Diciembre de 2005- Abril de 2006
2006 - 2007	Leve	Octubre de 2006- Febrero de 2007	2007 - 2008	Medio	Septiembre de 2007- Julio de 2008
			2009	Leve	Enero-Abril de 2009
2009 - 2010	Medio	Agosto de 2009- Mayo de 2010	2010 - 2011	Fuerte	Agosto de 2010- Mayo de 2011
			2011 - 2012	Leve	Octubre de 2011- Abril de 2012
2014 - 2016	Muy intenso	Mayo de 2014-Junio de 2016	2016	Leve	Julio-Noviembre de 2016
2016 - 2017	Leve	Diciembre de 2016- Marzo de 2017	2017 - 2018	Leve	Octubre de 2017- Marzo de 2018
2018 - 2019	Leve	Octubre de 2018- Junio de 2019			

Fuente: Null, J. (2021). El Niño and La Niña Years and Intensities: Golden Gate Weather Services
Elaboración propia

4. Influencia del albedo en el retroceso glaciar

El albedo frente a la desglaciación tiene un comportamiento de retro alimentación positiva, es decir se magnifica por sí mismo, una disminución del albedo sobre un glaciar, provocará una disminución en su capacidad de reflejar la energía radiactiva que incide sobre él, lo que a su vez va a producir una mayor ablación, con su consecuente reducción de superficie glaciar, lo que nuevamente se traducirá en cada vez menores valores de albedo.

El albedo fue definido ya en el apartado dedicado a Conceptos Básicos, basta con decir que este es el factor adimensional que cuantifica la capacidad de reflejar la radiación una superficie sobre la que esta incide.

Se conoce que la nieve fresca tiende a presentar valores más altos de albedo, mientras que el hielo desnudo que suele presentarse en las zonas terminales de un glaciar es muy absorbente, por ello presentará un valor de albedo bajo.

En su estudio sobre la Evolución temporal del albedo en función de la variabilidad climática en glaciares de los andes semiáridos, en Chile, Ulloa (2020) concluye que las tendencias del albedo guardan relación con patrones climáticos como la precipitación y la temperatura, relacionados a su vez con la reducción de áreas cubiertas de nieve, fenómeno que puede manifestarse en balances de masa glaciar negativos.

Básicamente el albedo es el intercambio de radiación de onda corta entre una superficie y la atmósfera y es uno de los factores principales que participa del proceso de intercambio energético del glaciar que finalmente desembocará en su derretimiento.

De acuerdo a la literatura consultada se asume que el valor crítico del albedo se sitúa en el rango de $0.25 < \alpha_{\text{critico}} < 0.55$. En donde un albedo mayor a 0,55 es considerado “nieve” y un albedo menor a 0,25, será considerado como “hielo” (Ulloa 2020).

En este mismo trabajo se concluyó que un alto albedo se relaciona con altas precipitaciones, del mismo modo que un bajo albedo estará ligado con una disminución en las precipitaciones. Por otra parte la relación con la temperatura es inversa, y tiene sentido que a menores temperaturas registradas, el valor del albedo aumente, mientras que con un aumento de temperatura, el albedo disminuirá, favoreciendo el proceso de ablación.

5. Influencia de la actividad volcánica del Tungurahua sobre el comportamiento glaciar del Carihuairazo

El volcán Tungurahua se encuentra a 35 km del Carihuairazo, su actividad volcánica reciente, afectó con deposición de ceniza sobre los glaciares del Carihuairazo y del Chimborazo. La superficie opaca producida por la capa de ceniza, afectó de manera negativa a los valores del albedo de estas masas de hielo, lo que contribuyó a su proceso de derretimiento.

El reciente proceso eruptivo del Tungurahua comenzó en 1999 y continuó hasta el año 2016, el mismo que se resume a continuación en la tabla 5.

Tabla 5
Cronología de la actividad del Tungurahua en el periodo 1999-2016

Año	Mes	Actividad volcánica registrada
1999	Julio	Inicio del proceso eruptivo
	Octubre	Primeras emisiones de ceniza. 25000 personas fueron evacuadas
2001	Marzo	Emisiones esporádicas
	Abril	
	Mayo	Emisiones arrojaron ceniza a grandes distancias del volcán
	Agosto	Las nubes de ceniza afectaron a poblaciones ubicadas a 100 km al oeste del volcán. Se estima que entre 10 y 15 millones de toneladas de ceniza fueron depositadas.
2002	Mayo	Se registra una columna constante de vapor y ceniza cuya dirección debido a los vientos, fue principalmente hacia el occidente.
	Julio	Se registran explosiones
	Septiembre	
2005	Enero a Abril	Emisiones de gas y ceniza
	Julio a Diciembre	Emisiones poco energéticas y con bajos contenidos de ceniza.
2006	Mayo	Columnas de gas y cenizas, de aproximadamente dos kilómetros, se vieron aparecer sobre el cráter.
	Julio	El volcán dejó escapar una columna de quince kilómetros, compuesta de cenizas, vapores y rocas. La columna se dirigió hacia el océano Pacífico y fue claramente visible en fotos de satélite
	Agosto	(16) La totalidad de la provincia de Tungurahua y la provincia de Chimborazo, fueron cubiertas de capas de rocas y cenizas.
2007	Diciembre	Se declara la alerta roja para Chimborazo
2008	Febrero	Emisión de cenizas y piedras incandescentes, lo que obligó a la evacuación forzosa de las poblaciones cercanas, declarándose alerta roja
2009	Febrero	Se declara la alerta naranja por las constantes emisiones de ceniza
2010	Enero	Incremento de la actividad volcánica
	Mayo	(29) Erupción. Se evacua a 2500 personas
	Diciembre	(4) Una nube de cenizas alcanzó los 2 km de altura. Llegando hasta la ciudad de Guayaquil.
2011	Abril	Se registra una columna de ceniza que ascendió hasta los 12 km de altura.

2012	Agosto	Se registran 16 explosiones con columnas de emisión con alto contenido de ceniza, de aproximadamente 4 km de altura
2013	Mayo	Se registra casi un centenar de explosiones y constantes bocanadas de gases y ceniza. Por efecto del viento la ceniza había caído en poblados cercanos ubicados en el flanco oeste y suroeste como Cevallos, Quero, Mocha, Tisaleo y Pillate.
2014	Febrero	Se produjo una fuerte explosión que lanzó una columna de ceniza que sobrepasó los diez kilómetros de altura. La ceniza afectó a 6 provincias del Ecuador: Chimborazo, Bolívar, Cañar, Azuay, Cotopaxi y Pichincha
2015	Julio	Emisiones y caídas de ceniza hacia el occidente y suroccidente
2016	Febrero	Emisión de columnas de ceniza de hasta 3 km Sobre el nivel del cráter

Fuente: IGPN, Diario el Comercio
Elaboración propia

6. Relación de las variables climáticas con la actividad volcánica del Tungurahua y su influencia en la evolución del glaciar del Carihuairazo

Con esta información se procura establecer una relación entre los eventos ENOS, la precipitación, la temperatura registrada en la zona de estudio, la actividad volcánica del Tungurahua y su posible influencia en el comportamiento del glaciar, la misma que se resume en la tabla 6.

Tabla 6
Relación entre Eventos ENOS, temperatura, precipitación, actividad volcánica del Tungurahua y superficie glaciar

Periodo	Evento	Intensidad	Precipitación	Temperatura	Actividad del Tungurahua	Superficie glaciar
2002 - 2003	- El Niño	Medio	Ligero aumento	Ligera disminución	Emisiones de ceniza	Retroceso
2004 - 2005	- El Niño	Leve	Ligera disminución	Disminución	Emisiones de ceniza	Retroceso
2005 - 2006	- La Niña	Leve	Ligero aumento	Disminución	Intensa emisión de ceniza	Retroceso
2006 - 2007	- El Niño	Leve	Incremento	Ligera disminución	Intensa emisión de ceniza	Retroceso
2007 - 2008	- La Niña	Media	Ligero aumento	Disminución	Emisiones de ceniza	Ligera recuperación
2009	La Niña	Leve	Disminución	Incremento	Constante emisión de ceniza	Ligera recuperación
2010 - 2011	La Niña	Fuerte	Ligero aumento	Disminución	Incremento de emisiones de ceniza	No se dispone de información

2011 - 2012	La Niña	Leve	Disminución	Disminución	Emisiones de ceniza	No se dispone de información
2013			Ligero aumento	Se mantiene constante	Emisiones de ceniza	No se dispone de información
2014 - 2015	El Niño	Muy Intenso	Disminución	Disminución	Intensa emisión de ceniza	Retroceso
2015 - 2016	El Niño	Muy Intenso	Aumento	Aumento	Emisiones de ceniza	Retroceso
2016	La Niña	Leve	Aumento	Aumento	Emisiones de ceniza	Retroceso
2016 - 2017	El Niño	Leve	Aumento	Aumento	Intensa emisión de ceniza	Retroceso

Fuente: Null, J. (2021). El Niño and La Niña Years and Intensities: Golden Gate Weather Services
Elaboración propia

La acumulación de ceniza sobre la superficie glaciar del Chimborazo y del Carihuairazo provenientes de las erupciones del Tungurahua exacerbó el proceso de desglaciación, tal como lo señala Cruz (2020, entrevista personal): “Un albedo alto va a reflejar hasta el 90 % de la energía lumínica, por el contrario, la ceniza del Tungurahua redujo el albedo en los glaciares del Chimborazo y del Carihuairazo, de tal manera que hasta el 80 % de la energía lumínica era absorbida por el glaciar, lo que ocasionó la formación de grandes campos de penitentes”.

Con base en lo expuesto se infiere que:

1. Para el periodo 2008-2010 se verifica una ligera recuperación del glaciar, que de alguna forma correspondería con el pico de precipitaciones registradas en la zona, así como el punto mínimo del registro de temperaturas para el mismo año. Estos dos factores: Incremento de precipitaciones y un descenso de la temperatura que facilitarían la precipitación sólida en el glaciar, podrían explicar su ligera recuperación para ese periodo.
2. Para el periodo 2005-2007, se puede evidenciar que pese a existir las condiciones climatológicas favorables para la recuperación del glaciar, esto es; una reducción de las temperaturas y un aumento de las precipitaciones, la coincidencia de este periodo con una de las fases eruptivas más violentas del volcán Tungurahua, se verificó un retroceso del glaciar del Carihuairazo. Este fenómeno puede explicarse mediante la disminución del valor del albedo en la superficie glaciar, por la acumulación de cenizas sobre la montaña, tal

como lo señalaba el Señor Marco Cruz, en la entrevista mantenida con el autor. (Ver Anexo 1)

3. La acumulación de nieve en un glaciar va a depender de un incremento de precipitaciones en la zona y una temperatura baja que la transforme en una precipitación sólida. Para el periodo 2010-2015; se registra un descenso de temperatura pero para el mismo periodo, se registra también una disminución en las precipitaciones, factores que favorecieron al retroceso del glaciar.
4. Se pueden registrar temperaturas en la zona por debajo del punto de congelación (0°C), pero si no existe precipitación no habrá acumulación de nieve fresca en el glaciar. “Por lo tanto, la reducción de las nevadas conduce a una mayor pérdida de hielo no solo al reducir la entrada de masa inicial, sino también al permitir que las condiciones de albedo bajo en la superficie del hielo persistan en los tramos inferiores del glaciar durante períodos de tiempo más largos” (La Frenierre 2017, 14).
5. La disminución del albedo exagera el efecto del calentamiento de la superficie del glaciar, como se ha observado en el Kilimanjaro, en África Occidental, donde el retroceso glaciar ha sido más sensible de la disminución del albedo, producto de la disminución de nevadas, que al aumento de temperaturas (La Frenierre 2017).
6. El proceso de retroceso glaciar es un fenómeno complejo multi variable, que no es pilotado únicamente por la cantidad de precipitaciones y la temperatura, pues influirán también factores como el albedo, la orientación, pendiente entre otros.
7. Se debe considerar además que el proceso eruptivo del volcán Tungurahua coincidió en este periodo con continuas emisiones de ceniza desde 1999 hasta 2016, que depositadas sobre el glaciar disminuyeron su albedo, y por lo tanto favoreció también al proceso de desglaciación.
8. Las mediciones disponibles presentan serios vacíos como para generar una serie temporal consistente, además que las estaciones son escasas en la zona de estudio, por ello creo que es importante proponer un enfoque de métodos mixtos que incluyan la percepción de los habitantes de la zona y montañistas que visitan y trabajan en la montaña, pues sus observaciones podrían aportar algunos patrones de cambio climático, que no son visibilizados únicamente a través de los registros meteorológicos (La Frenierre 2017).

9. La comparación de los datos recopilados y confrontados con la presencia de los fenómenos del Niño y de la Niña, confirman la observación de Vuille (2013, 1), acerca de que la influencia de las lluvias durante el evento del Niño no sobrepasan los 2000 m s. n. m, “De manera que no afectan a los Andes más allá de las laderas occidentales más bajas”. En Ecuador, los episodios del Niño, suelen presentar un fuerte calentamiento en los Andes y se caracterizan por ser cálidos y secos, mientras que la Niña presenta condiciones más frías y húmedas (Vuille 2013).
10. De acuerdo a la definición de la Estrategia Nacional de Glaciares de Chile (2009), se considera glaciar a una masa de hielo de al menos 0,1 km² de extensión. Si se considera que el último dato disponible de superficie glaciar en el Carihuairazo corresponde a Febrero del 2021 con un área de 0,00347 km², entonces la masa de hielo remanente ya no puede ser considerada como un glaciar funcional en la actualidad.

7. Modelos hidroglaciológicos

El objetivo de los modelos hidroglaciológicos consiste en simular el balance de masa y cuantificar la variación de superficie de un glaciar, partiendo de las condiciones meteorológicas imperantes en la zona. Esta modelación se realiza con la intención de generar datos que orienten políticas enfocadas a una mejor gestión económica y ambiental de las zonas afectadas por las variaciones de origen glaciar.

Es preciso en este punto establecer ciertos conceptos importantes para la modelización de la dinámica glaciar:

Balance de masa glaciológico: Consiste en la medición periódica y cuantitativa de las pérdidas o ganancias de volumen glaciar en un periodo de tiempo específico. Técnicamente es el resultado de la suma de la acumulación y ablación. Permite además caracterizar el desplazamiento del hielo y la precipitación de nieve sobre él. Básicamente el balance de masa representa el estado de salud de un glaciar. Generalmente se expresa en milímetros o metros equivalentes de agua (mm.e.a).

Superficie: Corresponde al cálculo del área glaciar y su variación año a año. El método más usado para su caracterización es el análisis de imágenes satelitales y su combinación multiespectral además de su verificación en campo.

Longitud o retroceso del frente glaciar: Consiste en ubicar un punto de referencia y utilizarlos como un punto fijo cerca del límite inferior del glaciar y medir

periódicamente la distancia desde este punto al frente glaciar, de esta manera se puede caracterizar el retroceso longitudinal de la masa de hielo.

Fotografías oblicuas terrestres: Consiste en la captura periódica de fotografías en la zona baja del glaciar. Es deseable que la fotografía sea capturada desde el mismo ángulo y lugar en tiempos distintos, con el propósito de elaborar un seguimiento visual de la evolución del glaciar.

Balance hidrológico: Este método pretende estimar la cantidad anual de masa que acumula o pierde el glaciar debido a las precipitaciones sólidas que se acumulan sobre la superficie y la infiltración que sale del mismo debido a la fusión del hielo, para el efecto se mide el caudal producido por la escorrentía del glaciar.

Balance de energía: Esta metodología caracteriza los flujos energéticos que se producen entre el glaciar y la atmósfera, sobre todo se miden valores de radiación. Debido a que la fusión del hielo depende del flujo de energía que provoca gradientes de temperatura entre el aire y la superficie helada, además el flujo de calor latente es influenciado por la humedad. En los trópicos se ha observado que la correlación entre temperatura y fusión no aparece a nivel diario, sino más bien a nivel mensual y anual (Pouyaud et al., 2005).

Mediciones meteorológicas: Esta recepción de datos se realiza a través de estaciones meteorológicas que acumulan información sobre algunos parámetros como precipitaciones, temperatura y humedad del aire, velocidad y dirección del viento, etc.

Toma de muestras de agua para análisis isotópicos: Mediante la toma de muestras de agua se busca rastrear su origen y permanencia mediante el rastreo de isótopos de oxígeno e hidrógeno.

Los indicadores que se pueden cuantificar para verificar los cambios en un glaciar corresponden a su geometría, superficie, volumen, espesor, balance de masa y aporte de líquido a las cuencas hidrográficas.

El origen de la información climática proviene de estaciones meteorológicas, mientras que los datos que cuantifican el comportamiento de los recursos hídricos, se originan a partir de estaciones hidrológicas, mientras que las variaciones geométricas del glaciar en una línea de tiempo, pueden obtenerse directamente de balizas colocadas como testigos en el mismo glaciar.

Algunos modelos hidroglaciológicos usan datos de entrada tales como: temperatura, precipitaciones, velocidad del viento, y humedad relativa. Y a partir de esta información, son capaces de calcular la precipitación sólida, la fusión y la sublimación,

como parte de un proceso intermedio que busca cuantificar el balance de masa del glaciar y finalmente la variación de la superficie del mismo.

Maisincho (2009) propone el modelo de fusión degree-day (grado día) mediante una modelización diaria del balance de masa del glaciar 15 del volcán Antisana. Utilizando datos registrados en el mismo sitio de estudio como información de entrada; tales como la temperatura y la precipitación además del gradiente de altitud, para a través del modelo, describir el fenómeno de la fusión y posteriormente formular el balance de masa. Una vez calibrado del modelo se pudo reconstruir el proceso glaciar desde 1950 y una proyección del balance de masa para el año 2050, permitiendo de esta manera simular la variación de la superficie glaciar año por año.

Es clara la relación entre temperatura y fusión, por lo que los modelos se orientan a calibrar la temperatura que representa el límite a partir del cual comienza la fusión y también los límites de temperatura que determinarán la fase de las precipitaciones (sólidas o líquidas) sobre el glaciar.

8. Análisis de la cartografía básica y temática

Vías de acceso y poblaciones cercanas

Desde el Sur, partiendo desde la ciudad de Riobamba (a 204 km de Quito), se puede acceder siguiendo la vía Riobamba-Guaranda-Ambato. La ruta tiene una longitud de 77,2 km, que pueden cubrirse en una hora y media. Hasta el desvío a la comunidad de Cunucyacu, la misma que se encuentra a 52 km de la capital de la provincia de Tungurahua y se ubica a 3800 m s. n. m. , perteneciente a la parroquia Pilahuín del cantón Ambato. Desde este punto, junto a la edificación que fuera el campamento del ex INEFAN, se debe tomar un desvío de 5 km por el flanco sur de la montaña, es una vía de tierra, de tercer orden, que llega hasta una altura de 4200 m s. n. m. . Hasta llegar al punto denominado Mechahuasca, normalmente es hasta aquí donde alcanzan a llegar los vehículos de las expediciones. Se puede internar un corto tramo en el páramo si se cuenta con un vehículo todo terreno, normalmente transitable sólo en los meses de verano.

Cambios del uso del suelo en la Parroquia Pilahuín

En la figura 21 se puede apreciar el retroceso de la superficie nevada correspondiente al volcán Carihuairazo y el concomitante avance del páramo en la misma zona en el periodo 2010 - 2015. Según la información cartográfica del mapa de vegetación

del MAE del años 2010 y de la consultora GEOIS en el 2015 se evidencia un cambio del uso del suelo desde páramo a terrenos cultivables correspondiente a 2100 ha.

En un lapso de 5 años la transición ha expandido los pastos dedicados a ganadería a través de prácticas nocivas como pastoreo y quema de pajonales, dando como resultado el avance la frontera agrícola de 7 329 a 9 464 ha, en el periodo antes señalado (PDOT GADP Pilahuín 2015-2020, 13).

Según la entrevista realizada a los dirigentes de la comunidad, expresaban su inconformidad por las inspecciones que realiza el ministerio del ambiente, con el afán de mantener controlada la frontera agrícola, cuya expansión continúa año tras año, como se muestra en la figura 12. El argumento de los comuneros es que se ven obligados cada vez a obtener nuevas tierras de cultivo, sus actuales pastos ya no abastecen para su actividad ganadera.

Sin comprender que de esta manera se pone en riesgo la dotación de agua y de otros servicios medio ambientales que ofrece el páramo; por lo que urge socializar la importancia de proteger y restaurar este necesario ecosistema para su beneficio comunitario y para las poblaciones que se asientan en zonas más bajas.

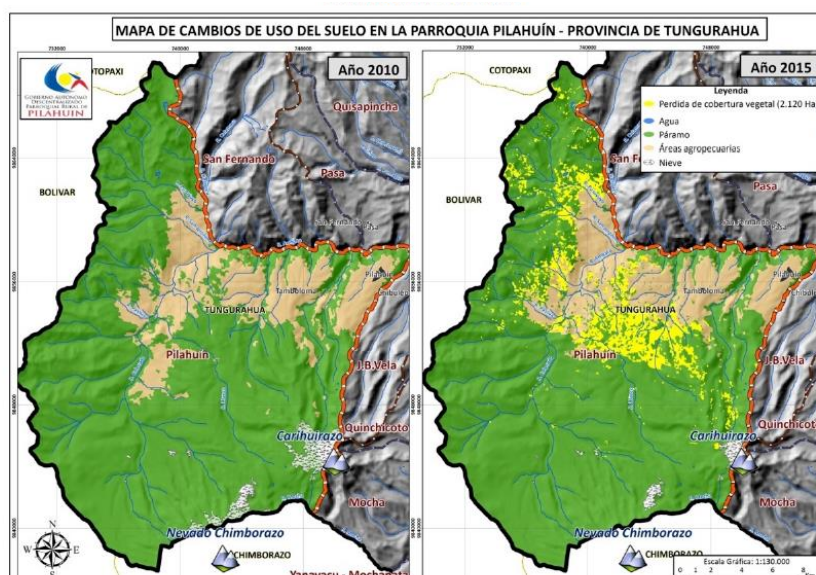


Figura 12. Cambios de uso de suelo en la parroquia Pilahuín

Fuente: PDOT GADP Pilahuín 2015-2020

Elaboración: Consultora GEOIS

9. Hidrografía

Los ríos Blanco y Colorado recogen aguas provenientes del Chimborazo y del Carihuairazo. De su confluencia se origina el río Ambato, en cuyo nacimiento se localiza la parroquia de Pilahuín (PDOT GADP Pilahuín 2015-2020, 16).

De los páramos del Carihuairazo nacen ríos que van a regar zonas áridas de las provincias de Tungurahua y Chimborazo. Aquí se origina el río Blanco, que aguas abajo se unirá al río Colorado o Pucuyacu, que descendiendo por los arenales del Chimborazo, formarán el río Ambato.

La parroquia de Pilahuín está integrada por la totalidad de las unidades hídricas de río Colorado, río Blanco, río Yatzaputzán, Río Calamaca, parte de las unidades de río Chiquicahua, la Quebrada Shihuay Huaycu y Río Pachalica, de éstas SENAGUA tiene autorizado para uso y aprovechamiento del agua un caudal de 5.953 l/s, mediante 159 autorizaciones, para uso interno de la parroquia y para uso de otras parroquias y cantones (PDOT GADP Pilahuín 2015-2020).

Al sur de la montaña se extienden dos valles profundos que recogen las aguas glaciares que descienden de la cumbre máxima, el de Tigre de Saltan y recogiendo las aguas provenientes del Pico Mocha, el de Aucacán. Ambos se encuentran orientados hacia el valle de Abraspungo, el mismo que separa el Carihuairazo del Chimborazo. El río Mocha o conocido también como Abraspungo receipta las aguas de las dos montañas y las encausa en el río Panchalica (Montaña 2011).



Figura 13. Contribución glaciaria a los caudales de la zona de estudio.

Fuente: Buytaert, et al (2017).

Elaboración propia

De la investigación realizada por Buytaert et al. (2017), se determinó que la contribución glaciar proveniente del Carihuairazo a los caudales de la zona no es representativa, pues esta se encuentra por debajo del 4 %. Tal como puede verse en la figura 13. Por otra parte la mayor contribución glaciar originada en el Carihuairazo se presenta hacia el flanco este de la montaña, aportando principalmente a tributarios del Río Mocha (figura 14).

Contrario a lo que se supuso inicialmente el aporte glaciar del Carihuairazo hacia la comunidad de Cunucyacu, no es significativo, por lo que la pérdida absoluta de este glaciar no afectará de manera drástica a la hidrografía de la zona. No obstante la desaparición de esta masa de hielo representa otras consecuencias en distintos ámbitos que dejarán su impronta en la forma de vida de quienes se desenvuelven en este territorio.

Según el censo de 2010, un 24 % de la población de la parroquia Pilahuín accede al agua para riego y consumo a través de ríos, vertientes, acequias y canales. Si el glaciar del Carihuairazo llega a desaparecer, se alterarán los ciclos de regulación hídrica que abastece a la comunidad y los ecosistemas aledaños, la amenaza no sólo recae en el reservorio glaciar, sino en la presión que soporta el páramo por las actividades agrícolas en la zona por encima de los 4000 m s. n. m. (PDOT GADP Pilahuín 2015-2020, 42).

10. Análisis de las entrevistas a miembros de la comunidad de Cunucyacu y a andinistas que frecuentan la montaña

El plan original de esta investigación contemplaba la aplicación de una encuesta como un instrumento de soporte para obtener la información necesaria en cuanto a la percepción de la comunidad, con respecto al retroceso del glaciar del Carihuairazo y cómo este fenómeno afectaba su cotidianeidad.

El contexto del aislamiento debido a la pandemia del COVID-19 dificultó la aplicación de este insumo, y para obtener información sobre la percepción de los efectos del retroceso glaciar para ser contrastada con la evidencia física obtenida a partir de las mediciones meteorológicas, se recurrió a la realización de varias entrevistas a miembros de la comunidad de Cunucyacu, y también a andinistas que visitan la zona periódicamente; las mismas que se presentan en la sección de anexos del presente documento.

Se realizaron entrevistas a dos miembros del cabildo de la comuna, el 1 de Septiembre del 2020 al Sr. Luis Punina, secretario del directorio y guía nativo, además en esta misma fecha, se mantuvo una reunión con los dirigentes del cabildo, de aquí surgió una invitación a participar de una nueva reunión con la asamblea de la comuna el día 11 de Septiembre del 2020, y además se mantuvo una entrevista telefónica con el Sr. Enrique Punina, presidente del cabildo de la comuna, el día 16 de septiembre del 2020.

Por otro lado, desde el 17 al 28 de septiembre del 2020, se entrevistó a ocho andinistas que frecuentan esta montaña, el grupo elegido fue heterogéneo en cuanto a edad y tiempo de práctica del andinismo, es así que el rango de experiencia deportiva va desde los 12 hasta los 60 años.

En estas entrevistas, en conjunto, se pudo obtener información respecto a la percepción del retroceso glaciar del Carihuairazo.

Tanto los miembros de comunidad como los andinistas entrevistados coinciden en el dramático retroceso glaciar en el Carihuairazo, sus preocupaciones y motivaciones pueden ser distintas pero nos remiten al mismo origen del problema, la pérdida de la masa de hielo, deja un serio traumatismo en su percepción de este ambiente.

Cada vez menos turistas, más peligros en las rutas de ascenso, menos disponibilidad de agua, y la incertidumbre por un futuro sin glaciares en los andes.

Todas estas preocupaciones son validadas por las mediciones del glaciar, que dan cuenta de su inevitable desaparición, además muchos de los entrevistados coinciden en la identificación de otros factores que han influido en este proceso, como es la observación de los deposición de ceniza volcánica, proveniente del Tungurahua, durante 16 años, sobre la superficie glaciar del Carihuairazo y del Chimborazo, lo que ha acelerado la desglaciación.

Capítulo tercero

Presentación de datos y resultados

El retroceso glaciar del Carihuairazo a partir de la segunda mitad del siglo XX, ha sido dramático, pues en la actualidad, prácticamente se lo puede considerar extinto, el presente estudio trató de caracterizar la desglaciación a partir de diferentes recursos, entre ellos, utilizó una secuencia fotográfica a través del tiempo, y la modelización de este fenómeno, a partir de la información meteorológica disponible en la zona de estudio.

1. Límite glaciar entre 1956 y 2021

Buena parte de los conocimientos sobre los volcanes andinos ecuatorianos se los debe al trabajo realizado por los científicos alemanes Alphons Stübel y Wilhelm Reiss, quienes visitaron el país como parte de una larga expedición científica en la década de 1870.

En su obra “Las montañas volcánicas del Ecuador: retratadas y descritas geológica-topográficamente.” Reeditada en el 2004 por el Banco Central del Ecuador, se puede obtener una descripción detallada del estado de las principales cumbres andinas en el momento de la expedición alemana.

Este es el relato que hiciera Stübel sobre el Carihuairazo hace un siglo y medio: “La caldera del cráter del Carihuairazo apenas es inferior en grandiosidad y belleza a la del Altar, pero su posición la hace menos perceptible que esta.” (Stübel 2004, 253).

El paisaje que describe el explorador, de esa época es muy diferente al que se encontrará el explorador moderno, hoy la caldera de este volcán se muestra prácticamente como roca desnuda.

Uno de los más destacados exploradores de esta montaña fue el pionero del andinismo ecuatoriano Nicolás Martínez, quien en su obra: Exploraciones en los Andes Ecuatorianos (1933) cita al Dr. Stübel, para quién el Carihuairazo sería la montaña que más nieve contiene en los andes ecuatorianos.

No menos que el Chimborazo, por su altura, sorprende el Carihuairazo por la gigantesca masa de nieve que se acumula en su declive occidental. Con su poca inclinación y su gran extensión por encima del límite de la nieve, este declive favorece el amontonamiento de las masas de nieve. Son estas las más potentes que he observado en cualquier parte de los Andes (Stübel 2004, 253).

Martínez (1933), califica de “notables” a los grandes campos nevados de esta montaña, y hace referencia a los inmensos “ventisqueros” de los cuales nacen varios riachuelos que desembocan e incrementan el caudal del río Ambato.

Stübel (2004, 258). Compara la masa glaciaria del Carihuairazo con los glaciares más extensos del país y que de alguna manera sobreviven hasta nuestros días:

La amplia caldera llena de hielos se presenta dividida en tres grandes sectores casi iguales. Por lo que hace a la magnificencia de sus glaciares, la caldera del Carihuairazo puede ponerse al lado de la del Antisana y hasta de la más notable de todas, la del Altar.

El reporte que hace Stübel de este volcán es por demás prolijo, tanto que presenta además la medición de la cota de nieve para los diferentes flancos de la montaña:

Cumbre suroccidental del Carihuairazo (T) 5106
 Cumbre suroccidental del Carihuairazo (T) 5072
 Límite inferior de la nieve en el lado sur 4675
 Límite inferior de la nieve en el lado oriental; pie del glaciar de Salazaca 4386
 Límite inferior de la nieve en el lado norte, pie del glaciar junto a Minas 4500
 (Stübel 2004, 260).

Otro de los visitantes ilustres de la montaña fue quien realizara el primer ascenso registrado a esta montaña, Edward Whymper, quien la holló el 29 de junio de 1880 en compañía de los afamados guías italianos los primos Carrell y los primeros ecuatorianos en llegar a su cima Javier Campana y David Beltrán.

En el relato del ascenso Whymper registra que al encontrarse apenas por sobre los 14000 pies (4 267 m s. n. m), ya se hundían bastante, a cada paso en nieve fresca, y nos deja un valioso testimonio de lo que fueron las condiciones a las que se enfrentaron en aquella jornada hace 141 años, condiciones que hoy no podríamos reconocer en la misma montaña:

El glaciar se hizo pronto escabroso y hubo que cortar escalones. Las quiebras pequeñas estallaban llenas de nieve, y las grandes parecían inmensas vistas a través de la niebla. Atravesamos algunos grandes puentes de hielo que arrancaban a los ecuatorianos exclamaciones de asombro, pues nunca habían visto cosa semejante (Whymper 2001, 313).

Entre 1930 y 1940, el glaciar del Carihuairazo constituía la fuente de trabajo para los pobladores de la comunidad de Apatug, quienes ascendían todos los días a extraer hielo para venderlos en los mercados de la ciudad de Ambato, ellos eran los únicos

hieleros de la provincia de Tungurahua, lamentablemente, este es un oficio desaparecido en este lugar (El Herald, 2018).



CARIHUAIRAZO, FROM THE SOUTH.

Figura 15. El Carihuairazo desde el Sur en 1880

Fuente: Whymper, E. (2001). Viajes a través de los majestuosos Andes del Ecuador.

Elaboración: Grabado de Edward Whymper en su primera ascensión al Carihuairazo, el 29 de junio de 1880.

El célebre montañista Marco Cruz (2020, entrevista personal), comentó que durante la década de 1960 existían grandes glaciares en el interior de la caldera de Carihuairazo, y que él en persona esquió en sus laderas en varias ocasiones. Según Cruz, uno de los factores que ha contribuido en gran medida al retroceso glaciar fue el proceso eruptivo del volcán Tungurahua, el que se encuentra a tan solo 35 km del Carihuairazo. Luego de 20 años de erupción la ceniza volcánica depositada por el viento en las laderas heladas del Carihuairazo, alteraron su albedo, de tal forma que esta superficie oscura absorbía hasta un 80 % de energía lumínica en vez de reflejarla, por lo que este fue un factor coadyuvante para la paulatina desaparición del glaciar en los últimos años.

En el Carihuairazo, Francou y su equipo (2011) ha utilizado el método de la liquenometría para rastrear en el tiempo la evolución del glaciar. Este método consiste en datar morrenas terminales abandonadas por los glaciares utilizando curvas calibradas de crecimiento de ciertas especies de líquenes, a través de estos estudios se ha logrado determinar que la LEG sobre el glaciar suroeste del Carihuairazo alcanzó los 4700 m s. n. m durante el máximo de la Pequeña Edad de Hielo, que para este sector ocurrió durante las primeras décadas del siglo XIX.

En las condiciones actuales la línea de formación de nieve se ubica por encima de los 5 120 m s. n. m, mientras que la cumbre del Carihuairazo apenas alcanza los 5 028 m s. n. m, esto provoca que no sean frecuentes las nevadas que permitan la conservación del glaciar.

Esta es una suerte que ya está echada para los glaciares que se encuentran por debajo de los 5 300 m s. n. m. pues por las condiciones actuales de precipitación, el aumento de temperatura en las zonas altas de los andes y su notable disminución de superficie, que puede producir fraccionamiento, los condenará a desaparecer irremediablemente en el transcurso de esta generación.

Evolución del glaciar del Carihuairazo desde 1956

La medición más antigua de la que se dispone para la superficie del glaciar del Carihuairazo data de 1956, en donde se registraba una extensión de 0,333 km² de superficie glaciar, aunque los registros históricos hacen referencia una potente cobertura glaciar en esta montaña.

A inicios del presente siglo es cuando el evidente retroceso comienza a llamar la atención de la comunidad académica, por lo que a partir del año 2003 se retoman las mediciones periódicas de este glaciar, que para ese año ya registraba una pérdida equivalente de su superficie del 30 % en 47 años, a partir de la primera medición registrada.

A partir de este momento, se registra la clara tendencia de retroceso de esta masa de hielo, la misma que experimentó una ligera recuperación entre los años 2008 a 2010, que de alguna manera coincide con picos en las gráficas de precipitación y temperaturas mínimas (figuras 7,8, 10 y 11).

A partir de 2010, el incremento en la velocidad del retroceso glaciar es dramática, para el año 2015 se registraba ya una pérdida en el orden del 90 % en un periodo de tiempo de 59 años.

En el año 2017 la pérdida glaciar alcanza el 95,5 %. Para el año 2018, la pérdida del glaciar se reporta en el orden del 96,5 %, mientras que para el año 2021, el porcentaje de pérdida es casi del 99 %, lo que refleja el inevitable proceso de extinción en el que se encuentra este glaciar, con una alarmante tasa de pérdida de superficie glaciar del 1 % anual. Tal como puede apreciarse en la figura 16.

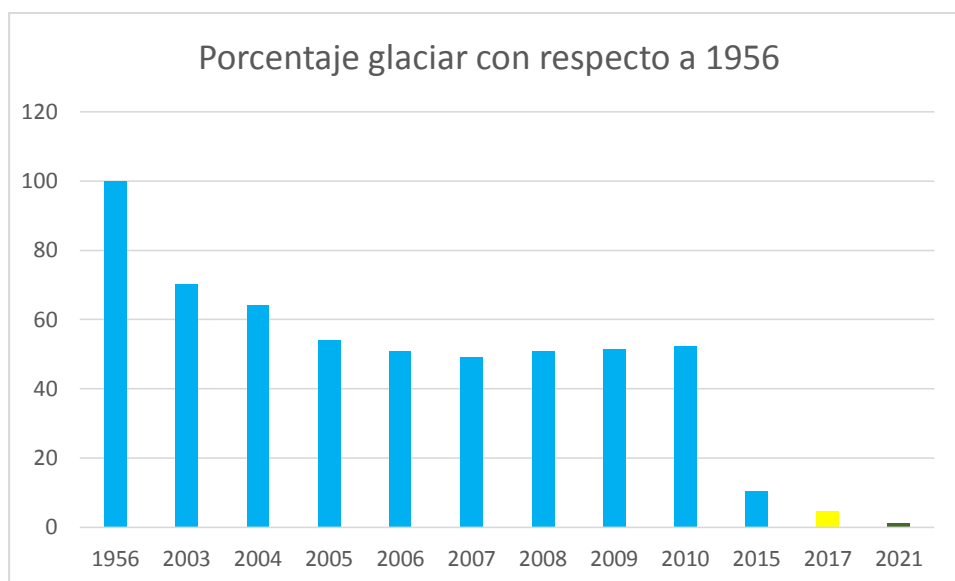


Figura 16. Porcentaje de pérdida glaciario del Carihuairazo en el periodo 1956-2021
 Fuente: Cáceres, B. Antipolis, S. (2015). Carihuayrazo SW a little Ecuadorian glacier in the way to extinction. AGUFM, 2015, C13B-0812. ■ Villacís et al. (2017). ■ Hidalgo (2021)
 Elaboración propia

2. Verificación de caudales en las fuentes hídricas

La Parroquia Pilahuín se encuentra asentada en la cabecera de subcuenca del río Ambato, la misma que se origina en las estribaciones del Chimborazo a una altura de 4 800 m s. n. m con el nacimiento del río Colorado y que se unirá al río Blanco que nace en las estribaciones del Carihuairazo a una altura de 4 300 m s. n. m. El río Ambato nace de la confluencia de estos dos ríos a una altura de 3600 m s. n. m. (figura 17). En esta parroquia, la SENAGUA ha autorizado para su uso y aprovechamiento del agua un caudal de 5953 l/s. A través de 159 autorizaciones (PDOT Pilahuín 2015-2020, 16).

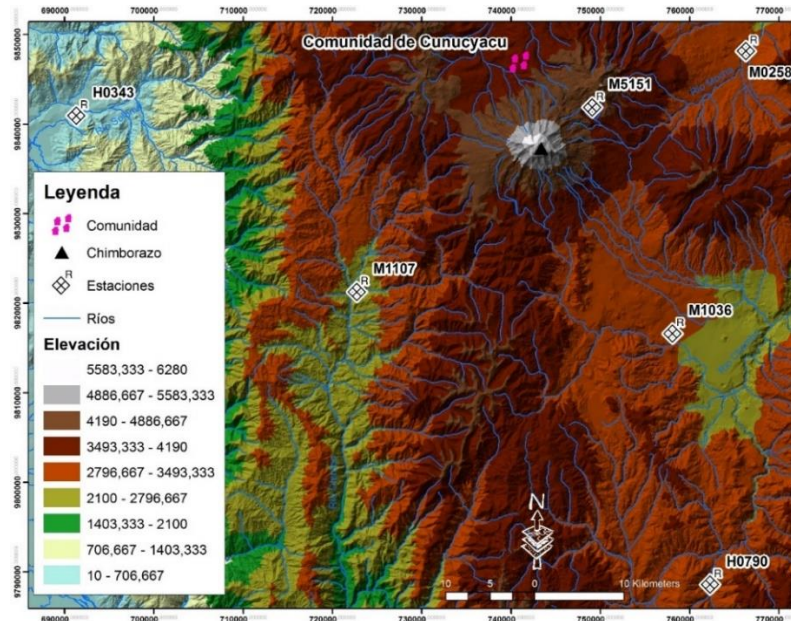


Figura 17. Drenaje de las fuentes hídricas en la comunidad de Cunucyacu
 Fuente: Modelo Digital del Terreno (MDT) de Ecuador. Catálogo de metadatos de Sigtierras
 Elaboración propia

Tabla 7
Caudales provenientes del Río Blanco destinados a diferentes usos

Unidades hídricas	Uso (Caudal en l/s)			
	Riego	Consumo Humano	Piscícola	Total
Río Blanco	341,82	10,32	0	352,14

Fuente: PDOT Pilahuín 2015-2020
 Elaboración propia

Como se aprecia en la tabla 7, casi la totalidad del caudal del río Blanco, el 97 % del mismo, se destina para usos agrícolas, mientras que apenas el 3 % del caudal es aprovechado para consumo humano, por lo que una disminución de este afectaría sobre todo los medios productivos de la población, poniendo además en riesgo su seguridad alimentaria.

3. Fotointerpretación

Para el efecto se buscaron fotografías en publicaciones anteriores y de archivos de varios andinistas que han recorrido por varios años la zona de estudio para establecer una serie multi temporal de imágenes que permitan caracterizar el retroceso glaciar a lo largo de las últimas seis décadas. Esta evolución del glaciar está retratada en las figuras 18 y 19.

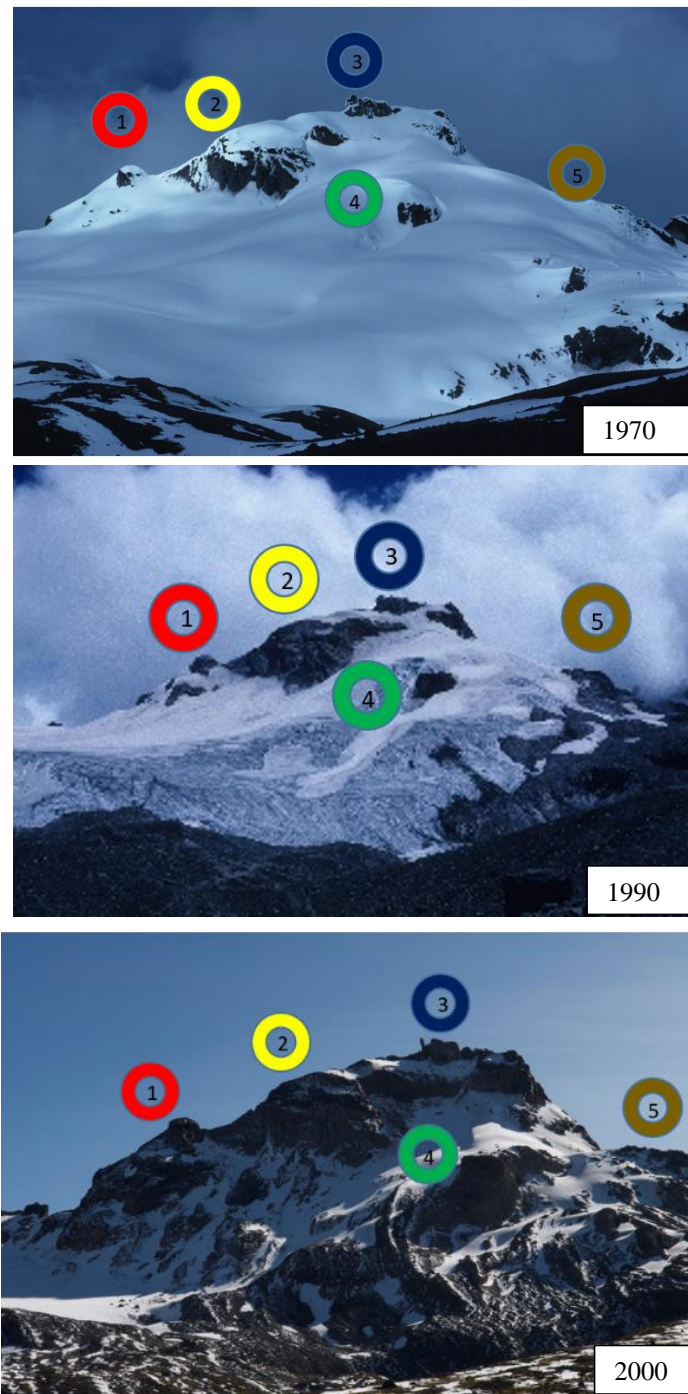


Figura 18. Cumbre máxima del Carihuairazo en la década de 1970, 1990 y 2000
Fuente: Archivo personal de Marco Cruz
Elaboración propia



Figura 19. Secuencia fotográfica temporal de la cumbre del Carihuairazo
 Fuente: Eichler, A (1952). Cruz, M. (2016). Hidalgo, D. (2021)
 Elaboración propia

4. Modelación del comportamiento del glaciar del Carihuairazo

Funcionamiento del modelo

Domínguez et al (2012) desarrollaron un modelo hidrogliaciológico para determinar la evolución del glaciar los Crespos en el Antisana, se busca entonces, adaptar esta modelización para intentar caracterizar el retroceso glaciar del Carihuairazo. Este modelo calcula la variación del volumen del glaciar en un periodo mensual, lo que finalmente se traducirá en un cálculo de la variación anual del glaciar.

Determinación de la pendiente

Teniendo en cuenta que un glaciar es una masa de hielo en movimiento sobre un terreno inclinado, la pendiente del mismo es uno de los factores que determinan el comportamiento del glaciar que se sostiene sobre él, por lo tanto es uno de los componentes a tener en cuenta a la hora de generar un modelo que describa el comportamiento del glaciar. En el caso del Carihuairazo, la morfología de la montaña es compleja y accidentada por su naturaleza de estrato volcán colapsado.

Las pendientes de la montaña pueden determinarse a través de un DEM, lo que permite visualizar la inclinación del terreno en las zonas donde se asentaba el glaciar décadas atrás y que fue dejando al descubierto en su retroceso. De alguna forma esta característica de sus laderas influyeron en su dinámica de avance en momentos muy específicos y franca retirada en la actualidad.

Del análisis de la distribución de pendientes y de la altimetría de la montaña se decide considerar un valor único de pendiente equivalente a 25° , por ser el más representativo de la superficie. Como puede apreciarse en las figuras 20, 21 y 22.

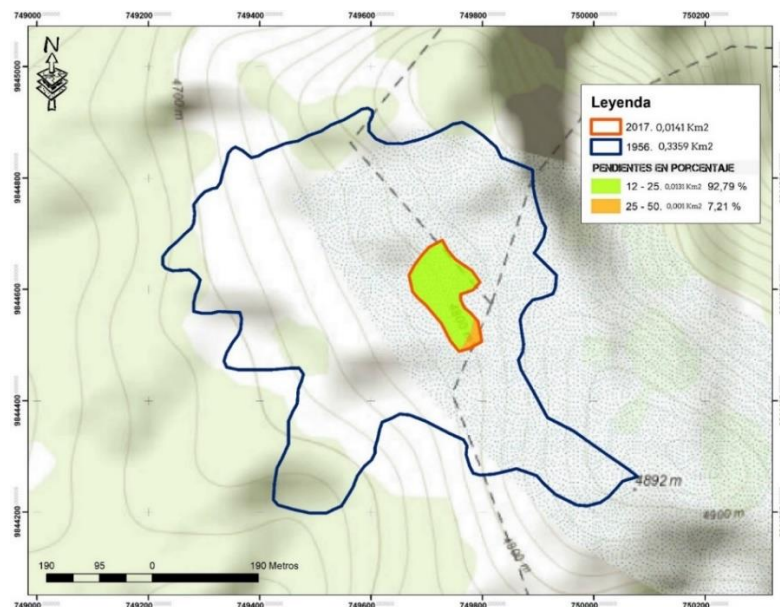


Figura 20. Pendientes en porcentaje en el Carihuairazo
Fuente: Modelo Digital del Terreno (MDT) de Ecuador. Catálogo de metadatos de Sigtierras
Elaboración propia

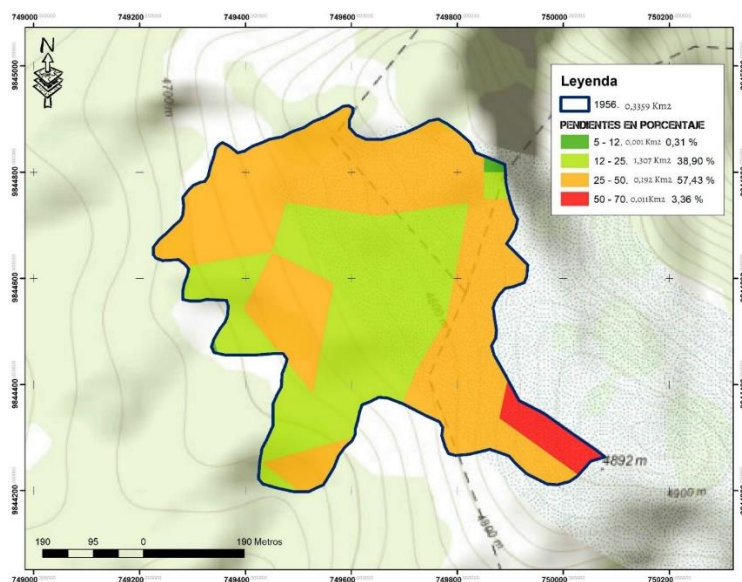


Figura 21. Distribución de las pendientes en la superficie del Carihuairazo
Fuente: Modelo Digital del Terreno (MDT) de Ecuador. Catálogo de metadatos de Sigtierras
Elaboración propia

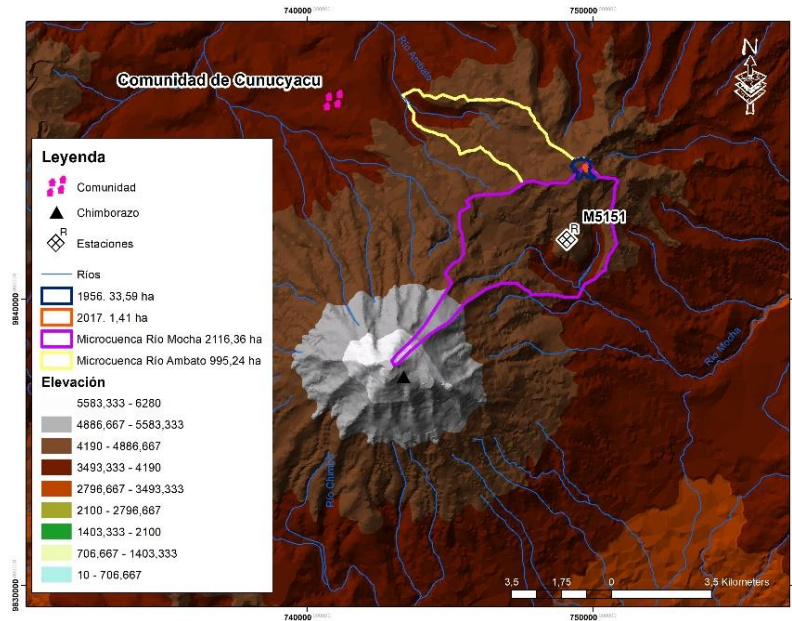


Figura 22. Determinación del área de la cuenca de drenaje del Carihuairazo
Fuente: Modelo Digital del Terreno (MDT) de Ecuador. Catálogo de metadatos de Sigtierras
Elaboración propia

Variación mensual de las precipitaciones

La precipitación en la zona fue considerada con los datos suministrados por la estación M0258 por ser la estación más cercana a la zona de estudio y además por presentar la serie temporal más consistente suministrada. Se puede apreciar que la base simulada refleja el pico de precipitaciones en torno al 2008-2010 que favoreció una ligera recuperación del glaciar (figura 23 y 24).

Para la modelación de la fluctuación de la temperatura se consideraron dos estaciones la M0258 y la M5151 por su cercanía al glaciar y por su consistencia temporal de datos.

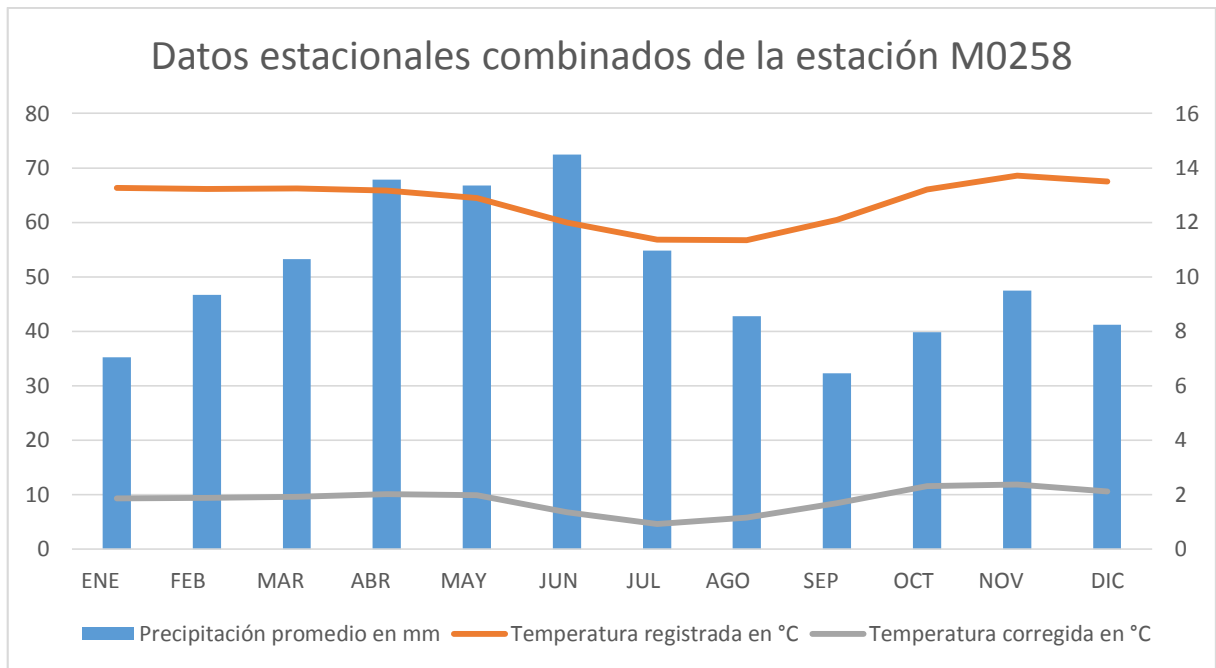


Figura 23. Ciclo estacional promedio de la estación M0258 a 2865 m s.n.m.

Fuente: INAMHI

Elaboración propia

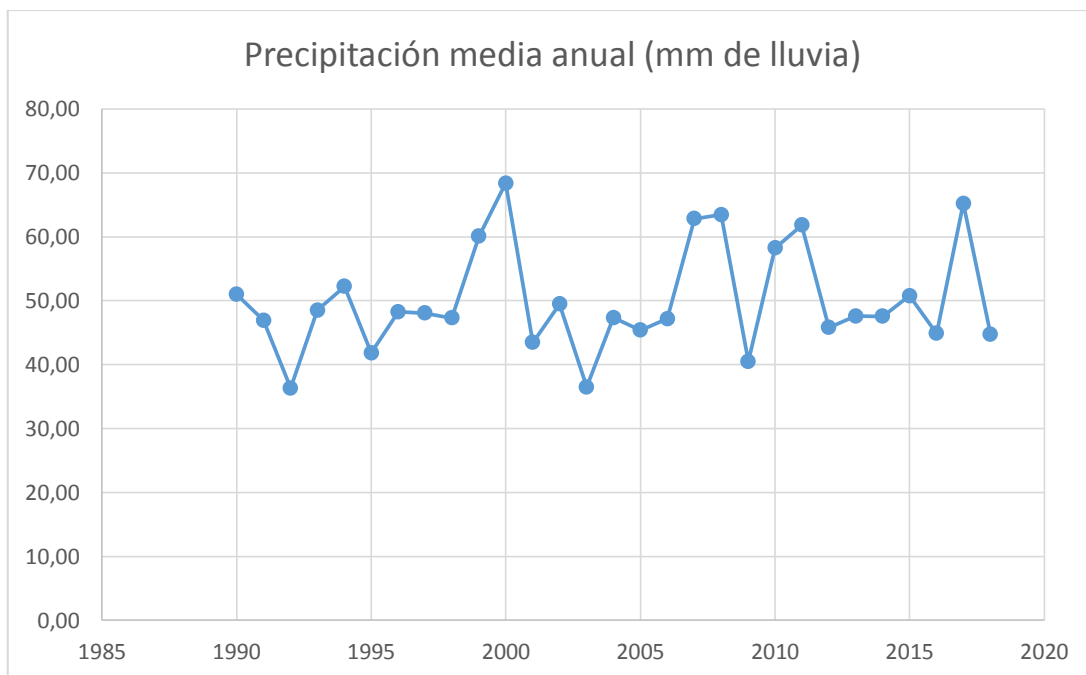


Figura 24. Precipitación media anual

Fuente: INAMHI

Elaboración propia

Variación mensual de la temperatura

Como se ha mencionado anteriormente una de las estaciones consideradas para este estudio, por su cercanía fue la estación M5151 ubicada en el Chimborazo a una altura de 4428 m s. n. m. . Por otra parte se contó también con los datos recopilados por la Dra. Verónica Crespo (2016), quien disponía de tres loggers de datos ubicados en el glaciar del Carihuairazo, en torno a una altura de 4800 m s. n. m.

Los datos disponibles de temperatura medidos directamente sobre este glaciar fueron registrados cada 15 minutos durante el periodo comprendido entre el 27 de mayo al 15 de junio del 2015 y después durante el periodo comprendido entre el 6 de diciembre del 2015 al 14 de enero del 2016, cuyos valores promedios se presentan a continuación.

Así mismo se muestra un extracto de los datos disponibles en el registro de la estación M5151 (figuras 25 y 26), para los mismos periodos, para tratar de establecer una relación entre estos dos conjuntos de datos. Pese a que estas mediciones son las más cercanas entre sí que se pudo obtener, es difícil establecer una tendencia similar entre ellas, lo que puede deberse a las distintas condiciones particulares de cada glaciar, como su ubicación en la cara de la montaña, dirección del viento, pendientes, etc.

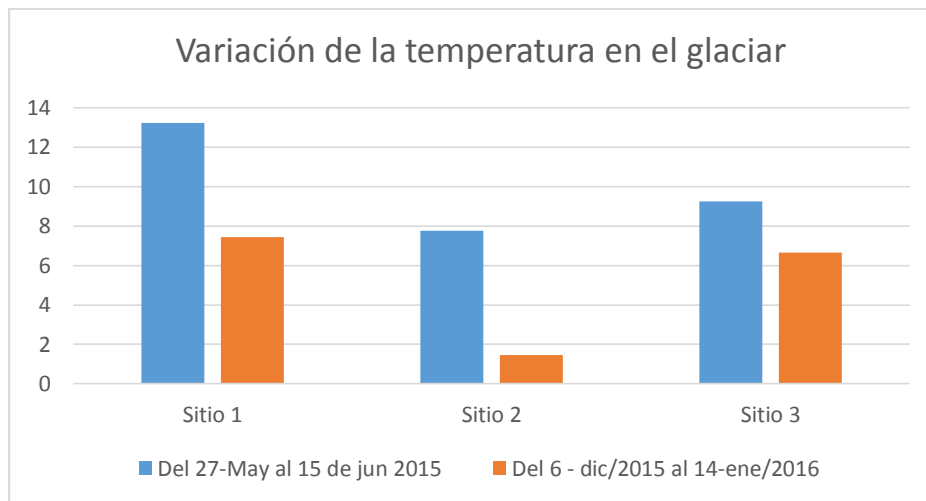


Figura 25. Variación de la temperatura en el glaciar del Carihuairazo a 4800 m s.n.m.

Fuente: Crespo V. (2016)

Elaboración propia

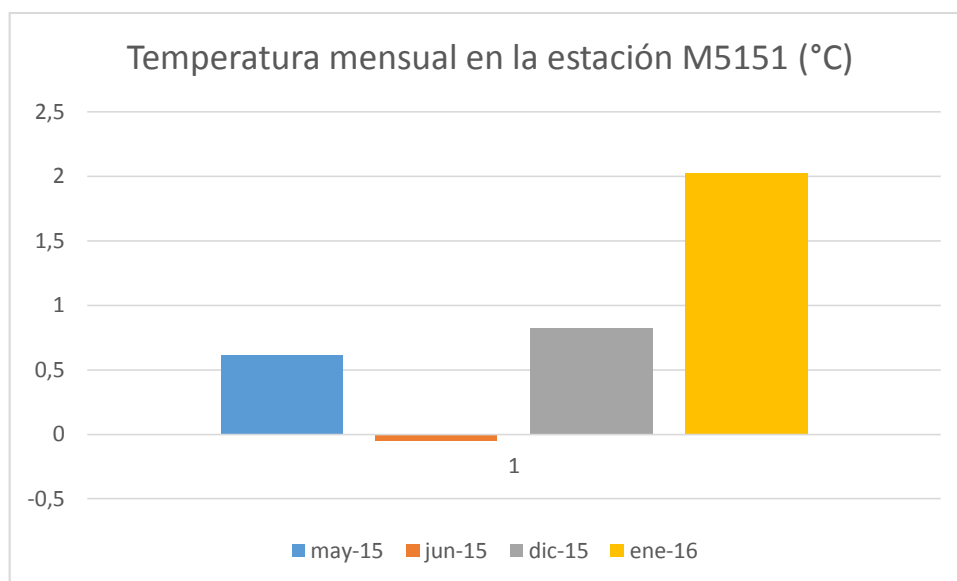


Figura 26. Temperatura promedio mensual en la estación M5151 en el Chimborazo a 4 428 m s.n.m. en el periodo mayo-junio del 2015 y Diciembre 2015-Enero 2016

Fuente: INAMHI

Elaboración propia

Variación del área glaciar

Aunque la primera medición disponible corresponde al año de 1956, la serie temporal de datos considerada fue a partir de 1981, en primer lugar porque para la época de la primera medición no se contaban con recursos satelitales, por lo que su confiabilidad es reducida. Por otra parte, la serie de datos se puede reconstruir de forma consistente, a partir de 1981 hasta el presente.

El desempeño del modelo no se ajusta exactamente con la evolución del glaciar del Carihuairazo, de acuerdo con las mediciones disponibles del mismo para el periodo 2004-2010 (figuras 28 y 29), las condiciones propias de la falta de datos en cuanto se refiere a la falta de mediciones de caudales, así como la cada vez más reducida superficie glaciar, hacen que el proceso de modelación y calibración no reflejen de manera precisa los periodos en los que se registraron una ligera recuperación del mismo (figura 27).

No obstante la pendiente que se puede apreciar entre las gráficas modeladas y medidas, se acercan lo suficiente como para ser aceptadas. Por otra parte la gráfica obtenida en el proceso de modelación se ajusta bastante bien con los registros para el año 2004 y para el año 2010.

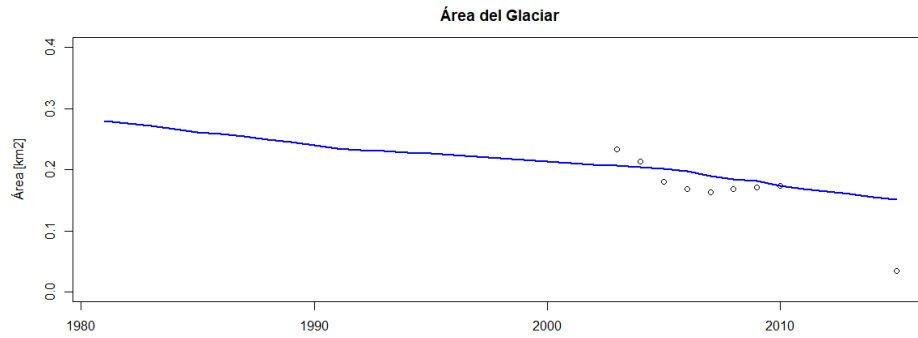


Figura 27. Comportamiento modelado del Glaciar del Carihuairazo. Periodo 1981-2015.
Fuente: Cáceres, B. (2015). Carihuayrazo SW a little Ecuadorian glacier in the way to extinction. AGUFM, 2015, C13B-0812, INAMHI
Elaboración propia

Aunque existe un vacío de datos desde el 2010 hasta el año 2015; el registro histórico de las mediciones de la superficie glaciar presentan una considerable disminución de área a partir de este último año, este fenómeno podría explicarse por el efecto de borde que se define como: “el conjunto de procesos asociados al incremento de la relación perímetro/área que se produce con el avance de la fragmentación” (Santos 2006).

Este efecto de borde es el resultado de las interacciones físicas que producen discontinuidad en la zona de transición de dos ecosistemas significativamente distintos. Y por lo tanto es difícil de considerar este factor en la modelización.

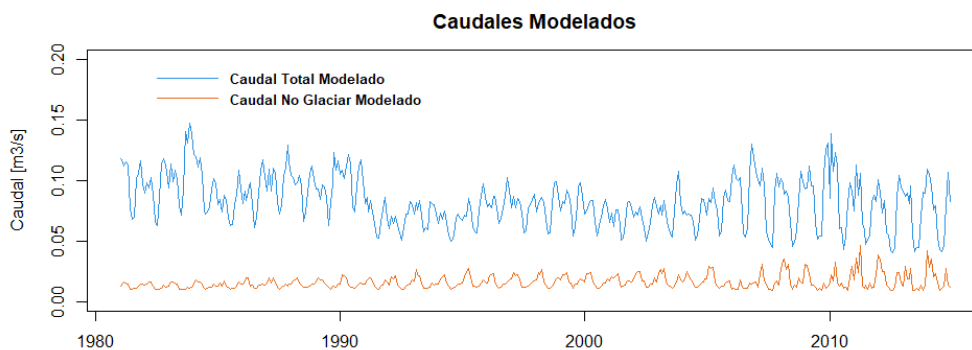


Figura 28. Comportamiento modelado del Glaciar del Carihuairazo. Periodo 1981-2010
Fuente: Cáceres, B. (2015). Carihuayrazo SW a little Ecuadorian glacier in the way to extinction. AGUFM, 2015, C13B-0812, INAMHI
Elaboración propia

Se consideró este periodo, debido a que a partir del año 2010, la siguiente medición disponible es en el año 2015, no obstante esta corresponde a un valor

considerablemente más baja que su inmediata predecesora (0,174 km² en el año 2010 y 0,035 km² para el año 2015).

Para los años 2014-2015 se registró una intensa emisión de ceniza como consecuencia del proceso eruptivo del Tungurahua, un factor que no ha sido considerado por el modelo propuesto. Esta disminución tan acelerada del área glaciar del Carihuairazo, escapa de la capacidad del modelo para proponer un cálculo certero en comparación con los últimos años de mediciones de la superficie glaciar. La tendencia de la superficie modelada podría continuar en el futuro proyectando una superficie glaciar que en la práctica ya habrá desaparecido en un par de años más a partir del presente.

Es necesario considerar las particularidades de este glaciar en cuanto a su ubicación, forma, pendiente, climatología y condiciones de humedad. Sin embargo uno de los factores determinantes en su proceso de evolución fue el proceso eruptivo del volcán Tungurahua que por su cercanía (aproximadamente 53 km), afectó con sus emanaciones de ceniza a los glaciares del Chimborazo y del Carihuairazo, reduciendo su albedo, y por tanto minimizando su capacidad para reflejar la energía solar incidente sobre ellos, favoreciendo su dinámica de retroceso.

Este parámetro ambiental externo, escapa del control de las variables consideradas en el proceso de modelación.

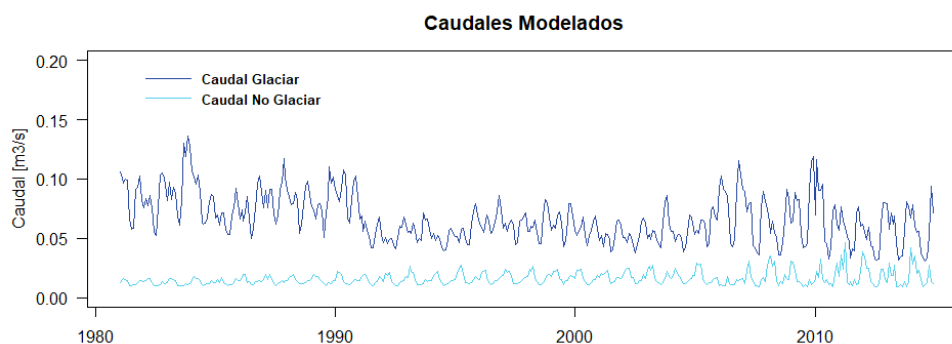


Figura 29. Caudales modelados

Fuente: Cáceres, B. (2015). Carihuayrazo SW a little Ecuadorian glacier in the way to extinction. AGUFM, 2015, C13B-0812, INAMHI

Elaboración propia

Los datos más recientes de los que se disponen son el producto de la investigación realizada por el equipo de la Dra. Sophy Cauvy, para la determinación de caudales en el Carihuairazo en mayo de 2017. Para el efecto se utilizó el método de la sal, que consiste en la inyección de un trazador (en este caso sal común) en una sección dada con un caudal constante, del que se conoce su concentración inicial.

Los valores obtenidos con la aplicación de esta metodología se registran en caudales expresados en l/s, realizando la respectiva conversión de los mismos a m³/s, se obtiene la siguiente tabla:

Tabla 8
Caudales registrados en mayo de 2017

Puntos	Altura (m s. n. m.)	Caudales (l/s)	Caudales (m ³ /s)
G0	4720	15,32862681	0,015328627
G1	4700	19,86922353	0,019869224
G2	4650	14,31646357	0,014316464
G3	4600	21,67584874	0,021675849

Fuente: Cauvy et al. 2017

Elaboración propia

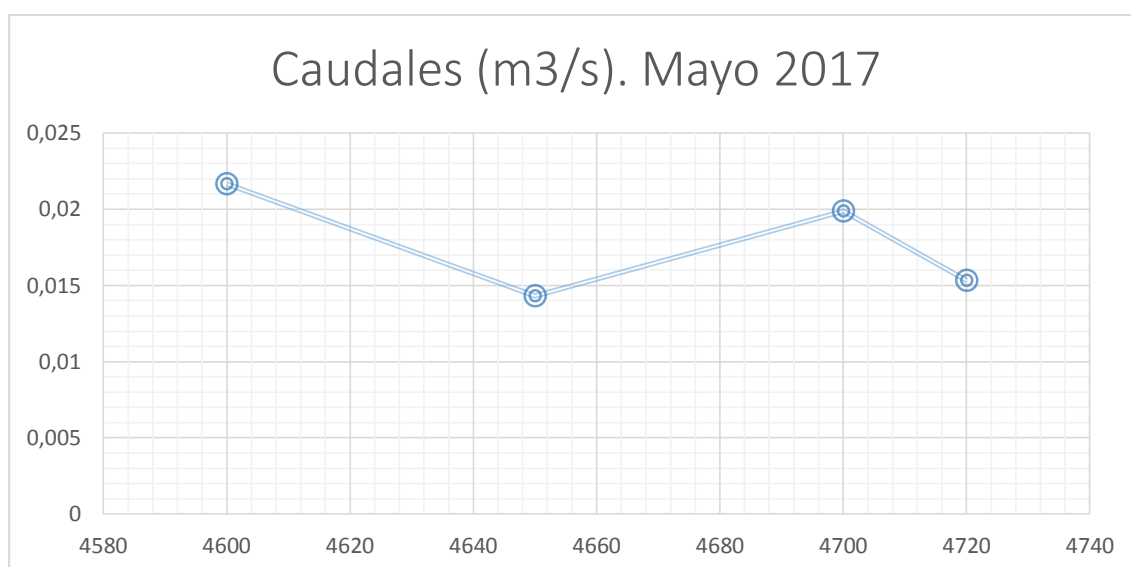


Figura 30. Caudales registrados en mayo de 2017

Fuente: Cauvy et al. (2017)

Elaboración propia

Estos pocos valores de caudales promedios registrados en el glaciar del Carihuairazo, se encuentran en el intervalo comprendido entre [0, 014-0,0216] m³/s, los mismos que resultan ser menores al intervalo de los caudales modelados, pues, estos se ubican en el intervalo [0,04-0,09] m³/s para el mismo periodo (figura 30).

La drástica reducción de la superficie glaciar que el modelo no alcanza a caracterizar, se traduce también en una escasa capacidad para proyectar con certeza los caudales glaciares en el futuro. Por lo tanto una proyección para tratar de predecir el intervalo de tiempo en el que el glaciar desaparecería por completo, no sería una aproximación fiable. Ya que para entonces el modelo continuaría presentando una tendencia a la disminución uniforme.

En cuanto los valores de calibración del modelo (tabla 9) se utilizaron los mismos indicadores que David Piedra (2021), usó en la calibración de su modelo en el Antisana.

Tabla 9
Datos de calibración

	Cbarh	Bbarh	aice ↑	aice ↓
Antisana	0,025	1,35	260	150
Calibrado	0,027	1,39	260	140
Nash			0,6	0,6
Bias			0,01	0,01

Fuente: Domínguez. C., Villacís. M., Erazo, Pouget. J., Condom. T., Maisincho. L., Galárraga. M., Sánchez (2012). Modelación hidroglaciológica con escenarios globales a2 y b2 en el glaciar crespos del Antisana
 Elaboración propia

Capítulo cuarto

Análisis y discusión

El presente estudio busca darle un rostro humano a esta problemática, por lo que trata de conectar los efectos físicos de la desaparición del glaciar del Carihuairazo, con las consecuencias que han de enfrentar las personas que se desenvuelven en los espacios cercanos a la montaña. ¿Cuáles son los nuevos escenarios climáticos a los que se enfrentan? Y ¿Cuáles son las medidas de adaptación que se podrían considerar para enfrentar estas nuevas condiciones?

1. Consecuencias del retroceso glaciar en la comunidad Cunucyacu

El desarrollo del modelo permitió evidenciar la clara tendencia a la disminución de la geometría del glaciar, aun cuando las mediciones de los últimos años presentan un acentuado retroceso que el modelo no puede replicar de manera exacta, como se aprecia en la figura 31, la correlación que se evidencia entre la superficie medida y la superficie modelada alcanza un coeficiente de 0,8855219, lo que representa una correlación positiva, lo que a su vez es un indicador de un performance aceptable para el modelo.

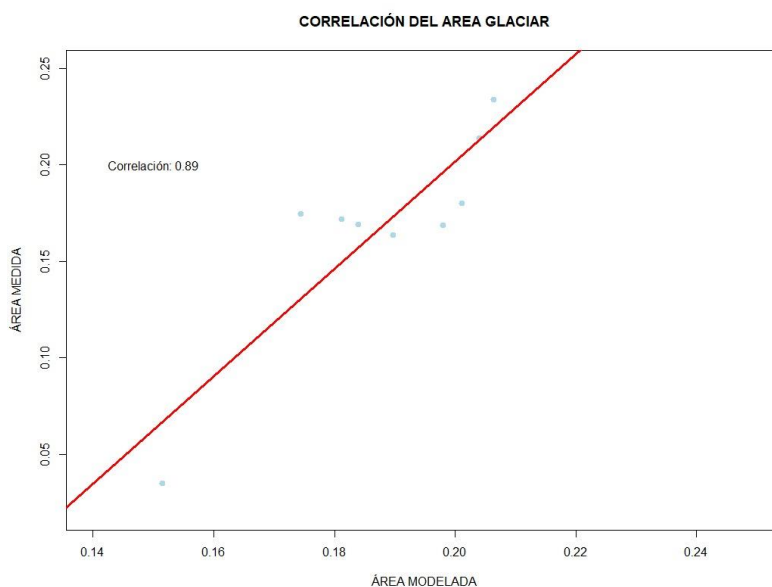


Figura 31. Correlación entre el área glaciar medida y el área glaciar modelada

Fuente: Cáceres, B. Antipolis, S. (2015). Carihuayrazo SW a little Ecuadorian glacier in the way to extinction. AGUFM, 2015, C13B-081. Villacís et al. (2017). Hidalgo (2021)

Elaboración propia

El valor de la significancia de acuerdo al contraste de t-student y con el método de correlación de Pearson se halla un 95 % de confianza para el intervalo 0.5375020 - 0.9757881, para que el valor de la correlación para este conjunto de datos se ubique dentro de este rango.

Uno de los principales problemas que enfrenta la comunidad de Cunucyacu es la baja producción y productividad agropecuaria, debido a las duras condiciones climáticas donde se asienta y por la escasa disponibilidad de agua de riego para los cultivos, sobre todo en la época de ausencia de lluvias.

Tal como lo ilustra el Ing. José Moreano, Presidente de la Federación Ecuatoriana de Andinismo, (2020, entrevista personal) sostiene que:

Las comunidades aguas abajo de los glaciares, inicialmente tendrán un incremento de caudal, aguas abajo por la desglaciación que exista, a lo mejor hará que algunos espacios que tenían con algunas lagunas se irán incrementando su caudal, pero eso será temporalmente porque ya después que no exista el aporte glaciar, se comenzarán a secar estos acuíferos y tendrán problemas en cuanto a la producción agrícola, la producción dentro de la ganadería, se afectarían estos sectores; si siembran no van a tener el agua.

La carencia de agua suficiente es un factor determinante para el mejoramiento de la producción agrícola, esta problemática además coadyuva a que la mayoría de los habitantes de esta comunidad vivan en condiciones de pobreza, lo que a su vez se va a traducir en inadecuadas condiciones de calidad de vida, por lo que la disminución de la regulación hídrica proveniente del glaciar complejiza aún más la aspiración de contar con suficiente agua de riego (Gobierno Provincial de Tungurahua 2011).

2. Impactos en los sistemas socio económicos, ambientales y culturales

El retroceso del glaciar del Carihuairazo es un problema complejo que va más allá de la afectación natural de un ecosistema de montaña, sino que además revela la vulnerabilidad social y económica de la población que depende de la regulación hídrica de sus tierras para su subsistencia, además de sus incipientes emprendimientos de turismo comunitario.

Considerando que los glaciares actúan como un amortiguador para los regímenes de precipitación altamente estacionales, su influencia en la regulación hídrica de la zona no es despreciable, por lo que su desaparición constituye una seria afectación a los ciclos productivos y de bienestar para las poblaciones cercanas. Revelando así la vulnerabilidad social y económica de la población (Buytaert et al. 2017).

Con base a la entrevista realizada al Sr. Luis Punina, guía naturalista de la comunidad de Cunucyacu (2020, entrevista personal). La mayor preocupación que se tiene en torno al retroceso glaciar del Carihuairazo son las consecuencias en el ámbito turístico, por encima incluso de las posibles implicaciones en la disponibilidad de agua para la comunidad.

Se mantiene la idea de que las visitas al sector únicamente obedecen al interés de acercarse a la montaña nevada, y una vez que esta se ha perdido, se ha notado una notoria disminución de turistas, se debe considerar además que el presente estudio ha coincidido temporalmente con las medidas de confinamiento decretadas en el contexto del COVID- 19.

Según Punina, existe una incertidumbre en la comunidad en torno a las causas que han generado una disminución de la cantidad de agua que recibe este territorio proveniente de los riachuelos que se originan en la montaña, tanto para consumo humano como para uso agropecuario. Por esta razón han comenzado la búsqueda de nuevas vertientes para su abastecimiento, especialmente del lado del vecino nevado Chimborazo.

Además Tomás Asas, secretario del cabildo de Cunucyacu (2020, entrevista personal), manifestó su inconformidad con las regulaciones y controles que realiza periódicamente el personal del Ministerio de medio Ambiente, en virtud de la prohibición de no extender más la frontera agrícola por encima de los 4 200 m s. n. m.

Resulta obvio que los comuneros de la zona no tienen una adecuada visión de la necesidad de proteger el páramo para garantizar un adecuado abastecimiento de agua. Su postura es que para subsistir están obligados a extender sus zonas de cultivo hacia zonas cada vez más altas del páramo, mediante la labranza con tractores.

En cuanto a la conexión cultural con la montaña, las entrevistas revelaron que las tradiciones al respecto se han perdido, pues prácticamente los miembros de la comunidad no recuerdan ya ningún mito o leyenda que forme parte de su cultura que tenga que ver con la montaña. Para ellos el Carihuairazo es simplemente un accidente geográfico dentro de su territorio.

Para Luis Punina, es una pena que en el futuro, la experiencia de haber guiado expediciones al glaciar del Carihuairazo pronto será solo un recuerdo, que se contará a sus hijos y nietos como algo lejano que se pierde en el tiempo. Que quizás difícilmente imaginen a la montaña cubierta con hielos que no fueron eternos, mientras impotentes sean testigos del retroceso de los glaciares de su vecino más próximo: el Chimborazo.

En la reunión mantenida con la asamblea de la comunidad el 11 de septiembre de 2020, se manifestó por parte de los comuneros su incertidumbre frente a los posibles escenarios en los que el cambio climático afecte a su comunidad, así mismo expresaron su confianza en que desde los tiempos de sus abuelos no les faltó el agua, y confían en que no les faltará en el futuro, más allá si el glaciar del Carihuairazo llegase a desaparecer por completo. Confían plenamente en que la divinidad cuidará de ellos, por lo que muestran un completo desinterés por generar planes y acciones que les permitan adaptarse a posibles amenazas.

Existe una total desconfianza en la intervención de agentes externos en las actividades de la comuna, mientras tanto, consideran como una legítima alternativa su derecho a expandir la frontera agrícola a mayor altitud dentro del páramo.

No se comprende la urgencia de cuidar el páramo como su reservorio de agua y el de las comunidades aguas abajo, para ellos es más importante el aquí y ahora, y aunque reconocen que existen cambios en sus ciclos agrícolas, no tienen ningún interés por entender las causas y posibles consecuencias de estas alteraciones climáticas.

3. Usos del agua en la comunidad Cunucyacu

El uso del agua en la Provincia de Tungurahua se desarrolló una vez bien entrada la época colonial y durante el periodo republicano, en las que se aprovecharon algunas acequias y canales muchos de ellos de origen Inca, que conducían agua desde el Carihuairazo y del Casaguala , sobre todo destinada para irrigación (Gobierno Provincial de Tungurahua 2011).

Este es el origen de la acequia Cunucyacu-Chimborazo, la misma que recoge los deshielos del Chimborazo, por lo que su aporte al sistema está directamente relacionado con el proceso de desglaciación en la zona. Esta acequia cuenta con una longitud de 53 km, lo que la convierte en uno de los acueductos más largos de la provincia de Tungurahua, pese a su largo recorrido, mantiene estable su caudal la mayor parte del año. Este acueducto atraviesa las parroquias de Pilahuín, Juan Benigno Vela y Huachi Grande.

En la visita que se realizó a la comunidad de Cunucyacu el 11 de septiembre de 2020 se pudo constatar en territorio que existen al menos dos acueductos que han quedado en desuso por falta de caudales y que antes abastecían a la comunidad (figura 32). Estas acequias dejaron de brindar su servicio a la comunidad desde hace un par de años. Lo que les ha obligado a buscar nuevas fuentes de agua para que abastezcan a la población, sobre todo para su uso agrícola.



Figura 32. Canales fuera de servicio en la comunidad de Cunucyacu
 Fuente: Archivo personal. David Hidalgo 2020
 Elaboración propia

4. Posibles riesgos asociados al retroceso del glaciar

Se ha mencionado anteriormente algunos de los peligros concomitantes con el retroceso glaciar, que no sólo afectan a la provisión de agua de las comunidades que se asientan en las zonas bajas, sino que pueden afectar a la biodiversidad de la zona e incluso llegar a convertirse en amenazas de desastres, tal como lo señala Marco Cruz (2020, entrevista personal):

Uno de los principales riesgos del retroceso glaciar son los lahares, en los últimos años en el Chimborazo se han producido varias avenidas de lodo que han provocado alarma en la población. Desde el punto de vista del andinismo, los ascensos se han vuelto más peligrosos por el riesgo de caída de rocas, ya que las rutas transcurren ahora por vías de roca deleznable

Lo que supone un riesgo objetivo de deslizamientos y caída de rocas, lo que hace inseguras las rutas normales de ascenso ya que se pueden provocar accidentes de montaña y de difícil reacción para los equipos de rescate.

Se estima que una de las mayores vulnerabilidades de este territorio es la posibilidad de movimientos en masa, ya que se ha determinado que un 40 % del territorio de la parroquia Pilahuín presenta una moderada susceptibilidad mientras que el 44 % corresponde a una alta susceptibilidad a este riesgo (PDOT GADP Pilahuín 2015-2020, 17).

Según De Pablo et al. (2010): “Los riesgos naturales derivados de las fluctuaciones de los glaciares están relacionados con cambios experimentados por el terreno”, este debe ser un factor que no puede descuidarse en cuanto a la prevención frente a posibles riesgos debidos a la desestabilización del terreno que deja en abandono el glaciar al desaparecer.

Por otra parte el principal riesgo asociado a la pérdida de la cobertura glaciar será la alteración del ciclo de regulación hídrica en las cuencas de montaña que las masas de hielo brindan durante la estación seca.

5. Necesidades, desafíos y oportunidades de adaptación

Las comunidades agrarias andinas presentan una especial vulnerabilidad al cambio climático por su contexto de marginación económica y política, lo que les produce una fuerte presión sobre sus modos de vida e incluso posibles desplazamientos si sus capacidades de adaptación se ven superadas (La Frenierre et al. 2017).

El contexto socio-económico de la parroquia Cunucyacu es complejo, pues de sus 12.218 habitantes, el 95 % de la población vive bajo condiciones de pobreza, en un ambiente en donde no todos tienen acceso a los servicios básicos, y no alcanzan a cubrir la canasta básica familiar. El pueblo Pilahuín es custodio de 32.335 ha de páramo dentro de la Reserva de producción de fauna Chimborazo (PDOT GADP Pilahuín 2015–2020, 6).

Las principales actividades económicas de la comunidad de Cunucyacu, son el cultivo de ajo y el pastoreo de ganado lechero, además de un incipiente emprendimiento de turismo comunitario asociado al ascenso del volcán Carihuairazo, con la prestación de servicios de hospedaje, guianza y alquiler de caballos para portear el material de las expediciones.

En el PDOT del GADP Pilahuín se incluye, de manera superficial, algunas consideraciones referentes a Cambio Climático. Aunque considero que el tratamiento de esta problemática debió tener un papel protagónico, en virtud de los riesgos asociados a los efectos y conflictos que amenazan a esta parroquia, que por su situación geográfica es vulnerable a los efectos del cambio climático que casi no se visibilizan en la planificación.

Buytaert et al. (2017) visualiza esta situación recurrente en varias poblaciones andinas, y sugiere que una medida urgente de adaptación es “mejorar la capacidad de regulación y almacenamiento de agua natural y artificial para periodos secos”. La regulación hídrica en este sector se encuentra doblemente amenazada por una parte los

efectos del cambio climático que se comienzan a sentir en el ecosistema y por otra parte la población que se ve presionada para expandir su frontera agrícola en el páramo.

Urge concientizar a la comunidad sobre la necesidad de proyectos de conservación del páramo y con él del agua y además proyectar la infraestructura necesaria que les permita almacenar agua para solventar los periodos de estiaje.

En la fase de Propuesta del PDOT parroquial, el cambio climático es considerado dentro del apartado de Misión, con la intención de “reducir la vulnerabilidad al cambio climático y la variabilidad climática de los sistemas” (PDOT GADP Pilahuín 2015-2020, 65), sin embargo la única ruta que se plantea para el efecto es mediante el “riego tecnificado; producción con semillas certificadas; centros de comercialización; infraestructura educativa y con equipamiento y personal médico especializado para los centros de salud” (PDOT GADP Pilahín 2015-2020, 65).

Los mecanismos que se plantean para reducir la vulnerabilidad al cambio climático, no son suficientes, pues no se articulan hacia una adaptación eficaz; es importante comenzar a hablar sobre el problema, y de allí surge la necesidad de iniciar procesos de formación, a través de talleres comunitarios que eduquen a la población sobre las amenazas de orden climático que enfrentan.

Es importante iniciar procesos de capacitación orientados a rescatar prácticas agrícolas ancestrales y conjugarlas con el acceso a tecnología que permita optimizar los ciclos de cultivo, mejorando la eficiencia del consumo de agua, a la vez que se optimiza la producción de los suelos, sin llegar a degradarlos

Estas medidas permitirán diversificar sus cultivos, mejorar sus rendimientos, lo que a su vez implica mejorar su seguridad alimentaria. Urge generar políticas públicas orientadas a promover una producción más limpia y eficiente, así como posicionarse en mercados específicos a través de ventas directas.

En el componente de asentamientos se busca disminuir la emisión de gases de efecto invernadero, pero se señala también que la recolección de basura es una rareza en la parroquia, pues apenas tiene una cobertura del 22 %, mientras que el 68 % de la población elimina sus desechos sólidos, a través de la quema de basura (PDOT GADP Pilahín 2015-2020, 49). Esta debilidad puede convertirse en una valiosa fortaleza si se emprenden programas de reciclaje y compostaje.

Toda planificación debe estar atravesada por el respeto al conocimiento que la comunidad ha podido acumular sobre el territorio que ocupa y conjugarlo con las herramientas técnicas disponibles sin que lo uno atropelle al otro. Un mecanismo para

lograrlo podría ser la democratización de los datos climáticos que afecten a la zona para así modelizarlos y contar con más argumentos que faciliten las tareas de adaptación. Sobre todo, es la oportunidad para visibilizar los conocimientos que posee la comunidad para adaptarse a las nuevas condiciones.

Es importante retomar las prácticas ancestrales que conducían en armonía las relaciones con la naturaleza, respetando sus ciclos y limitaciones.

En la actualidad, Argentina encabeza la lista de países por ser pionero al contar con una ley que protege sus glaciares, la Ley 26.639 que se promulgó en octubre de 2010; en cuyo primer artículo resume la importancia de contar con un marco legal de este tipo, pues define a los glaciares como bienes de carácter público y recalca la necesidad de preservar la biodiversidad que ellos albergan, además de proteger las reservas de recursos hídricos y conservarlos como testigos climáticos para futuras investigaciones (AR. Ley 26.639. 2010, art. 1).

Por lo tanto es muy importante establecer un marco legal que visibilice la legitimidad del derecho al acceso de las poblaciones al agua, limpia y segura. Y que en caso de no garantizarlo puede conducir al desplazamiento de la población local y con ello se marcaría el final de prácticas centenarias relacionadas con el uso del agua (Vuille 2013).

Es necesario crear estos “espacios híbridos que incorporan simultáneamente lo natural y lo social; lo biofísico y lo cultural; lo hidrológico y lo hidráulico; lo material y lo político” (Boelens et al. 2017, 88), de alguna manera se debe superar esta dicotomía, para así satisfacer las necesidades de quienes habitan estos territorios en conflicto, pero sin alterar de forma irreversible las fuentes de aprovisionamiento.

Aún no comprendemos del todo la importancia de los glaciares en los ciclos hidrológicos, y a pesar de ello no contamos con una red de monitoreo y vigilancia del comportamiento glaciar en los andes, esto provoca serias incertidumbres en los intentos de modelización del comportamiento de estas masas de hielo y su futura influencia en la futura dotación de agua para nuestros campos y ciudades.

Sin estas herramientas de estudio, no se podrán mejorar las estrategias de adaptación a los hipotéticos escenarios de reducción de estas reservas de agua y su influencia en las formas de vida de las poblaciones cercanas y de las que aguas abajo, dependen del suministro.

Por ello, todo instrumento legal que se proponga para salvaguardar los glaciares, debe ser atravesado también por la necesidad de investigación científica en este campo,

descuidado en nuestro continente. La normativa de protección debe estar firmemente anclada en conocimientos que brinden argumentos para la imperativa necesidad de su preservación.

6. Limitaciones

Sin lugar a dudas la mayor limitación que enfrentó esta investigación fue el contexto de las restricciones inherentes a la pandemia de COVID-19 que coincidieron con el tiempo de realización del trabajo de campo. Esto retrasó el trabajo con la comunidad involucrada así como las condiciones de movilidad que permitieran el trabajo de recolección de información in situ.

Estas dificultades se solventaron con algunas reuniones con los dirigentes de la comunidad primero para planificar la aplicación de la encuesta entre los miembros de la comunidad de Cunucyacu, para que la misma cumpliera con todas las medidas de bioseguridad necesarias para las partes involucradas.

Así también se realizaron entrevistas telefónicas con algunos miembros de la comunidad con el fin de registrar sus percepciones de los cambios asociados con el retroceso del glaciar.

Una limitante importante fue la posterior negativa de la comunidad a aceptar realizar las encuestas, luego de las reuniones y acuerdos mantenidos con la dirigencia de la misma, en la asamblea de socios de la comunidad, algunos miembros propusieron aceptar participar de la encuesta a cambio de una compensación económica, lo que amenazaría a la objetividad de los resultados del instrumento.

Finalmente este insumo no pudo ser aplicado por varias razones, entre ellas la desconfianza de la comunidad por un posible contagio externo, además de la negación de los posibles problemas que supondrían la desaparición del glaciar del Carihuairazo, pues confían plenamente en que la divinidad no les dejará de proveer de agua como desde hace tiempos inmemoriales lo ha hecho.

Será conveniente que al interior de la comunidad se despierte la necesidad de comenzar a hablar del cambio climático, ya no como un problema lejano, sino como un escenario real, cuyas consecuencias se hacen presentes en la cotidianidad de esta población, más allá de mirarlo únicamente como una disminución en el número de turistas visitantes a la montaña, es necesario observar la limitada capacidad de adaptación local.

Para contrastar con otras experiencias de conservación del páramo, se realizaron entrevistas a diferentes actores que trabajan en tareas de investigación, fondos de agua,

dirigencia de organizaciones indígenas, reservas privadas y agencias internacionales, para obtener una visión más amplia de la situación socio ambiental de los páramos en el Ecuador

Otra limitante de la investigación ha sido la escases de estaciones cercanas al área de estudio, además de los vacíos existentes en los registros de datos meteorológicos, que no favorecen el establecimiento de una serie temporal consistente que permita correlacionar la información de medición en distintos puntos al mismo tiempo.

7. Una mirada a la realidad socio ambiental del páramo

Vínculos y desarraigos en torno al páramo

La forma en la que se percibe el ambiente de las montañas en la sierra ecuatoriana tiene distintas perspectivas (Ver Anexo 3), todos los entrevistados al respecto coinciden en que la construcción mítica – sagrada de las altas montañas andinas va desapareciendo, de tal manera que en la actualidad el tejido cultural en torno a ellas va dando paso a conflictos entre las comunidades que habitan cerca de ellas y que inevitablemente afectarán a las urbes que demandan sus recursos.

Susana Escandón (2021, entrevista personal) opina que el vínculo con las montañas está aún presente y no sólo en las comunidades indígenas, sino que esta conexión alcanza a los habitantes de las urbes, y esta se expresa a través del lenguaje, historias, valores, recursos que se entretajan en torno a la montaña como ícono.

Más allá de un acercamiento cultural, es necesario entender la relevancia de las funciones del páramo para el sostenimiento de la vida, como un elemento clave en la acumulación de agua, captura de carbono, mantenimiento de la biodiversidad, etc. Por lo que hoy en día, todas las experiencias de conservación del páramo parten desde esta necesidad de precautelar no solo el territorio en sí mismo, sino todos los beneficios que de él se desprenden.

El vínculo mítico con las montañas y el páramo se ha debilitado sobre todo en la zona centro y sur del país, pues en algunas comunidades del norte, sobre todo en Cayambe, este nexo aún es fuerte y de hecho se manifiesta en acciones organizadas de protección de sus territorios, cuyas iniciativas nacen y se ejecutan desde las mismas comunidades, como es el caso de los Urkucamas del pueblo Cayambi, en el que se encarga

por un periodo de dos años a un grupo de miembros de la comunidad, la tarea de vigilancia y protección de sus páramos.

Lamentablemente la nueva visión del páramo, como fuente de recursos, está marcada por dinámicas extractivistas, sobre todo por concesiones mineras y el avance de la frontera agrícola.

El profundo respeto integral a la naturaleza era uno de los valores arraigados en la cosmovisión de las comunidades indígenas alto andinas, pero las nuevas generaciones tienen hoy una nueva forma de entender su entorno según lo señala Mesías Usigña (2021, entrevista personal).

Factores como la religión, despojo de tierras cultivables, migración, cambios en los modos de consumo de las comunidades y sobre todo de las ciudades han generado condiciones de vida inadecuadas en torno a las montañas, la búsqueda de más recursos ha hecho que las personas se separen de sus símbolos y creencias.

Para Ana Segovia (2021, entrevista personal) la pérdida del vínculo con la naturaleza, específicamente en la comunidad de Cunucyacu, se debe a las precarias condiciones de vida a las que se enfrentan estas personas, la falta de educación de calidad, las distancias que los niños deben recorrer para llegar a la escuela de la comunidad, por ejemplo, hace que quien pueda permitírselo, trate de enviar a sus hijos a estudiar en otro lugar, generando las condiciones de una futura migración. Una consecuencia de este fenómeno es que actualmente la agricultura y la ganadería actualmente sean manejadas por adultos mayores. Segovia cree que también se trata de un problema de auto estima, porque se considera que, en este escenario, tener algún tipo de creencia vinculante con las montañas está mal, no es debidamente valorado. Además está muy presente la percepción general que asocia la vida en estas zonas con pobreza y marginación.

La transición hacia nuevas creencias, especialmente religiosas, ha sido un factor clave en el cambio de actitud frente al cuidado de la tierra para Marlon Calispa (2021, entrevista personal), este reemplazo de valores transformó la manera en la que la comunidad percibe a los elementos de la naturaleza.

Este desarraigo de las comunidades frente al páramo tiene su interpretación en el cambio de la tenencia de la tierra, que para Luis Chicaiza (2021, entrevista personal) es un problema estructural, pues muchas comunidades fueron desplazadas desde las zonas bajas, más productivas, hacia terrenos de altura, menos productivos para la agricultura, lo que los obliga al cambio del uso del suelo en su búsqueda de recursos para su subsistencia.

De esta manera las comunidades que antes se acercaban con respeto y cuidado al páramo, no tuvieron otra opción y en contra de sus creencias y motivaciones fueron empujadas a una lógica de producción muy marcada con el uso extractivo de los recursos de la tierra.

Por más que aún pueden construirse ciertos mitos, creencias, o conexiones culturales con las montañas, las comunidades se han visto obligadas a buscar recursos de subsistencia en el páramo.

Estas presiones van generando rupturas con su entorno y otra consecuencia de ello es la migración, sobre todo hacia centros urbanos, en búsqueda de mejores oportunidades laborales, lo que evidentemente altera sus prioridades comunitarias. Debe considerarse además la pronta degradación de los nuevos terrenos de cultivo. Esta situación favorece a consolidar la idea de que el campo no provee las condiciones necesarias para una vida digna. Pues la percepción de estos habitantes es de olvido por parte de las estructuras gubernamentales

Susana Escandón (2021, entrevista personal) explica otra forma de entender este proceso de desconexión, debido a la disminución de recursos en estos territorios antes abundantes, y que ahora ya no resultan ser tan visibles o poderosos como antes.

Conflictos y avance de la frontera agrícola en los páramos

Uno de los principales problemas que enfrenta la conservación de los páramos es el avance de la frontera agrícola, a través de prácticas tan nocivas como la labranza por medio de tractores y la quema de grandes extensiones de páramos, lo que ha provocado un cambio del uso del suelo destinado generalmente para ganadería, insostenible a largo plazo.

Este es un tema complicado, pues por un lado es evidente la necesidad de detener la destrucción de los ecosistemas de páramo, y por otro está la necesidad de proveer de campos de cultivo que permitan la subsistencia de las comunidades de altura. Se trata de una difícil contradicción para el técnico del FONAG (Fondo para la protección del agua), Enrique Quinteros (2021, entrevista personal) quien opina que por un lado las personas que viven en estas zonas se ven obligadas a convertir el páramo en terrenos de producción en desmedro de la conservación del páramo y su consecuente pérdida de beneficios. Las amenazas para este entorno no solo provienen del avance de la frontera agrícola sino también de procesos absurdos de urbanización de estas tierras (Marlon Calispa 2021, entrevista personal).

Para Escandón (2021, entrevista personal), la búsqueda de nuevos campos de cultivo por parte de las comunidades de altura, puede tratarse de un legítimo derecho en pos de su subsistencia, pero a la vez, el avance de la frontera agrícola también es una vulneración a los derechos de la naturaleza contemplados en la legislación ecuatoriana, y vulnera además los derechos de las personas que necesitan los beneficios del páramo, en cuanto a su acceso al agua, aire, retención de carbono, valor paisajístico, entre otros. “Creo que es un legítimo derecho de las personas acceder a condiciones de vida digna, pero también existe un legítimo derecho de un ecosistema de sostener la vida para otros” (Escandón 2021, entrevista personal). La explotación y destrucción de los recursos naturales, en algún punto limitarán las condiciones de una vida digna para todos.

La disyuntiva a la que nos enfrentamos como sociedad muestra por un lado la exigencia del cuidado del páramo hacia las comunidades que viven en sus inmediaciones para el beneficio de todas las personas que aguas abajo se benefician de ella, y por el otro lado está la legítima retribución que las urbes le deben a las comunidades por sus acciones de conservación del páramo.

Es necesario establecer el vínculo entre lo urbano y lo rural, comprender el origen del agua que llega a nuestras ciudades, ayudará a visibilizar la necesidad de un trato justo con las comunidades que se encargan de la protección de los páramos. Es importante poner en real valor los sistemas de producción campesina familiar, que son los que proveen a las urbes.

Iniciativas de conservación en los páramos andinos

Toda iniciativa de conservación del páramo debe estar dirigida primero a mejorar las condiciones de vida de sus habitantes, sin esa premisa sería injusto pedirles que conserven ese ecosistema tan importante para la supervivencia de todos. El control del avance de la frontera agrícola debe ir acompañado de alternativas de desarrollo para las comunidades de altura, más allá de la agricultura.

Algunas iniciativas pueden verse reflejadas en la declaratoria de área protegida privada a las 4790 hectáreas de páramo pertenecientes de la cooperativa Ichubamba - Yasepán, en la provincia de Chimborazo, por las que reciben compensaciones del estado gracias a los programas de “Socio páramo” y “Socio Bosque”, además de las iniciativas turísticas que se proyectan en el sector.

Esta reserva se convirtió en la sexagésima área protegida del país y la segunda área de protección privada del Ecuador. Es importante considerar estas experiencias de

compras de páramos con el propósito de destinarlos como zonas de recargas hídricas y mantenerlos sin alteraciones. Esta iniciativa en concreto beneficia a los usuarios de tres proyectos de riego en la provincia de Chimborazo.

Para Enrique Quinteros (2021, entrevista personal) la creación de los fondos de agua deben orientarse también a la compra de predios de páramos, con la participación de actores estratégicos de empresas públicas y privadas que los administren desde esta perspectiva de conservación en una dinámica diferente a la del trabajo comunitario, pero que puede resultar también efectiva en este empeño.

Para enfrentar este desafío hacen falta acuerdos comunitarios que permitan un efectivo control y cuidado de los páramos, esta es una gran oportunidad para replicar la experiencia de los Urkucamas, del pueblo Cayambi, que por iniciativa propia se han organizado y llevan esta forma de guardianía ambiental de su territorio.

Para el cuidado de su páramo han encomendado el trabajo a 200 “Urku camas” que se encuentran a lo largo de todo su territorio. El Urku cama es el “cuidador” del páramo. Nótese que el concepto de cuidador tiene una connotación más profunda que un mero guardián, implica un mayor compromiso que va más allá de la sola vigilancia.

Los Urku camas, funcionan como un cuerpo de respuesta comunitaria, pues entre sus funciones está la de alertar a la comunidad algún desacato a las normas de cuidado, como puede ser la presencia de extraños, algún animal suelto o algún trabajo por arriba de la frontera agrícola determinada. Frente a la alerta, toda la comunidad acude a investigar y a detener la transgresión.

Las comunidades Kayambis, aglutinan a cerca de mil comuneros, a través de asambleas, designan de entre ellos a los Urku camas que cumplirán con su encargo por un periodo de dos años. Esta designación será rotativa y su debido cumplimiento es vigilado por sus dirigentes, en caso de alguna contravención a sus deberes, serán sometidos a las sanciones impuestas por la justicia indígena.

Los Urku camas no reciben ninguna compensación económica por su trabajo, se trata de un compromiso temporal que han de cumplir con su comunidad. A través de autogestión, reconocida por el municipio de Cayambe y las autoridades del cantón, se ha logrado equipar adecuadamente a sus Urku camas, con ropa adecuada, larga vistas, y equipos de comunicación para que puedan realizar su trabajo de una forma segura.

Actualmente se encuentran trabajando en la construcción del fondo del agua, a través de una ordenanza municipal, es decir, buscan una legítima compensación de

reciprocidad por parte de quienes se benefician montaña abajo, del agua que el pueblo Kayambi cuida.

Otra iniciativa exitosa ha sido el trabajo del Fondo para la protección del agua del distrito metropolitano de Quito (FONAG), que promueve reconversiones económicas orientadas a la generación de ingresos económicos en beneficio de las comunidades que participan de los procesos de conservación del páramo dirigiendo parte de los impuestos por consumo de agua en el DMQ (Distrito metropolitano de Quito), hacia estas acciones de conservación.

Como lo explica Enrique Quinteros (2021, entrevista personal) a través de una ordenanza se genera un fondo administrado por un fideicomiso, este fondo destinado para la protección de las fuentes de agua es parte de un porcentaje que los habitantes del DMQ pagan en su tarifa por el servicio de agua potable. De esta manera se generan varias líneas de conservación de manejo integral del páramo.

Así mismo el Fondo de páramos Tungurahua y la lucha contra la pobreza pretende articular varios sectores a través de un mecanismo de inversión con el propósito de conservar estos ecosistemas.

No siempre será lo más adecuado una remuneración económica por el cuidado de las fuentes de agua, pues al final, el incentivo monetario terminará por convertir a los beneficios del páramo en un servicio mercantilizado, más allá de la complejidad de determinar su real valor, es ya bien sabido que puede ser el origen de nuevas formas de conflicto.

Más allá de incentivos económicos las compensaciones deben estar dirigidas a generar procesos que se mantengan en el futuro y aseguren condiciones de vida dignas para las comunidades a las que se les pide cuidar los páramos. Estos procesos deben demostrar una presencia del estado a través de servicios acertados de salud, educación, vialidad, apoyo a emprendimientos, articulación en acciones de desarrollo que no se entorpezcan entre ellas. Si por ejemplo se incentiva la producción agro ecológica se debe evitar por otra parte el incentivo a la agricultura intensiva, de monocultivos y el empleo de agro tóxicos por parte de las mismas instituciones del estado.

El conflicto en torno al agua que unos consumen y otros protegen puede hallar puntos de confluencia en adecuados mecanismo de compensación que deben ser de beneficio tanto para las ciudades que demandan el recurso, como para la comunidad que lo conserva, en el caso del agua proveniente de los páramos se debe garantizar el acceso de ambas partes a agua de calidad y en cantidad suficiente para satisfacer sus necesidades.

Políticas públicas orientadas a la conservación de los páramos.

Los páramos son también una fuente de recursos que deben ser aprovechados de una manera consciente y sustentable, de ahí la importancia de implementar adecuados planes de manejo, los mismos que deben ser fruto de procesos participativos, y no impuestos a las comunidades desde instancias externas, para procurar su eficacia.

Para la generación de políticas públicas encaminadas a la protección de los páramos, deben considerarse los contextos particulares de cada territorio y sus poblaciones, de allí que algunas iniciativas han sido exitosas y otras han fracasado en realidades similares, por ello se necesitan políticas específicas para situaciones de páramo particulares y su respectivo estado de fragilidad y amenaza.

Existen amplias regulaciones en cuanto a legislación de conservación de los páramos, pero para Susana Escandón (2021, entrevista personal), la clave para la aplicación y obtención de beneficios de estas políticas públicas, radica en la implementación de planes de manejo del páramos adecuados, los mismos que no pueden ser generalizados a toda la sierra ecuatoriana, pues cada comunidad tiene sus procesos propios que deben ser respetados. Para ella, los lineamientos deben ser claros en cuanto a la respuesta del ecosistema y las acciones que deben emprender sus habitantes y visitantes, estos planes de manejo deben incluir como elemento central una hoja de ruta sencilla que canalice los esfuerzos de conservación y adecuado aprovechamiento de los recursos disponibles en o por el páramo. Estos planes de manejo deben incluir los conocimientos y la experiencia que las comunidades han acumulado sobre su territorio a lo largo del tiempo.

Se debe considerar al agua “como un dinamizador de la organización comunitaria campesina” (Chicaiza 2021, entrevista personal), esta percepción del agua como algo más que solo un recurso, facilitaría el compromiso de conservación de las fuentes desde las ciudades, pueblos y comunidades.

Las estructuras gubernamentales, a más de impulsar una producción agro ecológica, campesina y familiar, deben proveer también las condiciones de comercio justo para que las comunidades comprometidas con la conservación del páramo puedan expender sus productos en circunstancias más favorables, a través de ventas directas y procesos de adición de valor a sus productos.

En cuanto a las prácticas necesarias para motivar la conservación del páramo, existe un consenso entre los entrevistados, respecto a que lo mejor sería implementar

prácticas de restauración pasiva, es decir determinar áreas de páramo, en donde se limita por completo su intervención, son procesos que han demostrado tener éxito en experiencias tanto comunitarias como privadas, que toman tiempo pero le permiten a este ecosistema recuperarse por sí mismo.

Ejerciendo un estricto control e impedimento del avance de la frontera agrícola, ya que el páramo que ha sido labrado libera carbono y pierde su capacidad de almacenar agua. Ana González (2021, entrevista personal) opina que para asegurar estos procesos se debe propiciar un diálogo inter generacional que vuelva a poner en valor la importancia del páramos, desde lo espiritual, cultural, medicinal, etc.

Dificultades en los procesos de conservación.

Existen varias razones por las que algunas experiencias de conservación no han funcionado: la ausencia de adecuados procesos de formación, no han surgido nuevos liderazgos con nuevas visiones en las comunidades, los actores involucrados no asumen sus debidas competencias, la falta de acceso a servicios básicos, la inequidad y el despojo en la tenencia de la tierra en la sierra ecuatoriana.

Para Calispa (2021, entrevista personal), el problema también tiene su origen entre la desarticulación de la academia con los tomadores de decisiones, puesto que hoy en día contamos con suficiente información científica respecto a la importancia y el papel que desempeñan los páramos para el sostenimiento de la vida, pero finalmente, y cito: “lastimosamente los páramos son una decisión política”.

Las tensiones provocadas alrededor del páramo, revelan cuestiones más profundas de inequidad y marginación que son las que motivan a los procesos de migración en varios aspectos: la tenencia de la tierra, acceso a educación de calidad, acceso a servicios básicos, acceso a agua de la misma calidad que la que llega a las grandes ciudades, etc. Los intentos por frenar el avance de la frontera agrícola, el cuidado del agua que otros usan, son algunos de los muchos rostros de esta crisis.

En opinión de Susana Escandón (2021, entrevista personal), el agua es uno de los elementos alrededor del cual se tejen conflictos, saberes, dinámicas económicas, etc., entonces es importante considerar esta multidimensionalidad del agua a la hora de tomar decisiones integrales al respecto.

Se necesitan también políticas adecuadas de inclusión y de corresponsabilidad urbano – rural, que generen una corresponsabilidad urbano rural real.

Aunque en la actualidad las comunidades indígenas de altura, no discutan específicamente sobre cambio climático, no significa que sean ajenos a esta realidad, pues para ellos si es perceptible un cambio sustancial en su calendario agrícola. Quizás sus discusiones estén más centradas en aspectos considerados como prioritarios para su subsistencia diaria, y no podrán articular debidamente una agenda de cambio climático mientras sus necesidades más básicas no estén cubiertas.

En los últimos diez años, hemos sido capaces de ir generando datos y modelos sobre los posibles escenarios climáticos a los que se podría enfrentar nuestra región, no obstante esta información no ha llegado a los agricultores y menos a las comunidades que habitan en los páramos, así que una parte de este proceso de sensibilización frente al cambio climático, debe estar atravesada por la democratización de la información climática, que les permita entender y adaptarse a los cambios que se evidencian y que tarde o temprano van a afectar sus modos de vida.

La disponibilidad de agua asociada con el retroceso glaciar y la degeneración de los páramos

El retroceso glaciar en los andes ecuatorianos no está afectando directamente a las comunidades de altura, como es el caso de Perú o Bolivia cuya dependencia de la regulación hídrica proveniente de glaciares es sustancialmente mayor que nuestro caso, no obstante la degradación del páramo si presenta mayores amenazas, pues de él depende la provisión de agua para nuestra región.

El retroceso glaciar afectará algunos ámbitos como el paisajístico y con él podría existir una afectación al turismo local, pero su incidencia en la provisión de agua será escasa, no obstante un proceso articulado de conservación páramo – glaciar, considerándolo como elementos complementarios, permitirían una mejor gestión de las políticas y de las acciones a implementar.

Las superficies de páramo son las que aseguran la provisión de agua para las poblaciones en cotas más bajas, aunque el retroceso de los glaciares andinos en el Ecuador, no implique necesariamente una disminución en la disponibilidad de agua por sí misma, si es un claro indicador de los cambios de condiciones y temperaturas a los que se enfrenta este ecosistema, y revela además una serie de vulnerabilidades asociadas con el cambio climático, como migraciones forzadas en búsqueda de mejores campos de cultivo, búsqueda de nuevas fuentes de agua, mejores pastos, etc.

Son nuevos escenarios que aunque se miren lejanos, ya se han hecho presentes sin darnos tiempo a plantearnos la inevitable necesidad de adaptarnos a estas nuevas condiciones.

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

El retroceso glaciar que ha experimentado del Carihuairazo en los últimos treinta años ha sido sustancial, pues en este lapso de tiempo ha perdido más del 99 % de su superficie, además el total de su área remanente, apenas puede considerarse ya un glaciar funcional. Las precipitaciones sólidas en la zona no abastecen para su acumulación y posterior recuperación, en fin las condiciones climáticas y de altitud a las que esta pequeña masa de hielo se encuentra sometida lo colocan en una situación de inevitable extinción.

La modelización del retroceso glaciar desde 1980 evidencia una tendencia a la disminución de los caudales, pues en toda la gráfica obtenida se encontró un punto mínimo de caudal total modelado inferior a $0,05 \text{ m}^3/\text{s}$ muy cercana al tiempo presente. Sin embargo, este valor es aún mayor que el registrado en mediciones directas en los caudales glaciares, que para el 2017 alcanzaban un promedio de $0,0177 \text{ m}^3/\text{s}$.

Aunque como se evidenció anteriormente los caudales originados en el glaciar, no contribuyen sustancialmente a la zona de la comunidad de Cunucyacu, esta pérdida de regulación hídrica si afectará a las zonas de páramo más cercanas al glaciar.

Los cambios en los arroyos de montaña de origen glaciar en los páramos dependen de una intrincada red de componentes, entre ellos la pérdida de masa glaciar, que a su vez dependen de factores como la precipitación y la temperatura, interpretar este comportamiento arrojará luces sobre el tiempo aproximado de permanencia de las masas de hielo.

Uno de los objetivos específicos del plan de tesis se orientaba a contrastar la información científica disponible sobre el retroceso del glaciar del Carihuairazo con el conocimiento de la comunidad local.

Los datos meteorológicos disponibles, la percepción tanto de la población de la comunidad de Cunucyacu junto con la de los andinistas que frecuentan la montaña, dan fe de este acelerado proceso de retroceso del glaciar, el mismo que ha sido caracterizado desde 1956 hasta la última medición correspondiente al año en curso, en la que apenas se registra una superficie equivalente a $0,003 \text{ km}^2$.

La percepción de la disminución de caudales disponibles para la comunidad de Cunucyacu, no obedecerá directamente a la desaparición del glaciar del Carihuairazo, pero pueden hallarse explicaciones para este fenómeno en la disminución de lluvias que se registran en la zona, que para el año 2018, presentó un registro inferior a los 600 mm de lluvia además del franco retroceso de los glaciares del Chimborazo, sumado también con las fuertes presiones que soportan sus páramos.

Esta pérdida glaciar está afectando los modos de vida de los actores involucrados y su relación con este medio natural, pues las consecuencias de este fenómeno ya son una realidad, además de la disminución de las precipitaciones en la zona que se traducen en la disminución de caudales en sus fuentes de agua, la disminución de turistas que visitan la zona y los cambios en la morfología del terreno constituyen el complejo paisaje de un nuevo escenario climático en esta zona.

La provisión de agua para esta comunidad también depende en buena parte de los deshielos glaciares del Chimborazo, que del mismo modo, están corriendo la misma suerte de desaparición, quizás las consecuencias de esta pérdida hoy por hoy, no resulten tan evidentes, pero es un proceso que no va a detenerse.

Las próximas décadas evidenciarán la crisis climática que el mundo enfrenta, demorar las decisiones necesarias para adaptarse a estas nuevas condiciones sólo estrechará la ventana de oportunidad para actuar.

La comunidad de Cunucyacu no se encuentra preparada ni considera si quiera los nuevos escenarios climáticos a los que tendrá que enfrentarse. Desde su visión de esta realidad, consideran que no existen razones para preocuparse, pues cuentan con que su provisión de agua estará asegurada en el futuro, independientemente de la desaparición del glaciar del Carihuairazo.

Su relación con la montaña como un ente importante dentro de su imaginario se ha ido retirando junto con el hielo, hoy la consideración de sacralidad hacia los antiguos Apus, ha cedido su espacio a legítimas preocupaciones más terrenales, como su subsistencia en estos terrenos de altura, por lo que cada vez más se ven obligados a buscar nuevos terrenos de cultivo, aunque esto implique la degradación de los páramos que les proveen de agua.

El intento de modelización de la dinámica de la superficie glaciar del Carihuairazo, coincide de forma aceptable con las mediciones registradas para el mismo en la primera década de este siglo, aunque no de forma exacta, sobre todo para representar los cortos periodos de recuperación del mismo, no obstante, en cuanto a la pendiente de

la tendencia de pérdida de área es cercano, e inclusive coincidente con los registros para el año 2004 y 2010. Los mismos que sitúan al área glaciar en 0,213 y 0,174 km² respectivamente

En concordancia con el tercer objetivo específico del plan de tesis, el presente trabajo ha tratado de proponer algunas medidas de adaptación a estos nuevos escenarios climáticos a partir de las observaciones meteorológicas, como de las diferentes percepciones de las personas que se desenvuelven en este entorno, entre las que destacan: mejorar la capacidad de regulación y almacenamiento natural y artificial de agua para periodos secos, la participación en talleres de formación en temas referentes a cambio climático, re pensar las prácticas agrícolas, mejorar la red de monitoreo meteorológico y la generación de políticas públicas que protejan páramos y glaciares.

Recomendaciones

Durante la entrevista mantenida con Marco Cruz (2020, entrevista personal) señaló que: “Es necesario entender que salvaguardar la naturaleza es salvaguardar el futuro y esto se logra a través de la educación”. Por lo que también es importante dirigir los esfuerzos de la academia hacia la formación de opinión con respecto a la importancia de la conservación de nuestro patrimonio natural.

Mucho se habla de la protección de los ecosistemas amazónicos o de la conservación de los recursos marinos, pero en el país apenas si se genera conciencia de la importancia de conservar los glaciares. La educación de una población actualmente despreocupada sobre estos temas sensibles, son claves en las decisiones futuras que se tomen al respecto.

Se recomienda realizar un trabajo de concienciación sobre la importancia del cuidado del páramo para que junto con la comunidad se encuentren formas y estrategias para conservar su entorno. Y sean ellos, desde su propia organización quienes colaboren con controles efectivos que impidan el avance la frontera agrícola que degrade el páramo. Para el efecto se pueden impulsar procesos de consolidación de OTB (Organizaciones Territoriales de Base), a través de los cuales puedan asumir su rol protagónico como protectores y administradores del territorio que ocupan.

Es muy importante iniciar acciones urgentes que permitan preservar los páramos como acumuladores naturales de agua de las precipitaciones, puesto que estas acciones implicarán menos costos que emprender la construcción de infraestructura adecuada para el efecto.

Se deben realizar talleres que rescaten las tradiciones orales de la comunidad que están seriamente amenazadas, pues en ambientes académicos se pueden encontrar tradiciones vinculadas a la cosmovisión indígena asociada con el Carihuairazo, no obstante, en la práctica, la comunidad de Cunucyacu, desconoce de las mismas.

Asumir que los recursos hídricos son inagotables, conlleva a dejar de lado la necesaria discusión sobre mejorar la gestión del agua. Estas acciones deberían comenzar desde la formulación de los PDOT parroquiales, los cuales deben estar atravesados por los diferentes contextos del cambio climático.

En la comunidad de Cunucyacu se deben realizar talleres que orienten a la población a generar sus propias medidas de adaptación basados en sus conocimientos ancestrales, su cultura, necesidades y acompañados con la evidencia científica disponible en cuanto a mediciones meteorológicas, las mismas que deberían ser democratizadas con la población afectada.

Se deben generar marcos legales pertinentes como la Ley de protección de glaciares y páramos, que garanticen las acciones necesarias para retrasar la degradación de estos ecosistemas y faciliten su conservación de mano de todas las comunidades y beneficiarios; así como ordenanzas que permitan el impuesto a la conservación del agua hacia las comunidades que la protegen, como una legítima compensación por su trabajo de cuidado en sus fuentes.

Es difícil aglutinar de forma precisa todas las variables que intervienen en el proceso de la dinámica glaciar, por ello se deben considerar otras variables que están afuera del contexto climático, y que por lo tanto no cuentan con un adecuado registro histórico cuantificable, como es el caso de las continuas erupciones de los volcanes de los andes ecuatorianos.

Por esa razón los cálculos y proyecciones que se pudieran realizar a través del modelo, hacia el futuro no serían completamente exactas, pues al no considerar variables tan particulares de este glaciar, continuaría presentando una tendencia a la desaparición de una masa de hielo que se habrá extinto por completo para el final de esta década.

Obras citadas

- AR. Ley 26.639. 2010 *Régimen de Presupuestos Mínimos para la Preservación de los Glaciares y del Ambiente Periglacial*. 28 de octubre. <http://www.derecho.uba.ar/academica/derecho-abierto/archivos/Ley-26639-PP-para-la-Preservacion-de-los-Glaciares-ydel-ambiente-periglacial.pdf>.
- Barba Castillo, Diego Paúl. 2006. “Estudio Vulcanológico del Complejo Volcánico Chimborazo”. Tesis de Ingeniería Geológica, Escuela Politécnica Nacional, Quito. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/144>.
- Boelens, Rutgerd, Jaime Hoogesteger, Erik Swyngedouw, Jeroen Vos, y Philippus Wester. 2017. “Territorios hidrosociales: una perspectiva de la ecología política”. En *Recursos, vínculos y territorios. Inflexiones transversales en torno al agua*, 85-104. Rosario, AR: Editorial de la Universidad Nacional de Rosario.
- Buytaert, Wouter, Simon Molds, Luis Acosta, Bert de Bievre, Carlos Olmos, y Marcos Villacis. 2017. “Contenido de deshielo glacial del uso del agua en los Andes tropicales”. *Cartas de investigación ambiental* 12 (11): 1-8. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aa926c/meta>.
- Cáceres, Bolívar, y Sophy Antipolis. 2015. “Carihuayrazo SW a little Ecuadorian glacier in the way to extinction”. *AGUFM*, C13B-0812: 58-77
- CL Ministerio de obras públicas, y Dirección general de aguas. 2009. “Estrategia nacional de glaciares. Fundamentos”. Santiago: Centro de Estudios Científicos. <http://www.glaciologia.cl/estrategianacional.pdf>.
- Domínguez, Cristian, Marcos Villacís, Jean Pouget, Thomas Condom, Luis Maisincho, y Remigio Galárraga. 2012. “Modelación hidroglaciológica con escenarios globales a2 y b2 en el glaciar crespos del Antisana”. Documento no publicado.
- De Pablo, Andrés, Luis García, y David Palacios. 2010. “Aplicaciones de los SIG al estudio de amenazas naturales asociadas al retroceso de glaciares y desprendimientos”. *Ciudad y Territorio Estudios Territoriales (CyTET)* 42: 529-50. <https://recyt.fecyt.es/index.php/CyTET/article/view/76015/46416>.
- Eichler, Arturo. 1952. *Nieve y selva en Ecuador*. Guayaquil: Editorial B. Moritz.
- El Comercio. 2009. “Cronología de la erupción del volcán Tungurahua en los últimos 10 años”. *El Comercio*. 16 de octubre.

<https://www.elcomercio.com/actualidad/cronologia-erupcion-del-volcan-tungurahua.html>

El Comercio. 2016. “Volcán Tungurahua arroja ceniza por segundo día y afecta los cultivos”. *El Comercio*. 27 de febrero.

<https://www.elcomercio.com/actualidad/volcan-tungurahua-arroja-ceniza-afecta.html>

El Heraldo. 2018. “Volcán Carihuairazo, la leyenda”. *El Heraldo*. 9 de julio. <https://www.elheraldo.com.ec/volcan-carihuairazo-la-leyenda/>.

Francou, Bernard. 2007. “Recesión de los glaciares en el Ecuador: una respuesta al cambio climático”. *Revista Montaña* (19): 42-9.

Francou, Bernard, Bolívar Cáceres, Marcos Villacís, Rubén Basantes, Luis Maisincho, Remigio Galárraga, y Carlos Romero. 2011. “*Analizando el cambio climático a partir de los glaciares del Ecuador*”. Quito: IRD, SENE CYT, EPMAPS, INAMHI, EPN.

Francou, Bernard, y Bernard Pouyaud. 2008. “Glaciares: ¿Cómo y dónde estudiarlos?”. *Revista Virtual REDESMA* 2 (3): 9-17.

<https://keneamazon.net/Documents/Publications/Virtual-Library/Ecosistemas/29.pdf#page=9>.

Francou, Bernard. 2012. “Montañas, glaciares, y sociedades andinas”. *Comunidad andina de naciones-IRD*. La Paz.

<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiEiZeQj4HwAhVDgK0KHXW0BcAQFjAAegQIBRAD&url=https%3A%2F%2Fgreat-ice.ird.fr%2Fmedia%2Fird-sites-d-unites-de-recherche%2Fgreat-ice%2Fciencia-para-todos%2Ftextos-diversos%2Fdocumentos%2Fmontanas-glaciares-y-sociedades-andinas-can-bfrancou-may-2012&usg=AOvVaw3EttYJXSsUFR-ronJrYC8w>.

GADP Pilahuín. 2015. “Plan de desarrollo y ordenamiento territorial 2015-2020”. 2 de octubre. *SIN*.

http://app.sni.gob.ec/snlink/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1865019420001_PDOT_Pilahuin%20_14-10-2015_20-34-56.pdf

Gobierno Provincial de Tungurahua. 2011. “Programa de agua y cuencas del Tungurahua”. *Informe Principal*. Ambato: Consorcio CES-GFA.

- Hidalgo Nistri, Fernando. 2018. "El retroceso de los glaciares andinos". *Mundo Dinero* (436). <https://revistamundodinero.com/el-retroceso-de-los-glaciares-andinos/>.
- Humboldt, Alexander. 2012. *Vistas de las cordilleras y monumentos de los pueblos indígenas de América*. Madrid: Marcial Pons Historia. <https://www.marcialpons.es/media/pdf/9788492820689.pdf>.
- Ibor, Carles, y Rutgerd Boelens. 2018. "Gobernanza del agua y territorios hidrosociales: del análisis institucional a la ecología política". *Cuadernos de Geografía* (101): 13-28. <https://roderic.uv.es/bitstream/handle/10550/69285/6817010.pdf?sequence=1>.
- IGPN. 2015. "Informe especial del volcán Tungurahua N°. 10". *Instituto Geofísico de la Politécnica Nacional*. 14 de julio. <https://www.igepn.edu.ec/servicios/noticias/1055-informe-especial-del-volcan-tungurahua-no-10-2015>.
- Johansen, Kari, Björn Alfthan, Elaine Baker, Malena Hesping, Tina Schoolmeester, y Koen Verbist. 2019. *El Atlas de Glaciares y Aguas Andinos: El impacto del retroceso de los glaciares sobre los recursos hídricos*. Arendal: Unesco Publishing. https://www.researchgate.net/publication/329269514_Atlas_de_Glaciares_y_Aguas_Andinos.
- La Frenierre, Jeff, y Bryan Mark. 2017. "Detecting patterns of climate change at Volcán Chimborazo, Ecuador, by integrating instrumental data, public observations, and glacier change analysis". *Annals of the American Association of Geographers* 107 (4): 979-97. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/24694452.2016.1270185>.
- Maisincho Guagrilla, Luis Rigoberto. 2009. "Reconstrucción y predicción de la evolución del balance de masa y la línea de nieve del Glaciar 15 Alfa del Antisana usando un modelo degreeday". Pasantía de Investigación. PREFALC (Programa Regional Francia-América Latina y el Caribe).
- Márquez, Cristina. 2019. "El nevado Carihuairazo se queda sin sus glaciares". *El Comercio*, 9 de mayo. <https://www.elcomercio.com/actualidad/carihuairazo-glaciares-hielo-nevado-clima.html>.
- Martínez, Nicolás. 1933. *Exploraciones en los andes ecuatorianos*. Quito: Talleres Gráficos Nacionales.
- Montaña. 2011. "Carihuairazo, la montaña de la nieve con viento macho". *Revista Montaña* (30): 13-20.

- Null, Jan. 2021. "El Niño and La Niña Years and Intensities". *Golden Gate Weather Services*. <https://ggweather.com/enso/oni.htm>.
- Rhoades, Robert. 2008. "Desaparición del glaciar Mama Cotacachi: Investigación etnoecológica y cambio climático en los andes de Ecuador". *Pirineos* (163): 37-50. <https://doi.org/10.3989/pirineos.2008.v163.20>.
- Santos, Tomás, y José Tellería. 2006. "Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies". *Revista Ecosistemas* 15 (2): 3-12. <http://revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/180>.
- Searle, Juan Pedro, y Jaime Rovira. 2008. "Cambio climático y efectos en la biodiversidad: El caso chileno". *Biodiversidad de Chile: Patrimonio y desafíos*, 502-3. <http://ecoinformatica.cl/2016/wp-content/uploads/2016/03/Chile-Cambioclimatico-biodiversidad.pdf>.
- Spotswood, Daniel. 2015. "Los peregrinos de los glaciares en deshielo: Una reflexión teológica acerca del cambio ritual y el cambio climático en los Andes Peruanos". Tesis de maestría, Pontificia Universidad Javeriana. <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/21232>.
- Stübel, Alphons. 2004. *Las montañas volcánicas del Ecuador: Retratadas y descritas geológica-topográficamente*. Quito: Banco Central del Ecuador. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000152451>.
- Ulloa Palomino, Génesis del Pilar. 2020. "Evolución temporal de albedo en función de la variabilidad climática en glaciares de Los Andes semiáridos, zona Central de Chile". Tesis de Geología, Universidad de Chile. <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/173930>.
- Vilela, Martín. 2011. "Retrosceso de glaciares tropicales en Bolivia: Problemática y Desafíos". En *Glaciares andinos, recursos hídricos y cambio climático: desafíos para la justicia climática en el cono sur*, 49-56. Santiago: Fundación Heinrich Böll. https://www.researchgate.net/profile/Maria-Aedo-2/publication/327211812_Glaciares_andinos_recursos_hidricos_y_cambio_climatico_desafios_para_la_justicia_climatica_en_el_Cono_Sur/links/5b8049b492851c1e122f5518/Glaciares-andinos-recursos-hidricos-y-cambio-climatico-desafios-para-la-justicia-climatica-en-el-Cono-Sur.pdf#page=49.
- Vuille, Mathias. 2013. *El cambio climático y los recursos hídricos en los Andes tropicales*. S.l.: Banco Interamericano de Desarrollo. http://groundwater.sdsu.edu/Glaciarr_CRRR.pdf.

Whymper, Edward. 2001. *Viajes a través de los majestuosos Andes del Ecuador*. Quito: Ediciones Abya-Yala.

Anexos

Anexo 1: Entrevistas a varios andinistas ecuatorianos

Entrevista al Lic. Marco Cruz

Realizada el día 17 de septiembre de 2020, vía video llamada

Marco Cruz nació en Riobamba en 1945, es uno de los más destacados andinistas del país, ha ascendido a la cumbre del Chimborazo más de 1000 veces en 60 años de actividad deportiva. Ha participado en varias expediciones internacionales alrededor de las cordilleras más altas del mundo.

David Hidalgo: ¿Cuál es la importancia de los glaciares andinos para las comunidades que se asientan aguas abajo?

Marco Cruz: La importancia de los glaciares radica en su capacidad de almacenar agua, ellos salvaguardan el equilibrio climático de muchos ecosistemas, además de ser el origen de varios recursos hídricos. Y hoy en día están sufriendo un cambio brutal.

David Hidalgo: ¿Considera usted que existe una tendencia al retroceso glaciario en los andes ecuatorianos? ¿Desde cuándo se percibe este fenómeno?

Marco Cruz: Los glaciares siempre han estado sometidos a una dinámica cíclica de avance y retroceso. Se tiene conocimiento de que el último avance generalizado de las masas glaciares en el hemisferio norte correspondería a la pequeña edad del hielo que se registró alrededor del siglo XVI, este avance de glaciares cubrió algunos antiguos caminos romanos e incluso bocas de minas en Europa. Este fenómeno ocurrió hasta aproximadamente 1880 que constituiría el final de la Pequeña edad del hielo, alrededor de esta época el reconocido geólogo Hans Mayer alertó sobre el retroceso del glaciar del Kilimanjaro en África.

David Hidalgo: ¿En su experiencia como montañista, cómo ha percibido usted el retroceso glaciario de los andes ecuatorianos?

Marco Cruz: Ascendí al Chimborazo por primera vez en el año 1958, y durante toda la década de 1960 se podían ver glaciares enormes en todos los andes, sobre todo en el Carihuairazo donde incluso se veían grandes masas de hielo en el interior de la caldera. Desde los años 70's se pensaba en acondicionar pistas de esquí en esta montaña, yo he esquiado en el Carihuairazo hace treinta años. Pero últimamente se va evidenciando un acelerado retroceso glaciario, en el Carihuairazo y también en el flanco Nororiental del Chimborazo, debido a la influencia de los vientos alisios y el proceso eruptivo del volcán Tungurahua, cuya ceniza influyó en el valor del albedo del glaciar.

El albedo es la capacidad de reflejar la luz solar. Un albedo alto va a reflejar hasta el 90 % de la energía lumínica, por el contrario, la ceniza del Tungurahua redujo el albedo en los glaciares del Chimborazo y del

Carihuairazo, de tal manera que hasta el 80 % de la energía lumínica era absorbida por el glaciar, lo que ocasionó la formación de grandes campos de penitentes.

David Hidalgo: ¿Cuáles cree usted que son las causas de este fenómeno?

Marco Cruz: En el periodo Cuaternario ha habido cuatro glaciaciones, es decir periodos de enfriamiento y un posterior calentamiento de la superficie terrestre, no obstante este último periodo de calentamiento global se ha visto exacerbado por la contaminación atmosférica producida a partir de la revolución industrial, lo que ha conllevado una seria crisis de destrucción ecológica y una profunda degradación de los bosques tropicales y páramos.

Para el caso de los glaciares andinos de la zona centro del país, afectó el proceso eruptivo del volcán Tungurahua que arrojó ceniza volcánica por un periodo de veinte años.

David Hidalgo: ¿Cuáles cree usted que son las consecuencias derivadas del retroceso glaciar?

Marco Cruz: No le podría decir a ciencia cierta, pero fíjese usted que el glaciar del Carihuairazo ha desaparecido en los últimos veinticinco años, y todos los demás glaciares de los andes ecuatorianos se han visto seriamente afectados: Antisana, Cayambe, Iliniza, Sincholagua, yo conocí a nuestras montañas más cercanas con glaciares que ahora ya no existen como el Soroche y Quilimas.

Esto es una pena y está ocurriendo frente a la indolencia de nuestra población, cada vez más sumida en la pobreza y que no repara en estos problemas que los afectará directamente. Por ello la academia debe despertar el interés por el respeto por la naturaleza.

David Hidalgo: ¿Cuáles son los peligros que usted podría asociar al retroceso glaciar del Carihuairazo?

Marco Cruz: Uno de los principales riesgos del retroceso glaciar son los lahares, en los últimos años en el Chimborazo se han producido varias avenidas de lodo que han provocado alarma en la población. Con la pérdida de los glaciares se perderá también la reserva de agua para los ecosistemas de montaña. Desde el punto de vista del andinismo, los ascensos se han vuelto más peligrosos por el riesgo de caída de rocas, ya que las rutas transcurren ahora por vías de roca deleznales.

David Hidalgo: ¿Cómo ha afectado el cambio climático al glaciar del Carihuairazo?

Marco Cruz: De momento no se sienten las consecuencias del retroceso del glaciar del Carihuairazo, pero se puede notar que llueve menos, hay más polvo, y esto provoca además que haya un mal uso del páramo. Los primeros afectados son las comunidades indígenas se empobrezcan más, debido a que la tierra no retribuye el esfuerzo laboral, esa es una de las razones por las que la provincia de Chimborazo es una de las más pobres del país.

David Hidalgo: ¿Cómo recuerda usted al glaciar del Carihuairazo?

Marco Cruz: Es una enorme pena verlo en su estado actual, ya no existe el glaciar. Tuve la oportunidad de ascender al Carihuairazo justo antes del confinamiento por la actual pandemia.

Mire usted (me muestra una fotografía de la cumbre en 1970), existían enormes campos nevados en la caldera, en el flanco norte. Hace cinco años la superficie del glaciar remanente era menor que una cancha de fútbol.

David Hidalgo: *¿Imagina usted a los Andes sin glaciares? ¿Cómo sería este mundo sin hielo en las altas cumbres andinas?*

Marco Cruz: En realidad es una pena. Y sobre todo lamento el desinterés de la clase política por atender los problemas ambientales de nuestro país.

David Hidalgo: *¿Considera que la pérdida de los glaciares puede ocasionar un traumatismo cultural, quizás espiritual para las comunidades cercanas?*

Marco Cruz: La pérdida de los glaciares no sólo afectará a las comunidades indígenas sino a todos, por ejemplo el oficio del hielero del Chimborazo se perderá con el tiempo, ya casi no existe hielo en esa vertiente de la montaña.

David Hidalgo: *¿Considera usted que aún estamos a tiempo de salvar los glaciares andinos?*

Marco Cruz: No lo sé. Soy muy pesimista al respecto, pues en general existe una actitud muy apática frente a este problema. La gente no tiene respeto por la naturaleza, los ecuatorianos no respetamos a la naturaleza, no les importa ni la parte escénica, menos aún las consecuencias de la pérdida de ecosistemas. Lamentablemente nos dirige una clase política quemeimportista.

David Hidalgo: *¿Qué podemos hacer para salvaguardar este patrimonio natural?*

Marco Cruz: Podemos mantener la esperanza, entender que la montaña es un santuario, pero en la práctica da pena verlas convertidas en un basurero, inundadas de ruido. Es necesario entender que salvaguardar la naturaleza es salvaguardar el futuro y esto se logra a través de la educación.

Mucha gente ni siquiera sabe lo que es un glaciar, debemos cuidar de una nueva generación con principios, que asuma su tarea de salvar este patrimonio común. Los glaciares son auténticos bancos de agua, que nunca más regresarán en el transcurso de nuestras vidas.

David Hidalgo: *Argentina cuenta con una ley de protección de glaciares, en Chile, se encuentra debatiendo un proyecto de ley similar. ¿Cree usted que en Ecuador se podría implementar una política pública de esta naturaleza?*

Marco Cruz: Ojalá. Estamos llenos de leyes, de buenas intenciones, pero como dice el dicho: “El camino del infierno está empedrado de buenas intenciones”. Lamentablemente a la clase política no le interesan los glaciares. Sólo a través de la educación se puede transformar la mentalidad de la población.

David Hidalgo: *¿A este ritmo de desglaciación, cuánto tiempo cree que le queda a los glaciares ecuatorianos?*

Marco Cruz: No lo sé a ciencia cierta, pero para paliar la situación es necesario un pensamiento joven que genere propuestas nuevas en estos temas que nos afectan a todos.

Entrevista a César Berrones
Sub Oficial en servicio Pasivo de la Policía Nacional
Instructor del GOE, en técnicas y rescates en montaña
Actividad en montaña desde 1995
Entrevista realizada el 28 de Septiembre del 2020

David Hidalgo: ¿Cuál es la importancia de los glaciares andinos para las comunidades que se asientan aguas abajo?

César Berrones: La importancia es la vida de ellos, la fuente de líquido vital para que sigan con su vida, sigan con sus días normales, ya que sin el agua ellos no podrían subsistir en las comunidades.

David Hidalgo: ¿Considera usted que existe una tendencia al retroceso glaciar en los andes ecuatorianos? ¿Desde cuándo se percibe este fenómeno?

César Berrones: Bueno más o menos yo, este fenómeno lo he notado desde el 2005 o 2006, desde ahí ya teníamos un retroceso de los glaciares.

David Hidalgo: ¿En su experiencia como montañista, cómo ha percibido usted el retroceso glaciar de los andes ecuatorianos?

César Berrones: Es algo terrible. Vamos viendo, en tiempos anteriores lo hermoso que era llegar a los glaciares. Un ejemplo de ello era llegar al glaciar Thielman en el Chimborazo. En el Carihuairazo mismo, era una belleza para disfrutarlo e inclusive hacer entrenamientos. Pero ahora vamos viendo, con lo que va pasando que prácticamente ya es una laguna el glaciar del Carihuairazo.

David Hidalgo: ¿Cuáles cree usted que son las causas de este fenómeno?

César Berrones: El calentamiento global, la no conciencia de los deportistas, muchas veces los mismos andinistas caminan sobre el glaciar remanente. A veces hasta uno mismo ha cometido ese error de realizar entrenamientos, de estar ahí metiendo tornillos, haciendo trabajos de entrenamientos de rescates y eso creo que afecta totalmente al glaciar.

David Hidalgo: ¿Cómo recuerda usted al glaciar del Carihuairazo?

César Berrones: Muy hermoso, muy hermoso, era algo increíble, divino, era un bello paraíso. Visitar el glaciar del Carihuairazo era una gran experiencia, si tú querías dormir ahí, tú podías armar un campamento ahí, era un colchón totalmente hermoso para el mantenimiento del agua para las comunidades.

David Hidalgo: ¿Cómo ha afectado el cambio climático al glaciar del Carihuairazo?

César Berrones: Totalmente, el cambio climático le afectó totalmente al Carihuairazo.

David Hidalgo: ¿Imagina usted a los Andes sin glaciares? ¿Cómo sería este mundo sin hielo en las altas cumbres andinas?

César Berrones: Ya prácticamente las ciudades y las ciudades estaríamos con desabastecimiento total del agua, del líquido vital, porque todo eso es lo que nos abastece a todas las comunidades, pueblos y ciudades.

David Hidalgo: ¿Considera que la pérdida de los glaciares puede ocasionar un traumatismo cultural, quizás espiritual para las comunidades cercanas?

César Berrones: Por supuesto porque es algo increíble porque ahora tú vas y no encuentras glaciares, ya sólo encuentras lagunas, sólo encuentras arena, ya no esos hermosos glaciares que existían, como más antes nuestros antepasados, nuestros indígenas, ellos mismos adoraban a los volcanes, a las bellezas naturales, más que todo al hielo y eso sería un traumatismo hasta para nosotros mismos que practicamos este bonito deporte de montaña.

David Hidalgo: ¿Considera usted que aún estamos a tiempo de salvar los glaciares andinos?

César Berrones: Por supuesto, sería de dar charlas, a los amigos que sin conocer ingresan a los glaciares a caminar, a hacer actividades. En esto mismo, ya debemos, prácticamente nosotros mismos poner de nuestra parte para que nuestros amigos andinistas no hagan entrenamientos ahí. Que hagan más conciencia. Como siempre nosotros hemos predicado que lo que llevas todo traes abajo, pero hay compañeros que no hacen esa actividad, que no hacen esa conciencia para venir trayendo lo que llevan, dejan botando papeles, y muchas otras cosas, es desastroso ver lo que dejan botando en la montaña.

David Hidalgo: ¿Qué podemos hacer para salvaguardar este patrimonio natural?

César Berrones: Predicar a los montañistas, que no caminen por zonas sensibles, poner avisos, señalética, que o hagan actividades indebidas en los glaciares remanentes, debe haber rutas. Por ejemplo esta semana que entré al Carihuairazo, vi muchas cosas, como por ejemplo que la gente no hace conciencia, ya de día se meten a la cumbre más alta. No tienen miedo, saben que están con placas con todo, ellos entran y no tienen miedo. Por ello es necesario colocar señalética en la que se indique que deben entrar de madrugada, no ya entrada la mañana. En el día ya es caliente.

David Hidalgo: Argentina cuenta con una ley de protección de glaciares, en Chile, se encuentra debatiendo un proyecto de ley similar. ¿Cree usted que en Ecuador se podría implementar una política pública de esta naturaleza?

César Berrones: Por supuesto, eso deberían hacer los amigos andinistas, los que se creen dueños de las montañas. En eso deberían preocuparse y no solo con esa visión de lucrar y hacer dinero. Entonces ellos deben tomar cartas en el asunto, pero aquí estamos nosotros también para ver que se puede hacer, porque también nosotros somos parte de la vida de las montañas.

David Hidalgo: ¿A este ritmo de desglaciación, cuánto tiempo cree que le queda a los glaciares ecuatorianos?

César Berrones: Ya veo en el Carihuairazo, tenemos una laguna en donde era el glaciar. Está más asentada la laguna y al glaciar sigue comiéndose. Esta semana estaba muy hermoso, teníamos nieve totalmente dura, totalmente tapadas todas las rocas, muy hermoso. Pero la laguna sigue ampliándose y el espesor del glaciar sigue bajando, sigue bajando. Claro que es una hermosura es un agua cristalina, pero sigue comiéndose el glaciar.

Entrevista a Andrés Haro

Montañista independiente, 12 años de experiencia en los Andes, Alpes y Pirineos.

Entrevista realizada el 28 de Septiembre del 2020.

David Hidalgo: ¿Cuál es la importancia de los glaciares andinos para las comunidades que se asientan aguas abajo?

Andrés Haro: Si hablamos de los glaciares andinos, tomemos en cuenta Perú y Bolivia, pues en estos países es indispensable el aporte de los glaciares, ya que una gran parte de estos países utilizan los glaciares como fuente de agua potable y como regadío, pues bien si hablamos de los glaciares a nivel de Ecuador, éstos están involucrados en esta línea andina, pero no representan gran importancia en cuanto a estas dos variables que serían el agua potable y el agua de riego, sin embargo, por ello no dejan de ser importantes también, debido a que gracias a ellos también se alimentan las cuencas hídricas de muchos de los ríos de Ecuador y por ello me parecen que son muy importantes a nivel nacional.

David Hidalgo: ¿Considera usted que existe una tendencia al retroceso glaciar en los andes ecuatorianos? ¿Desde cuándo se percibe este fenómeno?

Andrés Haro La verdad es que si considero que existe un retroceso, y es claro, y más que claro es evidente este retroceso. Diría yo que a pasos acelerados, a pasos de gigante se está presentando este retroceso de los glaciares. Desde que tengo uso de razón y en la parte deportiva que yo practico que es el andinismo, pues se evidencia un deterioro desde hace varios años atrás. Sin duda con mucha más lógica podemos entender que estos de glaciares se han perdido bastantes. Si miramos al Chimborazo por ejemplo desde aquí, desde Riobamba podíamos observar, si tenemos un uso de conciencia y de razón al pasado pues había mucha más nieve que se esa parte de glaciar, ahora pues casi no se le ve nada.

David Hidalgo: ¿Cuáles cree usted que son las causas de este fenómeno?

Andrés Haro Realmente este fenómeno es desastroso, y nosotros somos parte de ello. Desde que recuerdo en mis inicios como andinista, como te decía a los glaciares los tengo muy presentes y uno podía decir que estos son pequeños pasos. Hoy en día el acercamiento a los glaciares son mucho más largos, antes podíamos llegar a una parte de glaciar mucho más rápido en tiempo y en distancia. Hoy, pues es mucho más largo y aparte estas rutas ya se vuelven peligrosas, dejando esta huella de lo que llamamos morrena debido a la pérdida del glaciar y cómo te decía esto hace que se torne mucho más peligroso.

David Hidalgo: ¿Cuáles cree usted que son las consecuencias derivadas del retroceso glaciar?

Andrés Haro Sin duda la causa principal del retroceso de los glaciares es el aumento de la temperatura global, esto tú sabes que engloba muchas cosas, engloba las emisiones contaminantes, ya sea de la parte industrial, ya sea de los propios animales, los gases de efecto invernadero, además del abuso y el irrespeto de la granjas agrícolas, tenemos también en menor medida, el impacto ambiental producido por nosotros mismos, los turistas, gente que vamos de visita que dejamos basura, que causan un impacto en este proceso de retroceso de los glaciares.

David Hidalgo: ¿Cómo recuerda usted al glaciar del Carihuairazo?

Andrés Haro La última vez que fui, fue hace como seis años y ya se notaba esta diferencia, este cambio en el glaciar que lo recuerdo haber visto a través de fotografías con un glaciar grande, con pocas grietas, fisurado, y la vez que fui, ya no se lo veía de esta manera, el glaciar ya estaba deteriorado, con mucha roca y con menor superficie; a día de hoy no sé cómo estará, pero me imagino que me llevaré una gran sorpresa.

David Hidalgo: ¿Imagina usted a los Andes sin glaciares? ¿Cómo sería este mundo sin hielo en las altas cumbres andinas?

Andrés Haro Realmente no quisiera imaginármelo, pero ya que pones la pregunta, a uno como andinista es feo que los Andes ya no tengan glaciares, porque esta parte de retroceso de glaciares se ve este tipo de erosión, este tipo de piedras. Uno que tiene la costumbre de pasar en la nieve, y en el hielo pues va a ser desastroso para los deportistas, y por otra parte será desastroso también para las comunidades y para el mismo Ecuador en el que la mayoría de la gente viene por la parte turística atraída por las grandes montañas de los Andes.

David Hidalgo: ¿Considera que la pérdida de los glaciares puede ocasionar un traumatismo cultural, quizás espiritual para las comunidades cercanas?

Andrés Haro En las comunidades cercanas es claro que deja un traumatismo sin duda que a nosotros también, además de las personas que hemos sido parte de la montaña, nos deja con mucho dolor por no volver a disfrutar de este enriquecimiento visual y energético. Como te digo esto nos dejaría con un trauma a las comunidades e igual a nosotros que disfrutamos de este entorno natural.

David Hidalgo: ¿Considera usted que aún estamos a tiempo de salvar los glaciares andinos?

Andrés Haro Pues estamos a tiempo, nunca está perdida la batalla y el interés y las ganas de conocimiento de concentrarnos y luchar por salvaguardar los glaciares, siempre está en auge. Yo creo que siempre debemos que tener el granito para comenzar a sembrar y como dije, estamos a tiempo. Bueno es una pérdida significativa de los glaciares comparada con tiempos pasados, pero aún estamos a tiempo de por lo menos de mantener algo de estos glaciares, dejar algo sembrado para los demás andinistas, para los futuros visitantes y turistas.

David Hidalgo: ¿Qué podemos hacer para salvaguardar este patrimonio natural?

Andrés Haro Partiendo del reciclaje en casa se podría comenzar, debemos de contaminar menos, menos contaminación ambiental, menos contaminación vehicular, mejorar el manejo sostenible, sobre todo de la agricultura y ganadería y personalmente creo que las multas ayudarían a la educación.

David Hidalgo: Argentina cuenta con una ley de protección de glaciares, en Chile, se encuentra debatiendo un proyecto de ley similar. ¿Cree usted que en Ecuador se podría implementar una política pública de esta naturaleza?

Andrés Haro Claro que sí, imagino que ya estarán en ello, pienso que sí deberían implementarlo, es más deberíamos ser partícipes inmediatos, tú y yo y todos los que estamos involucrados en la parte de la montaña y todos los que estamos involucrados para proteger este entorno, exigiendo una ley que salvaguarde estos glaciares ecuatorianos.

David Hidalgo: ¿A este ritmo de desglaciación, cuánto tiempo cree que le queda a los glaciares ecuatorianos?

Andrés Haro Es difícil darte un dato, pero sin embargo, ya que me pones esta pregunta, a mi criterio aún les queda un largo paso hasta poder extinguirse por completo los glaciares, pero no por ello vamos a hacernos los dela vista gorda y tenemos que hacer algo inmediatamente.

Entrevista al Ing. Pablo Falconí

Escalador y Guía de montaña ASEGUM. 16 años de experiencia en montaña

Entrevista realizada el 28 de septiembre

David Hidalgo: ¿Cuál es la importancia de los glaciares andinos para las comunidades que se asientan aguas abajo?

Pablo Falconí: El agua de deshielo es de vital importancia para toda la sociedad, en vista que el agua es la principal sustancia en nuestro cuerpo y por ende de nuestra vida diaria, por ello al guardarse ahí digamos las reservas importantes del agua son un beneficio no solo para las comunidades aledañas que se benefician tanto para lo que es el riego, igualmente lo que es el aseo y el consumo humano, igualmente para las ciudades que se encuentran aguas abajo. Entonces es una fuente vital para toda la sociedad prácticamente.

David Hidalgo: ¿Considera usted que existe una tendencia al retroceso glaciar en los andes ecuatorianos? ¿Desde cuándo se percibe este fenómeno?

Pablo Falconí: Si claro, lamentablemente el retroceso glaciar ha sido en todos los glaciares del mundo y no es la excepción nuestros glaciares, hemos podido percibir ya, si no estoy mal, desde los años ochenta, un aumento en el retroceso del glaciar, una aceleración significativa digamos, pienso yo por el calentamiento global como principal factor, Y claro se puede ver, desde que empecé a escalar en montañas sí se ha notado el retroceso de los glaciares bastante, algunos se han perdido incluso. Entonces, sí es lamentable.

David Hidalgo: ¿Cuáles cree usted que son las causas de este fenómeno?

Pablo Falconí: Principalmente es el calentamiento global, por sí mismo desde la era industrial que ha venido el ser humano con un proceso de producción muy acelerado, entonces ese es uno de los principales factores del calentamiento. Lo loco de nuestras montañas es el clima que tienen una influencia directa de dos corrientes, la corriente de la costa y de los vientos que vienen de la selva, entonces quizás esa sea una peculiaridad especialmente en el Carihuirazo. Porque hace muchos años, cuando el Carihuirazo contaba con glaciar, tenía la peculiaridad de que a partir de los cinco mil metros es la línea de los glaciares aquí en el Ecuador, entonces desde ahí para arriba comienza el glaciar, ahora ya es más alto, es a partir de los cinco mil cien aproximadamente, pero el Carihuirazo, pese a su altura tenía glaciares desde mucho más debajo de los cinco mil metros, entonces tengo entendido que es por la humedad, pues llega mucha humedad a esa montaña, entonces eso ha facilitado la formación de los glaciares en épocas antiguas.

Actualmente, bueno, lamentablemente, el glaciar se ha perdido, lo único que vemos son nieves temporales. Hay muy pocas partes en las que se pueda decir que hay una masa glaciar en el Carihuirazo, casi lo que se ve es únicamente nieve dura, hay una capa grande de nieve eso sí, hay partes donde hay un metro, metro y medio tal vez, pero en sí glaciar, hay muy pocos pedazos de hielo en el Carihuirazo, donde se ve el hielo, pero muy poco.

David Hidalgo: ¿Cuáles cree usted que son las consecuencias derivadas del retroceso glaciar?

Pablo Falconí: Bueno las consecuencias como montañista que he podido percibir, es que las montañas se vuelven un poco más técnicas, más peligrosas también de subir. Por ejemplo en la ascensión al Chimborazo

ha habido épocas en las que desde el inicio del glaciar por ejemplo desde los cinco mil seiscientos hasta los cinco mil ochocientos es un hielo súper resbaloso, poco complicado subir, y se vuelve peligrosa la ascensión, entonces, viéndolo así es como que ya habido un impacto en el montañismo, tal vez se ha vuelto más técnica la escalada muchas veces.

David Hidalgo: ¿Cómo recuerda usted al glaciar del Carhuairazo?

Pablo Falconí: Bueno, cuando yo lo conocí, el glaciar ya había estado bastante recorrido, bastante retrocedido, incluso perdido el glaciar en muchas partes, ha habido épocas en las que se ha subido al Carhuairazo y sólo se encuentra roca y tierra, morrena, parches de nieve pero ya el glaciar como era, como he tenido la suerte de ver en fotografías por ejemplo en las que si se aprecia una masa de hielo importante en el Carhuairazo y es tanto así que me imagino que esos años en la época de los ochentas y noventas incluso había un proyecto de hacer en el Carhuairazo una pista de esquí, la misma que no se concretó, pero me refiero a que por la cantidad de nieve y de hielo que había era una buena opción. Pero ahora lo que vemos es sólo nieve temporal.

David Hidalgo: ¿Imagina usted a los Andes sin glaciares? ¿Cómo sería este mundo sin hielo en las altas cumbres andinas?

Pablo Falconí: Sería una pena, tal vez nosotros no lleguemos a ver eso en nuestra generación. Pero sería una pena ver el paisaje de las montañas sin nieve y uno que está acostumbrado a levantarse y ver las montañas y ver esas bellezas de las nieves y ver solo roca, sería tal vez ya para los escaladores de roca, tal vez algo bueno tendrías muchas opciones, pero es lo bonito de las montañas, es lo que les pinta de nieve, esa es la belleza de los andes, pero yo creo que tal vez nuestra generación no lleguemos a ver eso. El Chimobrazo, el Antisana, el Cayambe, todos estos glaciares tienen aún una importante masa, una gran masa de glaciar que es muy difícil que se pierda en poco tiempo, entonces quizás la próxima generación, todavía pueda disfrutar del hielo y de la nieve, pero quizás algún día si llegue a perderse del todo. Yo recuerdo en el año dos mil, tuvo una desglaciación impresionante, se lo veía pelado prácticamente en ese año, pero luego se vino a recuperar la masa glaciar y en estos años se ha recuperado bastantísimo, obviamente no del todo pero a comparación de ese año específicamente se le veía a la montaña súper pelada, entonces si daba pena ver como se perdía la nieve y el hielo.

David Hidalgo: ¿Considera que la pérdida de los glaciares puede ocasionar un traumatismo cultural, quizás espiritual para las comunidades cercanas?

Pablo Falconí: Pienso que sí podría haber un impacto cultural tal vez, como sabes muchas culturas aquí hacen algunos rituales en la montaña, le llevan ofrendas de agradecimiento cosas así y mucha gente estamos vinculados, digamos espiritualmente con las montañas, tal vez quienes practicamos este deporte, quienes gustan visitar a estas montañas, entonces obviamente ver una montaña a la que hemos estado acostumbrados a verla con glaciar, con nieve, ya verle sin eso, ya pelada obviamente sería un impacto visual triste, tal vez verle así pelada.

David Hidalgo: ¿Considera usted que aún estamos a tiempo de salvar los glaciares andinos?

Pablo Falconí: Bueno, me gustaría decir que sí, que estamos a tiempo pero siempre queda la incertidumbre de que tal vez no toda la humanidad no piensa lo mismo. Tú sabes, las grandes industrias, las grandes empresas tal vez piensan más en sus beneficios económicos que quizás en el impacto ambiental, entonces tal vez si estamos a tiempo, pero al ritmo que va la vida es difícil asumir que todos piensan igual y que va a haber tal vez un freno a la contaminación, a la polución, a la expansión agrícola, ganadera, entonces todas esas cosas si van generando un impacto en los glaciares y lamentablemente creo que no sé si estamos a tiempo realmente, me queda una duda. Quisiera decir que sí pero tal vez sea difícil. Tal vez con el tiempo siga ese proceso natural de retroceder. Pero hay estudios que confirman que posiblemente por la tendencia de como ha sido la vida y la historia del planeta que posiblemente haya una nueva glaciación. Entonces uno dice, si tal vez con el calentamiento global se pueden perder los glaciares, quien sabe luego, quizás con los años, venga una nueva etapa de glaciación y de enfriamiento, y luego ahí se recupere el glaciar.

David Hidalgo: ¿Qué podemos hacer para salvaguardar este patrimonio natural?

Pablo Falconí: Yo creo que podemos generar un impacto en la sociedad de crear conciencia de la necesidad de cuidar los glaciares, no solo de los glaciares sino también de los bofedales que están ya debajo del pajonal, porque si uno no cuida eso, se sigue perdiendo expandiendo la frontera agrícola, se sigue causando un impacto con ganadería, con turismo inconsciente, como es ahora mucha gente va por la novelería, arman sus campamentos, dejan basura, entonces en todas esas cosas es lo que hay que tratar de cambiar, de generar una conciencia, y ¿Cómo hacerlo? Pues con esta misma actividad del montañismo, uno genera conciencia, porque la gente va, conoce, disfruta, valora y sabe que está en un entorno natural que hay que cuidar, entonces tratar por medio del turismo sostenible, sustentable, en actividades que involucren este tipo de contacto entre el humano y la naturaleza. Generar ese valor es generar esa conciencia en la sociedad y tratar por medio de eso que conozcan, porque uno lo que no conoce, no valora. Si conocen, si ven fotos, si ven cosas, videos y pues tal vez van a decir mira esto es bonito, cuidemos, ojalá nuestros hijos lo conozcan también. Pienso que esa es una buena alternativa, generar actividades.

David Hidalgo: Argentina cuenta con una ley de protección de glaciares, en Chile, se encuentra debatiendo un proyecto de ley similar. ¿Cree usted que en Ecuador se podría implementar una política pública de esta naturaleza?

Pablo Falconí: Yo creo que sí, aquí todo son cuestiones políticas tú sabes, por ejemplo la expansión de la frontera agrícola en muchas comunidades, en muchas zonas aledañas a las montañas es una cuestión simplemente política. Y hay autoridades que ceden, otras que no y siempre hay un lío a veces entre la comunidad, entre el MAE entre el MINTUR, no sé. Pero yo pienso que claro, que con una política adecuada se puede proteger lo que es los páramos, las fuentes de agua, los glaciares obviamente, entonces si es una cuestión política y si es un tema que se debería tocar y ciertamente y debería ponerse objetivamente sobre la mesa, cosas puntuales además. Creo que en Ecuador, falta un poquito de la administración pública sobre estos temas ambientales con gente que sepa de estos temas.

David Hidalgo: ¿A este ritmo de desglaciación, cuánto tiempo cree que le queda a los glaciares ecuatorianos?

Pablo Falconí: Yo pienso que nuestra generación y la siguiente no llegará a ver eso la desaparición total de la cobertura glacial, tal vez sean cientos de años para que eso suceda, para que desaparezcan del todo, pero si en algo se puede frenar el retroceso, pues sería algo importante que podría hacer nuestra generación.

**Entrevista a Alfredo Haro
Cabo primero de la Policía Nacional**

Instructor de GOE

Encargado del área de docencia en rescate de montaña y apoyo táctico

Lleva en actividad en alta montaña desde el 2008. Formado en Europa, en la escuela de la CRS en Chamonix - Francia, ha participado en expediciones internacionales. En el 2013 alcanzó la cumbre del Huascarán en la Cordillera Blanca en Perú.

Entrevista realizada el 29 de Septiembre de 2020

David Hidalgo: ¿Cuál es la importancia de los glaciares andinos para las comunidades que se asientan aguas abajo?

Alfredo Haro: La importancia radica en que los glaciares son los que nos dan vida, ese es el amor que nosotros le tenemos a la naturaleza, por eso es que es tan importante cuidarles a los glaciares y a parte de los andes realmente no tenemos muchos glaciares, aquí en nuestro país, sólo los vamos a encontrar en algunos volcanes. En nuestro país los vamos a encontrar a partir de los 4 800 m a 5000 m hacia arriba. Entonces esa es la importancia de los glaciares que debemos cuidarles. Ser más responsables en el cuidado y lo que nos está afectando bastante es el retroceso como tú lo dijiste.

David Hidalgo: ¿Considera usted que existe una tendencia al retroceso glaciar en los andes ecuatorianos?

Alfredo Haro: Especialmente en Ecuador si. Yo le considero más por la línea ecuatorial y por estar más cerca del sol. Es por eso que en nuestros glaciares el retroceso es más rápido que los glaciares europeos por ejemplo o en la parte de los Himalayas. En Ecuador los rayos solares nos pegan más cerca y es por eso que el retroceso glaciar nos consume más rápido los glaciares. Ese es un factor, creo yo. Otro factor se puede decir que en la parte entre el Carihuaírazo y el Chimborazo fue bastante afectado desde el año 1999, desde la erupción de la mama Tungurahua, la parte de la ceniza fue un factor negativo para los glaciares. Eso nos afectó bastante para el retroceso de nuestros glaciares del Carihuaírazo y del Chimborazo, especialmente en la parte de este glaciar que se le conoce como el Espejo.

Y acotando también algo importante que en Europa, donde he tenido el gusto de estar allá formándome y se puede decir que allí se tiene en Chamonix el glaciar de Bossons, desde 2700 m s. n. m. . Imagínate es a 100 m más abajo de lo que se encuentra Riobamba. En cambio nosotros para encontrar un glaciar en Ecuador tenemos que estar por encima de los 5000 m para tener un glaciar. Por eso es que a mayor altura

el sol es más fuerte, y en Europa, como te decía, el retroceso es menor, obviamente a todo el mundo nos está afectando este retroceso, si bien es cierto en Ecuador nos está afectando un poco más.

David Hidalgo: ¿Cuáles cree usted que son las consecuencias derivadas del retroceso glaciar?

Alfredo Haro: Son muchas que se derivan del calentamiento global que se le conoce como el efecto invernadero, la capa de ozono está destruyéndose, la contaminación, es uno de los más importantes que están afectando al retroceso de los glaciares.

David Hidalgo: ¿Cuáles son los peligros que usted podría asociar al retroceso glaciar del Carihuairazo?

Alfredo Haro: Tenemos los peligros objetivos y subjetivos. El peligro objetivo es el que haciendo actividades de alta montaña como el cramponaje, prácticas de escalada, progresiones en glaciar, y esto podría ocasionar un desprendimiento. Y un riesgo subjetivo, se puede decir que el glaciar más duro, más compacto, el glaciar azul como lo conocemos, está en la parte más profunda y podría producir un peligro subjetivo porque está demasiado duro para la marcha con crampones, no podría ser muy bueno y podríamos resbalarnos. Esos serían los riesgos objetivos y subjetivos.

David Hidalgo: ¿Cómo recuerda usted al glaciar del Carihuairazo?

Alfredo Haro: Hermoso, realmente era una de mis primeras escuelas como te comenté desde el 2008, como profesional formándome en esta especialidad de montañista y rescatista. Nosotros teníamos ahí en este glaciar para hacer prácticas, hacer toda la escuela que nosotros le llamamos de polipastos, prácticas de cramponaje, marchas, frenados y todo por el estilo. Nosotros le aprovechábamos mucho, mucho a este glaciar. Y ahora realmente es penoso ver que lo que queda es un poquito, de este glaciar hermoso que existe todavía, pero hace doce años que te digo era un glaciar hermoso, y ahí tuve el gusto de formarme, de tener mis primeras prácticas.

David Hidalgo: ¿Imagina usted a los Andes sin glaciares? ¿Cómo sería este mundo sin hielo en las altas cumbres andinas?

Alfredo Haro: No. No me imaginaría eso, es una pena. No realmente no me viene a la idea esto de no tener glaciares en nuestros volcanes, es el atractivo, este es el manto que nosotros tenemos, que podemos degustar desde nuestras ciudades y poder verlos. Entonces esperar ver algo seco, sólo roca, no me viene a la mente o a la idea

David Hidalgo: ¿Considera que la pérdida de los glaciares puede ocasionar un traumatismo cultural, quizás espiritual para las comunidades cercanas?

Alfredo Haro: Sí claro, efectivamente, el caso específico, la historia y la tradición que nosotros tenemos como ecuatorianos de Baltasar Ushca, entonces esa es nuestra historia y esa historia realmente se perdería y quedaría sólo para conversar más nada para poderlo vivir como hasta hoy se lo hace que va a sacar el hielo para hacer los helados en Riobamba, y esta situación ya quedaría para el olvido.

David Hidalgo: ¿Considera usted que aún estamos a tiempo de salvar los glaciares andinos?

Alfredo Haro: Sí. Sí estamos a tiempo, obviamente todos poniendo un granito de arena si es que ya no contaminamos, si protegemos el medio ambiente, lo vamos a lograr, vamos a salir adelante, con estas ONG también que a nivel mundial están trabajando para la conservación del medio ambiente y especialmente de los glaciares, pero como te digo , el trabajo es de todos.

David Hidalgo: Argentina cuenta con una ley de protección de glaciares, en Chile, se encuentra debatiendo un proyecto de ley similar. ¿Cree usted que en Ecuador se podría implementar una política pública de esta naturaleza?

Alfredo Haro: Sí, sí, sí. Realmente nos iría muy bien porque el Ecuador y el mundo atraviesan el mismo problema y es nuestro deber cuidarles, y enfocándonos en eso, el tema de capacitación de universidades, el tema de colegios, de escuelas, hacerles llegar a una concientización y de ahí contar con una ley, con el apoyo legal para la conservación. Yo le veo, quedaría muy bien para nuestro país y para la conservación de los glaciares.

David Hidalgo: ¿A este ritmo de desglaciación, cuánto tiempo cree que le queda a los glaciares ecuatorianos?

Alfredo Haro: En general no te podría decir realmente, pero por ejemplo, pongámsle en el Chimborazo, yo realmente le vería a este ritmo que vamos, unos quince años creo yo. Porque imagínate el Chimborazo, cuando comencé las escaladas en él, nosotros teníamos el glaciar a los 4500 más o menos, y hoy en día en el Chimborazo mismo, vas a encontrar glaciar a partir de los 5000 O más también, el retroceso está bastante rápido.

Entrevista a Armando Condo

Gerente propietario de la agencia turística Time Aventure. Consultor en varias instituciones públicas y municipios del país. Practica alta montaña desde el año 2005

Entrevista realizada el 29 de Septiembre

David Hidalgo: ¿Cuál es la importancia de los glaciares andinos para las comunidades que se asientan aguas abajo?

Armando Condo: Los glaciares son muy importantes para las comunidades porque proveen agua pura, el hecho de que cuando comienzan a caer el agua a las comunidades, esta agua baja, digamos pura.

David Hidalgo: ¿Considera usted que existe una tendencia al retroceso glaciar en los andes ecuatorianos? ¿Desde cuándo se percibe este fenómeno?

Armando Condo: Por la problemática del calentamiento global, pues es una tendencia muy alta de retroceso de los glaciares.

David Hidalgo: ¿En su experiencia como montañista, cómo ha percibido usted el retroceso glaciar de los andes ecuatorianos?

Armando Condo: Bueno en mi opinión personal y de lo que he palpado cuando he ido a las montañas, alrededor de unos veinte años acá se ha evidenciado una dramática pérdida de los glaciares en todas las montañas del Ecuador y por qué no decir de Sudamérica.

David Hidalgo: ¿Cuáles cree usted que son las causas de este fenómeno?

Armando Condo: Cómo manifesté antes, el problema principal es el calentamiento global.

David Hidalgo: ¿Cuáles cree usted que son las consecuencias derivadas del retroceso glaciar?

Armando Condo: Las consecuencias de esta situación serán la pérdida de agua para las comunidades y especialmente la pérdida de flora y fauna que hay alrededor de las montañas.

David Hidalgo: ¿Cuáles son los peligros que usted podría asociar al retroceso glaciar del Carihuairazo?

Armando Condo: Uno de los principales peligros es la pérdida de vida vegetal que existe en el lugar, así como también de animales. Actualmente, están siendo principalmente afectados los grupos humanos que viven en las zonas aledañas debido a la falta de agua.

David Hidalgo: ¿Cómo recuerda usted al glaciar del Carihuairazo?

Armando Condo: En mi caso, yo vengo practicando alta montaña, alrededor de 20 años, antes se podía apreciar una importante masa glaciar en el Carihuairazo, especialmente después de algunas lagunas que existen ahí, pero lastimosamente ahora eso ha retrocedido bastantísimo y modificado totalmente lo que es el paisaje gélido que había ahí.

David Hidalgo: *¿Imagina usted a los Andes sin glaciares? ¿Cómo sería este mundo sin hielo en las altas cumbres andinas?*

Armando Condo: Para nosotros como montañeros, sería algo peligroso, porque la pérdida de glaciares implica muchos riesgos en la parte de seguridad, sobre todo por la caída de rocas y fundamentalmente las afectaciones como lahares que pueden bajar a las comunidades.

David Hidalgo: *¿Considera que la pérdida de los glaciares puede ocasionar un traumatismo cultural, quizás espiritual para las comunidades cercanas?*

Armando Condo: En este caso, sí. Hay muchas comunidades andinas que celebran sus rituales en las montañas, Te hablo algo de nuestra experiencia como montañistas hemos palpado que muchas comunidades iban a lo que es las partes altas de los nevados a hacer rituales de enfriamiento de relaciones o también a pedir permiso para sembrar cultivos, cosas así en la parte ancestral.

David Hidalgo: *¿Considera usted que aún estamos a tiempo de salvar los glaciares andinos?*

Armando Condo: Es un poco difícil pero no imposible. Se debería trabajar en políticas públicas y privadas para ayudar a mantener todavía estos lugares, pero es algo que ya depende de todo el mundo, sobre todo en la creación de políticas que ayuden a combatir el calentamiento global.

Pasó algo con lo que es la pandemia, como todo mundo se aisló, pararon empresas e industrias que emitían gases a la atmósfera y una vez que esto pasó, me refiero a la cuarentena, parece que se mejoró el ambiente; últimamente hemos palpado nevadas que parece que están favoreciendo a mantener estos glaciares, pero otra vez, ahora mismo comenzó a retroceder o a desaparecer esa nieve que aparentemente estaba ayudando.

David Hidalgo: *Argentina cuenta con una ley de protección de glaciares, en Chile, se encuentra debatiendo un proyecto de ley similar. ¿Cree usted que en Ecuador se podría implementar una política pública de esta naturaleza?*

Armando Condo: Si se podría porque hay políticas por ejemplo que se orientan a la conservación de páramos entonces yo creo que sí podemos proponer políticas que ayuden a la conservación de glaciares.

David Hidalgo: *¿A este ritmo de desglaciación, cuánto tiempo cree que le queda a los glaciares ecuatorianos?*

Armando Condo: Yo estimo de diez a quince años para una pérdida total de la masa glaciar, quizás podrán mantenerse un tiempo con las heladas y acumulación de nieve, pero glaciares en sí mismos, ya se están perdiendo. Algo que palpamos hace unos cinco años atrás, es que en el Chimborazo hubo desprendimientos considerables de glaciares por la parte de cuatro esquinas.

Hace unos quince días fuimos para el Carihuairazo y encontramos erosiones y ya de lo que es el retroceso del glaciar del Carihuairazo, y desprendimientos grandes alrededor de esta zona.

Entrevista al Ing. Paúl Carvajal

Se ha desempeñado en varios periodos como presidente y director técnico del club de andinismo “Andi Poli Chimborazo”. Guía de alta montaña, ha participado en varias tareas de rescate, instructor en capacitaciones al GOE, e la Policía Nacional

Entrevista realizada el 30 de septiembre del 2020

David Hidalgo: ¿Cuál es la importancia de los glaciares andinos para las comunidades que se asientan aguas abajo?

Paúl Carvajal: Los glaciares y las superficies de los continentes que están cubiertas de hielo representan cerca del 10 % de la superficie terrestre, contienen cerca del 70 % del agua dulce de la tierra. Las consecuencias negativas de un retroceso del glaciar en un régimen hídrico de las cuencas andinas, que pertenecerían a todo lo que es los Andes, producirían una catástrofe. En condiciones normales los glaciares proveen de agua durante la temporada seca; con el aumento de la temperatura el deshielo acelera este aumento de agua, se produce más escorrentía, este cambio en la respuesta hídrica de las cuencas resulta en una reducción significativa de los caudales posteriores y la pérdida de la capacidad de regulación hídrica que tienen los glaciares. Las poblaciones mantienen una relación directa e indirecta con los glaciares, las ciudades dependen del agua que proviene de estos deshielos para el consumo, riego, generación hidroeléctrica y otras actividades económicas, y ayudan a mantener con vida algunos nichos ecológicos en los que se encuentran los nevados y por ende los glaciares. La repercusión del que deje de existir en su forma original el glaciar es bastante fuerte, ya que la gente del sector convive con el agua que sale normalmente, tienen para sus cultivos, para sembrar para su vida diaria. Cuando aumenta la temperatura, aumenta el deshielo, aumenta el caudal del agua, lo que ha sucedido estos años por el sector del Chimborazo en el que ha habido bastantes aludes, que es la mezcla del agua cuando se derriten los glaciares con la tierra, lo que provoca lodo denso, espeso entonces va no solamente deforestando, si no arrasando todo lo que encuentra y los lugares por donde pasa a la larga llegan a ser desérticos, áridos.

David Hidalgo: ¿Considera usted que existe una tendencia al retroceso glaciar en los andes ecuatorianos? ¿Desde cuándo se percibe este fenómeno?

Paúl Carvajal: Dentro de lo que es la cadena montañosa de los Andes, incluyendo a todos los países que forman los andes, son más o menos unos ocho mil u ocho mil quinientos kilómetros que forman los andes, dentro de nuestro país y dentro de los países que forman esta cadena montañosa, se alberga una gran diversidad de glaciares de montaña, que también dependen de las condiciones climáticas, dependen de las propias formaciones morfológicas de cada lugar y de la montaña, los glaciares se retraen de forma generalizada a lo largo de toda esta cadena de los andes. Se considera que para el año 2100 aproximadamente se perderá un 70 % de la cobertura de los Andes y se debe tomar el incremento de la temperatura por el efecto invernadero en 1,5 a 3 °C que puede subir la temperatura, se prevé que se puede perder el 70 % de la cobertura en todos los andes, no solamente en nuestro país. Inclusive son lugares bien vulnerables a este hecho del cambio climático y reconocen el retroceso de los glaciares como un problema de interés público que requiere ser incluido en las agendas políticas de cada país. Se debe tener en cuenta que nuestro país se encuentra ubicado en el centro, estamos en el punto cero, exactamente en el punto más cercano al sol, por esta situación el derretimiento de los glaciares en nuestro país va a ser más rápido, en

menos tiempo, se podría decir, como está presupuestado para el resto de la cadena de los andes. Como había mencionado, está prevista la pérdida del 70 % en un lapso de cien años. Podemos darnos cuenta en este momento, que en ocasiones, se encuentra despejado en la ciudad de Riobamba, se ha visto desde cualquier punto de la ciudad al Carihuairazo completamente sin nieve, solamente roca, entonces ese es uno de los factores que indican el proceso de desglaciación que existe en nuestro país en nuestras montañas.

David Hidalgo: ¿Cuáles cree usted que son las consecuencias derivadas del retroceso glaciar?

Paúl Carvajal: Bueno es algo tan difícil de expresar que con una simple mirada uno se da cuenta de la cantidad de nieve que ha desaparecido de las montañas, como hablaba hace un momento del glaciar del Carihuairazo, igual el Chimborazo ha perdido bastante nieve. La nieve constituye en un factor que actúa como cobija, que protege a los glaciares, hoy ya no existe nieve, por obvias situaciones el glaciar ha retrocedido, ha desaparecido. Hace años atrás, uno cuando viajaba a las montañas, pues había nieve desde el camino de la entrada. Tomemos en cuenta que el Chimborazo y el Carihuairazo están pegados relativamente. Entonces el ingreso para estos dos nevados ya desde la carretera estaba ya cubierto de nieve, en el caso del Chimborazo, ya desde el arenal y en el caso del Carihuairazo por la vía Guaranda-Ambato, que se le conoce como Mechahuasca o Río Colorado, entonces todo eso era lleno de nieve. Entonces era un paisaje muy bonito, obvio que era un poco más frío, considero que era más fácil caminar en la nieve, actualmente muchas de las montañas ya no tienen glaciar, no tienen nieve, tienen morrena como es el caso del Carihuairazo y es mucho más complicado el caminar y el ascender

David Hidalgo: ¿Cuáles son los peligros que usted podría asociar al retroceso glaciar del Carihuairazo?

Paúl Carvajal: Uno de los principales, para mí sería que se formen lagunas de glaciar. ¿Qué son las lagunas de glaciar? Es la acumulación del agua por el deshielo de los glaciares y en lugares tan vulnerables e inestables como el Carihuairazo. Puede producirse un desbordamiento de este tipo de lagunas y por obvias situaciones se produciría un tipo de inundación en el sector aledaño al nevado Carihuairazo, en cuya base se encuentra una comunidad asentada, entonces ellos serían los principales afectados. En el momento que se den este tipo de situaciones a la larga no es solamente que ha sucedido esta situación el lugar quedaría completamente destrozado, inhabitable, a la larga ya no se podría cultivar ni sembrar nada.

David Hidalgo: ¿Cómo era ascender al Carihuairazo en los noventas o al inicio del siglo XXI?

Paúl Carvajal: Bueno yo tengo un bonito recuerdo de aquel nevado. El glaciar empezaba en la base del nevado y mientras uno iba caminando ya desde el ingreso de la comunidad ya se lograba divisar el glaciar. Entonces el glaciar empezaba desde la base de la montaña, lo que hoy en la actualidad se utiliza para asentar las carpas, para hacer una noche de pernoctación para poder subir a la cumbre del Carihuairazo, entonces todo era completamente blanco con aspectos y pintorescos verdes de la naturaleza mismo. Hoy el lugar está prácticamente desértico, árido, se le ve seco, sólo roca. Lastimosamente ha perdido uno de sus encantos.

David Hidalgo: *¿Imagina usted a los Andes sin glaciares? ¿Cómo sería este mundo sin hielo en las altas cumbres andinas?*

Paúl Carvajal: Yo creo que se perdería el majestuoso paisaje de todos los andes, a quienes conocemos montañas. Creo que sería uno de los más tristes sucesos que podría pasar, solamente quedaría el recuerdo en los montañeros de aquellos paisajes hermosos que logramos divisar y la característica de estos países andinos sería que se transformarían en unos montes muy tristes que tal vez las personas ya no desearían subir, en el aspecto de montañismo y los lugares donde se encuentren las montañas se volverían lugares desérticos, áridos por falta de agua para las comunidades y las ciudades.

David Hidalgo: *¿Considera que la pérdida de los glaciares puede ocasionar un traumatismo cultural, quizás espiritual para las comunidades cercanas?*

Paúl Carvajal: Claro. Sabes que dentro de lo que viene a ser el contexto espiritual de los pobladores de las bases donde se encuentran las montañas para la gente del lugar, tiene un contexto cultural muy inmenso. Son gigantes congelados, que para los pueblos andinos los consideran como dioses, en el caso del Ecuador se les llama Taitas, como el Taita Chimborazo, el Taita Imbabura, en el caso del Perú se les conoce como Apus, y en el caso de Bolivia como Achichilas, un nombre medio especial que tienen. Todos estos nevados para el contexto de sus pobladores se les trata o tienen un significado de señores, son montañas consideradas vivientes, desde la época pre incásica. En varios pueblos de los andes tienen ese significado, especialmente en Ecuador, Perú y Bolivia, a ellos se les atribuye ciertos ciclos vitales que dominan el convivir de la gente de sus sectores. Tienen un significado asociado a la divinidad. Son especies que se les denomina “Huacas”. ¿Qué es una Huaca? Es un santuario, un lugar sagrado. En estos cerros tutelares, existen estructuras o plataformas donde se desarrollan diversos ritos. Especialmente son considerados como santuarios de altura. Es el caso del Chimborazo, aquí en Ecuador, cerca del Carihuairazo, tenemos el caso del Templo Machay. Quienes hemos tenido la oportunidad de visitar el Templo Machay, se puede observar que todavía hay ofrendas que hacen a la montaña en agradecimiento o peticiones especiales que se realizan a la montaña.

David Hidalgo: *¿Considera usted que aún estamos a tiempo de salvar los glaciares andinos?*

Paúl Carvajal: Bueno, yo considero que sí que habría mucho trabajo que realizar. Yo creo que primero se debería comenzar por respetar la naturaleza como parte de nosotros, considerar a la naturaleza patrimonio natural a las montañas, a todo lo que implica en un sentido de la Pachamama, no como palabra sino como universo, como un mundo que es parte de nosotros. Tendríamos que empezar con esa parte del respeto. Tendríamos que evitar la contaminación de ese patrimonio natural, con esto nosotros podríamos ayudar a conservar y ayudar a regenerar sitios naturales que se necesiten, como por ejemplo evitar traer basura de la ciudad, cuando se organiza un paseo, recordemos que la mayoría de la gente lleva botellas, plásticos. Una botella plástica tarda cientos de años en desaparecer, suministrar a la naturaleza para que siga sobreviviendo. ¿A qué me refiero con herramientas? Realizar una reforestación, pero no con una reforestación común que se hace con especies que no son del lugar. Se deberían utilizar especies endémicas, propias del lugar, son las plantas arbustivas de la zona, no ingresar árboles, con eso se ayudaría a solventar parte del problema, recordemos que la mayor parte del problema es en lugares de altura, son páramos, donde se encuentran almohadillas, líquenes que son los que retienen el agua que sale del glaciar. Si

desaparecen estos seres, desaparecería la vida prácticamente. En los mismos lugares se pueden crear brigadas de protección para preservar este patrimonio. Siempre tenemos que cuidar el patrimonio natural viviendo en armonía con él.

David Hidalgo: Argentina cuenta con una ley de protección de glaciares, en Chile, se encuentra debatiendo un proyecto de ley similar. ¿Cree usted que en Ecuador se podría implementar una política pública de esta naturaleza?

Paúl Carvajal: Por supuesto, esta debería ser una prioridad del estado. Hay que recordar que si desaparecen los glaciares, las ciudades y las comunidades y los pueblos aledaños especialmente a las montañas, nos quedaríamos sin agua, desabastecidos y ese sería un gran problema de supervivencia para la humanidad, no solamente para la gente que vive en la base de las montañas.

David Hidalgo: ¿A este ritmo de desglaciación, cuánto tiempo cree que le queda a los glaciares ecuatorianos?

Paúl Carvajal: Es un poquito complejo. Los andes en sí en todo lo que forman los países que lo conforman es una región bien vulnerable, es una región bien fácil de alterar, es un lugar muy sensible a la pérdida de los glaciares. Se calcula que para el 2100, como te decía, se puede perder el 70 % de la cobertura de estos glaciares. En nuestro caso por encontrarnos perpendiculares al sol, va a ser mucho más rápido, entonces la idea sería generar lo más pronto posible este tipo de ley que debe nacer del estado, que debe estar dentro de la constitución para que sea algo de alguna forma “obligatorio” para que la gente aprenda a cuidar y a proteger lo que tenemos, lastimosamente las mayor parte de las desglaciaciones se dan también por el calentamiento global. El calentamiento global está producido por el exceso de dióxido de carbono que generan las empresas, los vehículos, el metano y sobre todo los gases fluorosos que son los que se encuentran en las refrigeradoras, aislantes térmicos e inclusive en los desodorantes personales que utiliza la gente, entonces uno se pone a ver hay una cantidad de aerosoles que hay, entonces eso es lo que ayuda a la contaminación y a que acelere el ritmo del calentamiento global y por ende la desglaciación. Recordemos que hace seis meses antes que sucediera este problema del COVID-19 a las montañas ya se les veía completamente sin nieve, estos seis meses que hemos pasado de confinamiento, ha ayudado a que, como ha habido movimiento “económico” no ha habido producción de empresas, pues las montañas se están volviendo a cargar de nieve, lastimosamente el asunto de la economía del país depende de la contaminación, lastimosamente es así la realidad.

Se debería tratar de hacer algo para que a la larga el proceso que está muy acelerado disminuya, sea más lento en otras palabras. Es algo imposible pedir que dejen de funcionar las empresas y todo eso porque eso es lo que da la economía al país. Lastimosamente no tenemos recursos para generar diferentes o distintos en rubros en economía, pero habría que tratar de crear algo o realizar algo en especial para disminuir en algo esta capacidad de contaminación. Nosotros por encontrarnos en el lugar especial de nuestra ubicación, nuestros glaciares están desapareciendo más rápido.

Hace años en el 2003 que subí con un grupo de Checoslovacos a la cima del Chimborazo, suspendimos la salida porque el glaciar era un río completo que se estaba descongelando. Tengo una imagen horrorosa de esa vez de la montaña, por obvias razones es mejor precautelar la vida de las personas, se suspendió la

salida, entonces en el Chimborazo también han sucedido bastantes cambios, por obvias razones el Carihuairazo que es más pequeño y está pegado al Chimborazo. Prácticamente el Carihuairazo ya este rato es solamente un monte de arena y piedra. Ventajosamente en estos seis meses que hemos pasado confinados, el nevado ha vuelto a cargarse, se le ve ahora con nieve a los años que se le ha vuelto a ver. Para quienes tuvieron la suerte y la dicha de subirle años atrás cuando tenía bastante nieve, era algo maravilloso, algo formidable.

El glaciar del Carihuairazo era donde se realizaba la escuela de glaciación para empezar a hacer montaña, para empezar a caminar, para comenzar a colocar tornillos, para comenzar a hacer anclajes, era el lugar más cercano en el centro del país para la gente que practicaba montaña.

Entrevista al Ing. José Moreano

Referente del montañismo nacional y latinoamericano. Presidente por varias ocasiones de la FEDAN (Federación Ecuatoriana de Andinismo) y de la UPAME (Confederación Panamericana de Deportes de Montaña y Escalada)

Entrevista realizada el 16 de Octubre del 2020

David Hidalgo: ¿Cuál es la importancia de los glaciares andinos para las comunidades que se asientan aguas abajo?

José Moreano: En realidad los glaciares andinos, los glaciares ecuatorianos son glaciares tropicales, el 99 % de los glaciares tropicales se encuentran en América, tenemos el 1 % que están en África, entonces cuál es el fenómeno que va a causar el problema a las comunidades aguas debajo de los glaciares, hará que, inicialmente tengan un incremento de caudal, aguas abajo por la desglaciación que exista, a lo mejor hará que algunos espacios que tenían con algunas lagunas se irán incrementando su caudal, pero eso será temporalmente porque ya después que no exista el aporte glaciar, se comenzarán a secar estos acuíferos y tendrán problemas en cuanto a la producción agrícola, la producción dentro de la ganadería, se afectarían estos sectores; si siembran no van a tener el agua, de aquí aproximadamente a unos cincuenta años, y esto ocurrirá no solo en el Carihuirazo, sino también en los glaciares de todo el Ecuador y de toda Latinoamérica, por eso es que las comunidades que estén alrededor del Carihuirazo, sí se verán afectadas, a un futuro, que no sabemos el tiempo exacto, porque dependerá de las estaciones lluviosas que tengamos. Entonces se va afectar económicamente a las comunidades que estén alrededor del Carihuirazo.

David Hidalgo: ¿Considera usted que existe una tendencia al retroceso glaciar en los andes ecuatorianos? ¿Desde cuándo se percibe este fenómeno?

José Moreano: En los andes ecuatorianos existe un retroceso franco de los glaciares. Esto se puede percibir desde mucho tiempo atrás, cuando subíamos a las montañas. Por ejemplo cuando ascendíamos al Chimborazo, a veces salíamos por el otro lado, por el lado de murallas rojas, desde el refugio Fabián Zurita, desde nido de cóndores, calzando crampones, aunque a veces no había glaciares permanentes, pero había nieve desde este punto que está a 4800 m. Pero lamentablemente después ya calzábamos crampones llegando a murallas rojas, en el sector de los penitentes, y lo mismo por el otro lado, en la ruta del refugio Whymper, había ocasiones en las que salíamos desde el refugio Whymper con crampones, utilizábamos varias vías, entonces se podía subir por lo que se llama el Corredor o por el lado de las Agujas de Whymper, hasta unirse a la vía por la grieta de Hans Mayer. Desde ahí podíamos percibir que había un gran glaciar, que se llamaba el glaciar de Thielman, que a unos 300 m del refugio Whymper, hacíamos la directísima por ahí, por el glaciar de Thielman que ya no existe. Entonces esas son las pautas que nos han dado a los andinistas para identificar el retroceso franco de los glaciares y cuáles son los factores por los que se ha producido esta desglaciación.

David Hidalgo: ¿Cuáles cree usted que son las causas de este fenómeno?

José Moreano: Podríamos hablar, por ejemplo del descuido que existe de parte de toda la industria mundial y no preservar y no tener el cuidado con los gases que están contaminando la atmósfera, con productos de

la industria, productos de la combustión de combustibles fósiles, de hidrocarburos que están produciendo el fenómeno de invernadero que es lo que está produciendo el calentamiento global. Entonces el calentamiento de la tierra es uno de los causantes para que exista el derretimiento de los glaciares, existen estudios que manifiestan que en los próximos años habrá por lo menos un incremento de 1,1°C de la temperatura de la tierra, esto va a propiciar el retroceso de los glaciares.

Otro factor es la falta de lluvias. El fenómeno del Niño atrae las lluvias al continente y por ende a los andes ecuatorianos, y si no hay una producción de nieve, precipitaciones con nieve donde se puedan retroalimentar los glaciares indudablemente se va a producir la desglaciación en los andes. La falta de nevadas es lo que también está produciendo la desaparición de los glaciares.

David Hidalgo: ¿Cuáles cree usted que son las consecuencias derivadas del retroceso glaciar?

José Moreano: Bueno, las consecuencias van a ser grandes. Si hay una desglaciación acelerada, en un proceso agresivo, va producir que ya no tengamos “glaciares eternos” como los conocíamos, que es de donde obteníamos agua, entonces lo que va a ocurrir es que el agua contenida por ejemplo en los glaciares del Carihuairazo y del Chimborazo para llegar a las corrientes que riegan los diferentes sectores, los diferentes páramos y sembríos, ya no contarán con agua subterránea, entonces los glaciares ya no producen agua superficial para los ríos y quebradas, por lo que el agua deberá ser bombeada para ser utilizada en riego, se deberán excavar pozos. Lo que hará que económicamente aumente el costo de la vida; habrán problemas para poder obtener el agua. Si ahora tenemos que bombear el agua para traer a Riobamba, después con el tiempo estaremos obligados a buscar aguas profundas para proveer a la ciudad, indudablemente habrán problemas no solo en el campo sino también en las ciudades, asociados a este fenómeno de la desglaciación, pues de los glaciares nacen varios ríos, es el caso del Carihuairazo, cuyos deshielos aportan al río Ambato que provee de riego a varias comunidades, y en la vertiente occidental, se afectaría al río Mocha que precisamente nace del Carihuairazo.

David Hidalgo: ¿Cómo recuerda usted al glaciar del Carihuairazo?

José Moreano: El Carihuairazo es una montaña parecida a las típicas montañas europeas alpinas, tiene tres grandes formaciones para la concentración de glaciares. Subiendo la arista desde el lado de Mocha, hace un circo por la cumbre central y ese glaciar que había antes, porque ya no hay, se veía incluso desde Riobamba, el glaciar que conocíamos como el glaciar este. Siguiendo la línea de cumbre, la arista de la cumbre central hasta llegar a la cumbre máxima se producía otro valle donde existía el glaciar para pasar desde la cumbre central para la cumbre máxima y el último circo, que es el que se está subiendo actualmente es el que va desde los Josefinos a la cumbre máxima, ese de ahí era un glaciar grande, enorme que iba hasta los 4500-4600 metros, hacia unos cuarenta años, atrás, e incluso se pensó en poner una pista de esquí en el Carihuairazo que daba a entender que eran unos potentes glaciares que existían en el Carihuairazo.

Esto no significa que el Carihuairazo sea la montaña más afectada, es más vulnerable, por ejemplo en el Cotacachi de 4 980 m de altura, tenía un glaciar que llamábamos el glaciar Ecuador que a la fecha ya no existe, ahora se puede ver que ha quedado roca pulida y acá en el Carihuairazo, indudablemente los glaciares que se formaron, ya no existen.

David Hidalgo: ¿Cuál cree usted que son los peligros asociados a la pérdida del glaciar del Carihuairazo?

José Moreano: El Carihuairazo es parte de la Reserva Faunística Chimborazo, ahí están las vicuñas, mucha fauna y mucha flora que existe propia, típica de la región, incluso la chuquirahua, el frailejón, varias especies de flores, típicas del sector, el rato que exista la desglaciación van a desaparecer, a lo mejor se van a incrementar o dar paso a otro tipo de formación, porque ya no va a existir la misma disponibilidad de agua, de nubes que vayan a ayudar a mantener esa humedad propia del Carihuairazo, que es precisamente su característica, es una montaña que tiene bastante humedad.

Cuando contábamos que iríamos al Carihuairazo, decíamos: “tendrás cuidado de los rayos”. Porque existían muchos rayos en el Carihuairazo, a parte en la arista central, uno pasaba y sentía la energía de las nubes, cargadas de electricidad. Teníamos que agacharnos, los cabellos se nos erizaban, debíamos bajar la vista, hasta dejar que pase la nube cargada de electricidad; entonces toda esa humedad ya no va a existir. Hay unas pequeñas lagunitas que están colocadas alrededor de la ruta que va subiendo al Carihuairazo. Entonces si vamos a tener un gran cambio de vegetación y un cambio también de la fauna que existe o existía en el lugar, como por ejemplo las águilas, y el cóndor, pero aún se conservan los venados, las llamas, entonces existirán problemas que afecten a la fauna y la flora.

David Hidalgo: ¿Imagina usted a los Andes sin glaciares? ¿Cómo sería este mundo sin hielo en las altas cumbres andinas?

José Moreano: Para nosotros los montañeros que tenemos varios años ascendiendo a las montañas, estamos acostumbrados, y psicológicamente preparados a subir, calzando los crampones al salir de nuestra carpa, acampando al filo de la nieve, al pie de los glaciares. No solo en el Carihuairazo, por ejemplo al pasar por la vía entre Riobamba y Ambato, llegando al Cerro Negro, donde había el paso de la muerte, por ahí para ir a la cumbre central y a la Mocha, debíamos calzar crampones desde la base. Cuando íbamos por el otro lado por el flanco del río Colorado, había un glaciar enorme que lo subíamos ya calzados crampones. Ahora ha sido traumático indudablemente verle a nuestras montañas sin sus glaciares. Esperemos que no pase, esperemos que podamos cambiar la historia, podamos tener una mejor conciencia de los países industrializados que ayuden a que se vaya bajando el nivel de contaminación para que puedan existir más precipitaciones, entonces a mayor precipitaciones, mayores nevadas, más lluvias ayudan a que puedan seguir existiendo los glaciares.

En este momento en que me hace la pregunta, me estoy poniendo a pensar en los volcanes en Guatemala, que alguna vez habían tenido un poco de nieve pero, lamentablemente nos contaban los amigos de allá, ya no hay en la actualidad precipitaciones de nieve, sólo son montañas de roca, arena y puro material volcánico, que es el contraste diferente al verle con nieve. La nieve representa mucho, la nieve representa nuestra transformación espiritual, blanca, transparente, como somos los montañeros, con esa energía, esa vitalidad, sentimientos nobles, que es el espíritu de la nieve, transparentes.

Verles a nuestras montañas sin nieve sería indudablemente increíble, no podríamos aceptarlo, esperemos que no pase eso, para que nuestras próximas generaciones, por lo menos nuestros nietos, si puedan observar a nuestras montañas cubiertas de nieve.

David Hidalgo: *¿Considera que la pérdida de los glaciares puede ocasionar un traumatismo cultural, quizás espiritual para las comunidades cercanas?*

José Moreano: La cultura es parte de la formación integral de los pueblos, nuestra cultura andina está ligada a los glaciares, nuestra cultura de andinistas es con los glaciares, entonces indudablemente va a causar problemas porque en el momento en que no tengamos glaciares, hablaremos de otra clase de montañismo. Hablemos por ejemplo del Tungurahua, teníamos glaciares cerca del refugio, tenía grietas, ahora no tiene glaciares. ¿Qué ha cambiado? ¿Cuál es la cultura deportiva para un ascenso al Tungurahua? Ya no tienes crampones, ya no tienes piqueta, ya no tienes cuerda, sabes que ya no tienes nieve, para qué subir con botas, más bien hay que llevar bastones para subir y tener cuidado en el descenso para no caerse y no derrapar. Entonces la cultura deportiva va cambiar, la forma de escalar va a cambiar. Pongámonos en el supuesto, esperemos que eso no pase, de escalar el Cotopaxi, ya no hay hielo, nos queda solamente la pared de Yanasacha, entonces tenemos que ir con pitones, con martillo, con taladros, para escalar en roca, ya no podremos escalar en nieve, sino escalar en roca que sería desastroso. Esperemos que según los datos que tenemos, se ha podido informar que no será tan rápido, quizás en unos cien años más puede pasar eso, pero si cuidamos a los glaciares, cuidamos la naturaleza para que no pase nada con este fenómeno de invernadero, que no se permita sobre todo la explotación del petróleo que es la que más daña. Porque el efecto invernadero no es malo eh! Porque entra y conserva el calor de la tierra, este fenómeno no le permite salir a los gases que afectan a los glaciares.

Entonces evidentemente habrá un cambio en la cultura en los sectores que están aledaños en los que tiene que verse como se dice ahora, una nueva normalidad en los andes ecuatorianos.

David Hidalgo: *¿Considera usted que aún estamos a tiempo de salvar los glaciares andinos?*

José Moreano: Según las proyecciones se determina que es un fenómeno irreversible, si no lo cuidamos será irreversible, entonces tenemos que apoyar no solo nosotros, sino con toda la humanidad, si queremos que los glaciares duren por más tiempo.

Ir a la montaña es cuidarla, amarla, respetarla, conservar los ecosistemas de la montaña. ¿Qué quiere decir eso? Si voy a hacer montaña, un campamento, pues tendré que buscar un sitio para ubicar una letrina para ubicar los desechos sólidos y si tengo que llevar fundas para bajar todos nuestros plásticos, las fundas en las que llevamos nuestra alimentación, bajar esa basura para no contaminar a la montaña. Por ejemplo una lata de atún o de sardina que votan por ahí, eso va a contaminar por años, le tomará mucho tiempo degradarse, quizás siglos. Entonces de esa forma vamos a contaminar a la montaña, vamos a perjudicar a todo lo que significa el ecosistema de la región. Por lo tanto si es que no cuidamos este fenómeno que es ya irreversible va a ser más rápido. Lo que podemos hacer es frenar el retroceso de los glaciares. En Perú tienen otro problema muy grande, en Colombia ahora sólo conservan el 30 % de sus glaciares que ya están desapareciendo allá en la Sierra Nevada de Santa Martha, donde casi ya no hay glaciares. Entonces los ecuatorianos, hagamos, por lo menos en nuestra tierra, los andinistas, lo que nos corresponde a nosotros, inculcar también a todas las personas que viven cerca de las montañas, para que comencemos a cuidarle a la naturaleza para preservar los páramos andinos y a nuestras nieves para que sigan siendo eternas.

David Hidalgo: Argentina cuenta con una ley de protección de glaciares, en Chile, se encuentra debatiendo un proyecto de ley similar. ¿Cree usted que en Ecuador se podría implementar una política pública de esta naturaleza?

José Moreano: Se han comenzado a hacer cosas, no todo lo que haga el ministerio del ambiente es malo, hay cosas buenas para la conservación de los parques naturales, de las zonas turísticas, de las áreas de protección, también es dable que exista un control, porque existe gente que no acepta la condición de ser un turista, y por eso deja ensuciando la montaña. Tienen que darse leyes que de pronto ayuden a mantener, quizás no a retroceder, pero sí a mantener los glaciares. Entonces sí se puede establecer formas de protección, pero no se consigue limitando el ingreso al parque, ya que esa es una cultura de la que hablábamos, se debe fortalecer una cultura para mantener los glaciares, enseñándolo, instruyendo en los colegios, porque todos salimos algún rato a buscar un contacto directo con la naturaleza, porque eso es lo que nos gusta, es nuestro espíritu andino, de salir a nuestras montañas, entonces se debe establecer en las escuelas y en los colegios una materia de conservación de los recursos naturales, de conservación de nuestros páramos, conservación de nuestros glaciares, para que se pueda formar una verdadera estructura a nivel de gobierno, a nivel del Ministerio del Ambiente para que no sea solamente cuidar de que no entre gente a destruir el páramo o a destruir las montañas, sino que se articulen acciones con el ministerio de educación políticas nacionales para defender los páramos andinos y defender los glaciares. Si se puede dar, debe hacerse y ahí estamos nosotros, los montañeros para ayudarles. Estamos para ver quiénes son los verdaderos andinistas, los que vamos a ser andinismo deportivo y no vamos a hacer de la montaña un ente rentado con guías. Que está bien, pero no todos, no pueden meternos a todos en el mismo saco porque los que más perjudican a las montañas son los turistas que no tienen la concepción misma de lo que es la montaña, ellos de pronto quieren llegar a la cumbre y bajar, pero el verdadero montañero va a conservar la montaña. Por lo tanto si se puede establecer el modelo de Argentina, es cuestión de hablar con los embajadores y podríamos auspiciar la elaboración de proyectos de ley para que se pueda ayudar a mantener los glaciares en las montañas ecuatorianas aunque el proceso sea irreversible.

David Hidalgo: ¿A este ritmo de desglaciación, cuánto tiempo cree que le queda a los glaciares ecuatorianos?

José Moreano: Es impredecible, hay estudios que dicen que unos cincuenta años ya no tendríamos glaciares, en Perú las montañas son más altas, y el espesor de los glaciares son más grandes, quizás en esa zona en unos cien años ya desaparecerían los glaciares. Acá en el Ecuador si esa sería la tendencia por estar más cerca a la línea ecuatorial. Nosotros estamos aquí a un grado veintiocho minutos de latitud sur y estamos a setenta y ocho grados cincuenta minutos de longitud oeste. Entonces eso hace que nuestras montañas estén más cercanas al sol y estar más cercanos al sol no es ninguna ventaja, porque los rayos ultravioleta del sol afectan más a la nieve, afectan más a la desglaciación, o sea no hay que festejar el hecho de poder decir que somos los que estamos más cerca del sol, porque ese es uno de los factores de desglaciación del Chimborazo.

¿Qué tiempo van a durar? Si seguimos cuidando un poquito por lo menos en unos sesenta años podríamos conservar nuestros glaciares y si hay un cambio, porque una científica brasilera dice que puede venir una pequeña etapa de glaciación, eso indudablemente sería una bendición de Dios para nuestras montañas, no

solo en el Ecuador, sino en el mundo. Entonces un periodo de permanencia de los glaciares no es tan certero de predecir, pues dependerá de muchos factores que ayuden a la mantención de los glaciares pero según los estudios se prevé que acá en unos cincuenta o sesenta años, estaríamos perdiendo los glaciares en Ecuador.

Anexo 2: Entrevistas a los dirigentes de la comunidad de Cunucyacu

Entrevista con el Sr. Luis Punina. Guía comunitario de Cunucyacu. Realizada el 1° de septiembre de 2020

David Hidalgo: Señor Punina ¿Usted como habitante de la comunidad de Cunucyacu, ha percibido que el glaciar del Carihuairazo ha ido desapareciendo en los últimos años?

Luis Punina: Mi nombre es Luis Punina, pertenezco a la asociación de trabajadores agrícolas de Cunucyacu. Soy guía naturalista, entonces a nosotros, más que todo, nos afecta donde que nuestro turista nacional o extranjero, para que venga a nuestro pequeño volcán que se llama Carihuairazo, que nos ha desaparecido últimamente, nos ha desaparecido todo el hielo, porque ahorita en estos días en que nos ha llovido un poco medio duro, está un poco de nieve, entonces para nosotros es bastante penoso, donde que no tenemos el hielo, porque el turista tanto nacional como extranjero viene es a ver el hielo, tomar las fotos, entonces eso es porque para nosotros dentro de la comunidad es bastante penoso. Además de eso es penoso también para nosotros, donde que no tenemos las vertientes o los riachuelos del Carihuairazo que nos venía el agua, que nos ha ido disminuyendo, entonces eso para nosotros, tanto para agua de consumo humano, tanto agua para centro agrícola, nos ha ido desapareciendo un poco ha bajado, entonces para nosotros es un poco complejo en ese sentido. Entonces ustedes cómo técnicos, algunos informes tienen que también dar sobre qué va a pasar.

David Hidalgo: ¿Cómo la comunidad ha respondido a esta falta de agua. Cómo se están organizando o qué medidas están tomando para hacerle frente a este nuevo escenario con menos agua en los páramos?

Luis Punina: Nosotros habíamos buscado otras fuentes de agua, provenientes del volcán Chimborazo, algunos riachuelos, también estamos trayendo, entonces eso se ha vuelto para nosotros algo difícil, tenemos al otro lado una pequeña fuente de agua, entonces eso es lo que abastece, porque el Carihuairazo ya no tiene hielo, entonces ya no hay riachuelos de agua, entonces va perdiendo poco a poco, y para nosotros es poco penoso.

Hay otro pequeño inconveniente para nosotros, está aumentando la carga animal que es del estado, la vicuña, entonces se han ido las fuentes de agua, la esponja que nosotros llamamos, todo lo que es hierba natural, todo lo que está en las faldas del Carihuairazo, está bien deteriorado, entonces eso también para nosotros nos afecta bastantísimo con la carga animal que está bastante, la vicuña.

David Hidalgo: Entonces ¿Debido a los cambios en el páramo las vicuñas van perdiendo su entorno natural y se ven presionadas para bajar hacia zonas agrícolas?

Luis Punina: Exactamente, la carga animal del páramo del estado, más que todo, están bastantes animales y ya no tienen donde estar comiendo o no tienen ya la hierba natural, entonces ha bajado donde que nosotros ubicamos, como usted ve, nosotros como comunidad indígena, vivimos de ganado lechero y del ajo, nada más, no produce nada más, entonces la carga animal ya ha bajado a nuestro centro agrícola, a nuestro

potrero de la vaca, a nuestras pequeñas siembras de ajo que tenemos, a maltratar, entonces todo eso a nosotros nos afecta.

David Hidalgo: ¿Hay alguna conexión cultural con la montaña, hay algunos mitos, leyendas, que ustedes como comunidad tengan con la montaña, que de alguna manera estén amenazados por el retroceso del glaciar? Hace algunos años, por ejemplo, había el oficio de hieleros en el Carihuairazo. Ahora con el retroceso del glaciar obviamente es un oficio que se ha perdido ¿Pero existe alguna conexión cultural con la montaña?

Luis Punina: Más que todo los hieleros aquí no se ha escuchado, tal vez haya habido, yo que sé, antes, hace unos cincuenta años hacia atrás, algo así, en el Chimborazo sí, pero aquí en el pequeño volcán Carihuairazo, no. Claro a nuestros antepasados, nuestros mayores, nuestros ancestros, quizás tuvieron algunas leyendas, pero en mis tiempos ya, no se ha contado nada que esté relacionado. Qué nos pasó más antes o cómo ellos veían. No se sabía nada de leyenda.

David Hidalgo: ¿A qué cree usted que se debe el hecho de que el glaciar del Carihuairazo esté desapareciendo?

Luis Punina: Hace el último tiempo que yo estaba [... en la dirigencia], en febrero, unos señores extranjeros, ellos también estaban haciendo un análisis, yo personalmente había preguntado, como los dos hermanos somos guías ¿Por qué desaparece? Ellos habían dicho “por el calentamiento global” que es a nivel nacional o internacional, y entonces, tal vez por eso, no, la última vez, habíamos visto con mi hermano, un pequeño hielo, tal vez un cuadro de diez metros por diez metros, eso era el total. El glaciar ya no había. Como dije a lo posterior, donde que el glaciar ya no había, y el poco de lluvia que había estado en estos días está un poco de nieve, de ahí vendrá de unos días más en el sol ya nuevamente se va a desaparecer. Para nosotros es qué pena porque el turista viene a ver el hielo, entonces eso está pasando en nuestro Ecuador, en nuestro planeta que seguramente tiene algún problema.

David Hidalgo: ¿Cómo ve usted el futuro de la comunidad sin el glaciar del Carihuairazo?

Luis Punina: El futuro, para nuestros hijos, para nuestros nietos que vienen, para nosotros es qué pena. Porque a nuestros hijos les contamos: “Yo era guía en el hielo, nosotros guiamos al turista tanto nacional, tanto al extranjero” pero ahorita ya no podemos guiar porque el turista está viniendo, es a llevar algunas informaciones. Qué pasó o que está pasando. Para nosotros contar a nuestros hijos, a nuestros nietos es bastante penoso, donde que ya no se encuentra, porque nuestros nietos, nuestro trayecto que viene ellos ya no van a ver el pequeño glaciar, porque ya no tiene hielo, tal vez al Chimborazo pero ya no al Carihuairazo, ya no le verán con hielo.

David Hidalgo: ¿Entonces el problema del retroceso del glaciar del Carihuairazo es solamente turístico?

Luis Punina: El problema es turístico, además de eso el turista no viene tal vez, sólo por hielo, el turista viene a hacer cabalgatas, a ver a las vicuñas, que está pasando, qué va a pasar, a preguntar de qué tiempo

están los animales aquí y hay algunas lagunas. Algunos turistas nos dicen: “No nos gustó la montaña. Voy a la laguna” Si hay turistas que buscan otro atractivo, otro ámbito.



Figura 33. Entrevista con el Sr. Luis Punina. Guía comunitario de Cunucyacu.
Fuente: Archivo personal. David Hidalgo 2020
Elaboración propia

Entrevista telefónica al Señor Segundo Enrique Punina Presidente del cabildo de la comunidad de Cunucyacu. (16 de Septiembre de 2020)

David Hidalgo: Señor Punina ¿Conoce usted sobre el cambio climático?

Segundo Punina: Si. Algo hemos escuchado, sobre un cambio del clima a nivel mundial. No sólo de aquí.

David Hidalgo: ¿Considera usted que el cambio climático es un problema para la comunidad de Cunucyacu?

Segundo Punina: Si es un problema, es un cambio triste, porque antes nuestros antepasados sabían bien cuando llegaban las lluvias, cuándo era verano, ahora ya no se sabe. Y eso ayudaba a saber cuándo sembrar.

David Hidalgo: En comparación con los diez años anteriores ¿Cuánto cree usted que ha cambiado el clima en el territorio de la comunidad de Cunucyacu?

Segundo Punina: Aquí el clima ha cambiado mucho, hace años había mucho hielo por ejemplo en el Carihuairazo, se sabía cuándo hacer las siembras.

David Hidalgo: En comparación con los diez años anteriores ¿Ha notado usted un retroceso del glaciar del Carihuairazo?

Segundo Punina: Así es. Antes había más hielo, más nieve, ahora es solo roca.

David Hidalgo: ¿Cree usted que el retroceso del glaciar del Carihuairazo es un proceso natural o provocado por la actividad humana?

Segundo Punina: Esto ha de ser un proceso natural

David Hidalgo: ¿Cómo ha afectado el retroceso del glaciar del Carihuairazo a la comunidad de Cunucyacu?

Segundo Punina: Es una pena verle a la montaña sin hielo, por la pandemia también, ya no vienen los turistas.

David Hidalgo: ¿Conoce usted de dónde viene el agua que se usa para consumo humano, agricultura y ganadería que se usa en la comunidad?

Segundo Punina: En la comunidad tenemos una vertiente, para el regadío traemos agua del canal Cunucyacu-Chimborazo, que más que nada viene de los glaciares del Chimborazo.

David Hidalgo: ¿Cree usted que la cantidad de lluvias en el territorio de la comunidad de Cunucyacu ha cambiado en los últimos 10 años?

Segundo Punina: Más bien las lluvias han aumentado por acá. Ahora llueve más.

David Hidalgo: ¿Qué actividades productivas estarían en riesgo si nos enfrentamos a la escasez de agua en la comunidad de Cunucyacu?

Segundo Punina: Estaría en riesgo la agricultura de la comunidad, porque estamos a más de 4 000 m de altura, y por las heladas no produce nada aquí. Sólo pasto para el ganado y ajo.

David Hidalgo: ¿Existen en la comunidad iniciativas de adaptación (adecuarse al nuevo escenario) a la posible falta de agua en la temporada seca?

Segundo Punina: No tenemos planes de adaptación. No hemos hablado en la comunidad sobre eso.

David Hidalgo: ¿Qué cree usted que pasará en la comunidad si desaparece por completo el glaciar del Carihuairazo?

Segundo Punina: Sería algo triste, porque dejarían de llegar turistas y eso es un ingreso para la comunidad.



Figura 34. Entrevista con los dirigentes de la comunidad de Cunucyacu.

Fuente: Archivo personal. David Hidalgo 2020

Elaboración propia

Anexo 3: Entrevistas a varios actores socio ambientales que trabajan por la conservación del páramo en la región sierra de Ecuador

Entrevista con el Dr. Mesías Usigña. Coordinador de organizaciones indígenas campesinas de la provincia de Chimborazo. Realizada el 06 de septiembre de 2021

David Hidalgo: Doctor, como habíamos conversado hace un momento ¿Cuál cree usted que es la relación cultural de las comunidades indígenas de altura de Chimborazo con las montañas? ¿ Todavía hay un nexo cultural, místico, sagrado con las montañas?

Dr. Mesías Usigña: Primeramente mi estimado amigo un cordial saludo a nombre de la coordinadora de organizaciones indígenas campesinas de la provincia de Chimborazo. Esta organización está constituida justamente por la federación provincial de organizaciones campesinas, usuarios de aguas de Chimborazo, por la federación única de única de afiliados y jubilados del seguro social campesino, por la federación de pequeños, medianos productores agropecuarios y productores de leche y la federación de Organizaciones de mujeres indígenas y campesinas de Chimborazo. Esta es la estructura de esta coordinadora provincial y bueno, tengo el grato honor de coordinar esta organización provincial y hacerle llegar un saludo muy fraterno a usted y las felicitaciones, porque está tratando un tema tan sensible que toda la humanidad deberíamos hacer conciencia.

Por supuesto un saludo cordial al doctor Larrea, gran amigo y pues, no nos hemos visto, pero sé que está trabajando igual por la Academia, justo tratando los temas ambientales.

Bueno, yendo a su a la respuesta de sus importantes preguntas:

Lamentablemente, la - entre comillas - “culturización del pueblo”, de los pueblos indígenas, de los pueblos rurales. Digo entre comillas, porque se nos quieren hacer que los que vivimos en los páramos somos personas que no tenemos culturas, que no tenemos costumbres, tradiciones, que no tenemos sentimientos, que no tenemos espiritualidad con la naturaleza, o sea que somos personas que en la práctica desconocemos todo de la civilización y eso no es así.

Nosotros tenemos que decir que somos descendientes de los pueblos aborígenes. En el caso de Chimborazo de la gran confederación de los puruháes. De acuerdo a la historia del padre Juan de Velasco, uno de los mejores historiadores religiosos que hace más de 200 años. Y también de acuerdo a la historia del doctor Segundo Moreno, columbeño, chimboracense y también el doctor Óscar Efrén Reyes. He tenido la suerte de leer la historia del Ecuador. Nos hacen conocer que en los pueblos originarios, los puruháes en este caso, tenían un altísimo respeto a la naturaleza. Sean esto a los nevados, a los a los montes, a los ríos, a las cascadas. No se diga al sol y la luna le consideraban como los dioses supremos.

Entonces, parte de ahí, de la manera de su cosmovisión, de verlo de ver el universo, de ver las cosas, para ellos era el inicio y el fin. La madre naturaleza, la tierra, el agua, el aire, el fuego y fundamentalmente, en este caso, como le decía los páramos, donde hay muchas leyendas, muchas culturas que nosotros, la actual generación, no la conocemos, la desconocemos y que se diga de las autoridades, que se diga, inclusive de algunas universidades, no hacemos investigación, por eso, saludo que la Universidad Andina esté haciendo esta investigación. Muchos dirigentes que tal vez vamos a coincidir que muchos pueblos aborígenes. Y también diría unos pocos todavía de los actuales. Algo les queda de respeto a la naturaleza, pero ya la nueva generación, desgraciadamente, la nueva tecnología, esto de los celulares, del internet, tantas otras cosas,

definitivamente a la juventud actual ha hecho perder el sentido común de la naturaleza y ahí estamos las consecuencias y viendo.

Entonces yo si podría decir que los pueblos, repito, una vez más, tenían un gran sentido del respeto a la naturaleza. Hoy no así la nueva generación. Lo destruye a la naturaleza, contaminan el ambiente, contaminan el agua y tantos otros efectos que analizaremos más adelante.

David Hidalgo: Doctor, hace unos meses tuve la oportunidad de participar en una asamblea de la comunidad de Cunucyacu en la provincia de Tungurahua, al pie del Carihuirazo. Y la conclusión es que para ellos ya habían perdido esta conexión espiritual con la montaña y que era un accidente geográfico más en su territorio. Además, también pensaban, que siempre van a contar con la provisión de agua, independientemente de la pérdida de glaciación. ¿Por qué cree usted que se ha producido esta desconexión con estos entes naturales? Esta desconexión con la Tierra. ¿Cuáles serían los factores que han roto este arraigo y esta necesidad de protección a sus territorios? ?

Dr. Mesías Usigña: Bueno, yo haría un análisis un poco más ligero a nivel general de lo que se conoce por la información, por la investigación. Que gracias a unos amigos de Canadá, de Europa. Me han hecho llegar algunos comentarios sobre una disminución o el retroceso de los glaciares a nivel mundial. Desgraciadamente se habla de miles de kilómetros de glaciares macizos que se mueven en los polos norte y el polo sur de la Tierra. Que se van desapareciéndose, desliéndose como se dice. Por las temperaturas altas, por tantas otras cuestiones y si eso se da, se dice que en unos diez o veinte años, tal vez la temperatura tenga un incremento de un grado o más de temperatura y ahora que los mares se vayan a alterar, habrán tsunamis, habrán sequías, habrán inundaciones, habrán tormentas. Bueno, una cantidad de cosas que ahora mismo ya se ve y no se diga aquí en el Ecuador de lo que yo conozco, y así de algunos estudios importantes en caso el mismo Chimborazo.

Era, además de ser un espectacular Nevado, era proveedor de agua de buena calidad tanto de superficial, cuanto subterránea. Pero ahora, desgraciadamente, el incremento de la frontera agrícola, que nadie respeta lo que dice la ley. Ahora la ley de tierras y territorios en el artículo 52 si no me equivoco, está establecido que la frontera agrícola debe llegar hasta los 3500 metros, máximo 3800 metros, pero vamos a ver que al pie del Chimborazo, hablando de este lado de la provincia de Chimborazo hablando, ya estamos prácticamente rebasados los 4000 metros de altura.

Ahí, en las zonas donde está el Nevado Chimborazo, hay una declaratoria de área protegida natural de 40 000 hectáreas. Desgraciadamente, no se respeta. Se tiene incluido un camélido emblemático, que son las vicuñas. Definitivamente este camélido originario de los pueblos de Bolivia, de Perú, sobre todo. Hoy se sienten amenazados, por qué ya definitivamente la presencia de la gente, del ser humano en las alturas hace que los animales también se vayan más arriba o bajen a otros lados, inclusive en busca de alimentos y bueno, se ha creado - entre comillas - “un conflicto”.

No hay ahora el Ministerio del ambiente, agua y transición ecológica, no ha cumplido con su papel de hacer cumplir las normativas legales, en este caso es el respeto a la frontera Agrícola. El Páramo debe mantenerse en su estado natural. Muchas veces, equivocadamente, forestamos ponemos pinos, tenemos otras especies en los páramos que nunca ha habido árboles exóticos fundamentalmente, y ahí están las

consecuencias: grandes hectáreas de Páramo de Chimborazo se han transformado en áreas productivas en poco tiempo y después de las desérticas

No hay programas de manejo sustentable de los páramos y consecuentemente uno de los efectos es la disminución de los recursos hídricos. Se habla aquí en la provincia de Chimborazo, que del 30 al 40% de vertientes, de poguios, de pequeñas quebradas afluentes de agua se han desaparecido y por eso es los conflictos entre comunidades, entre pueblos por una vertiente, por un caudal, ya sea para consumo humano, ya sea para riego, grandes dificultades, grandes enfrentamientos sociales, y se dice que las próximas guerras en el mundo, no solo en el Ecuador, será por el agua.

David Hidalgo: El proceso de expansión de la frontera agrícola responde a una necesidad de las comunidades para acceder a un recurso más de supervivencia, porque cada vez se van endureciendo más sus condiciones de vida. Entonces, específicamente en el caso de Cunucyacu, lo veían como un legítimo derecho a la expansión de su frontera agrícola, ¿Cómo contrarrestar estas condiciones, que también empujan a las comunidades en su legítima búsqueda de recursos, hacia ampliar la frontera agrícola? ¿Cómo poder realizar este trabajo con las comunidades para concientizar sobre la importancia del cuidado del páramo?

Dr. Mesías Usigña: Bueno, yo creo que hay que enfrentar de 3 maneras el tema. Tiene que ser mirando desde el eje ambiental, el otro desde el eje social - cultural y el otro desde el eje socioeconómico.

Nadie discute que los compañeros indígenas, campesinos, chagras que están ubicados en los páramos de altura, sobre los 3500 o 4000 m de altura. En realidad son seres humanos que requieren trabajar y requieren sobrevivir económicamente. Entonces en eso estamos claros, y además, si es que el estado les adjudicó, justo los páramos de altura, cuando eso debe ser declarado patrimonio, en este caso ambiental patrimonio público y comunitario, porque no nos olvidemos que los derechos consuetudinarios de muchas de nuestras comunidades indígenas, nadie les puede agarrar u obligar a que se vayan saliendo de ahí, es el derecho consuetudinario, más allá que una escritura, es por posesión de años, pero ahora inclusive tienen ya legalizado la tenencia de la tierra a través de la justicia ordinaria que decimos, tienen escrituras, ya sea por compra - venta, ya sea por donaciones, ya sea por huasipungos o ya sea también por este caso adjudicación del Estado a través de los procesos de aplicación de la ley de reforma agraria de los años anteriores.

Aquí, en Chimborazo se habla que más o menos existen como 200 000 hectáreas de páramos, de lo cual el 30% está prácticamente destruido, es decir, su estado natural por la acción del hombre, ya sea a través de las quemadas, a través de la utilización de tractor, de la misma mano en este caso las fuerzas del hombre, a través de herramientas, han virado el Páramo y han transformado, en zonas productivas y ahora está convertida en zonas de crianza de animales, en áreas de pastizales.

Si digo eso, hay que ver hasta cierto punto de que teniendo derecho los compañeros, manteniendo su propiedad su titularidad de la propiedad. Yo creo que el Estado y la sociedad en general que utilizamos de esos páramos a través de un aire sano y un ambiente sano y sobre todo, del agua, sí deberíamos hacer algo para los compañeros. Como crear algunos incentivos de orden económico para promover proyectos alternativos, como por ejemplo el ecoturismo comunitario, como por ejemplo, el turismo de aventura, como por ejemplo la crianza de camélidos como la vicuña, tal vez de alpacas con fines de protección, no cierto y sobre todo también que se cree una recompensa.

No un servicio ambiental en la naturaleza no, no es negociable ni comercial en la naturaleza, En este caso es un es un servicio social que la naturaleza nos ha brindado, entonces debemos crear unas recompensas económicas de los compañeros usuarios de las aguas de consumo humano, de riego de las partes bajas, de los páramos. Y con eso pues, como le digo, incentivar en algunos proyectos alternativos que no necesariamente el campesino indígena, piense vivir de la agricultura porque dicho sea de paso el terreno, el suelo del Páramo, si bien es cierto, puede brindar una, dos, tres, cuatro cosechas hasta que se acabe el carbono que está represado en el Páramo, o algunos nutrientes, produce muy bien. Después, se deteriora muy rápidamente, el suelo del páramo, se quedan zonas desérticas. Entonces, ver algunos proyectos alternativos que los compañeros puedan, no necesariamente vivir de la agricultura o de la ganadería, en donde se destroza prácticamente los páramos.

Eso en el plano, digamos productivo, en el plano o social cultural, pues hacer ver a los compañeros que el páramo no solo es un territorio inhóspito o un territorio frío, como pensamos, porque cuando se dice: “me voy al páramo”, responden: “Huy ya se van a ese lugar, botado, a ese lugar frío. No, no, no, el Páramo tiene muchas riquezas, paisajísticas, ecológicas, ambientales. Quién no quisiera ir al paramo a respirar aire fresco, a dar una vuelta, a pasear. ¿Quién no quisiera? No, pero a veces no es eso. Nosotros no valoramos, preferimos ir a otros lugares donde hay mucho hacinamiento de gente a contraer enfermedades como últimamente en las playas, etcétera. Pero a nuestros páramos, no los visitamos, no los vemos como un lugar ambiental, como un lugar ecológico, como lugar eco turístico.

Yo creo que en este caso el Ministerio de Ambiente, los Consejos provinciales que tienen la competencia ambiental, los gobiernos cantonales, seccionales, los Consejos cantonales que tienen la competencia del uso del suelo, las juntas parroquiales que tienen la competencia de gestión ambiental y producción agropecuaria de su territorio parroquial, en asocio con las comunidades indígenas, campesinas, asociaciones, cooperativas, lo que existan si se debe tratar sobre un plan de manejo sustentable de los páramos, donde esté estipulado claramente el respeto a la propiedad comunitaria privada, respeto a los derechos consuetudinarios, respeto a la necesidad de las compañeras de sobrevivir, pero también buscar algunas alternativas. Y eso pasa por ejemplo, ahorita se dice que en un metro cuadrado de Páramo se captura mucho más que en 10 hectáreas de bosque de carbono.

Hay empresas transnacionales que ahora están queriendo llegar a acuerdos para que se mantengan los páramos porque, imagínese la gran cantidad de carbono que absorbe, que almacena. Si eso es así; el páramo es fuente de captación, de regulación y descargas hídricas. Captación, almacenamiento y regulación y descargas hídricas y el páramo como decimos en otras palabras, es el colchón donde el agua se represa y paulatinamente se va drenando para las vertientes, para las acequias que son utilizadas, como le digo, para consumo humano, riego para la soberanía alimentario.

Si eso es así, entonces se debe tratar al Páramo como algo prioritario, como un territorio prioritario de conservación de protección pero también de sobrevivencia en armonía con la naturaleza de las comunidades y sectores que viven ahora en los páramos de altura.

David Hidalgo: Dr Usigña el páramo nos brinda varios servicios ambientales como usted ha dicho la captura de carbono, la provisión de agua incluso para generación hidroeléctrica, es decir, muchos nos beneficiamos aguas abajo de los servicios del páramo. ¿Cree usted que una herramienta podría

ser la restitución económica hacia las comunidades que de alguna forma protegen el Páramo? ¿Cómo quizás la creación de un impuesto que alimente un fondo para poder impulsar proyectos de desarrollo alternativo en estas comunidades?

Dr. Mesías Usigña: Bueno, yo partiría de un concepto bueno, no brinda un servicio ambiental si no nos da beneficios ambientales. Porque un servicio se entiende que es algo pagado, Por ejemplo aquí en Riobamba el municipio nos da el servicio de agua potable y por ese servicio hay que pagar. En cambio, el páramo para nuestro concepto yo si considero que nos da muchos beneficios ambientales. Entonces, si, efectivamente. Aclarando ese concepto, yo sí considero que es urgente, es prioritario que la sociedad no solo el gobierno, no solo las autoridades, la sociedad en conjunto iremos, como les digo, a los páramos, el principio y la vida misma de los seres humanos, porque no olvidemos aquí, por ejemplo, en el Ecuador, un país mega diverso país de varios climas. La pregunta es: ¿De dónde el litoral recibe el agua? Viene de los páramos. Pero si vemos toda la cordillera occidental es fuente de provisión de agua para el litoral, para la costa. Ahí está. Para riego, para agua potable, para empresas embotelladoras, para la industria, para la salud, para la generación de electricidad.

Todo se mueve a través del agua y ¿De dónde viene el agua? Viene del páramo. Entonces ¿Por qué no protegemos el páramo, porque no protegemos el páramo, si el páramo es fuente de vida, el páramo es fuente de sobrevivencia de la humanidad.

Entonces yo sí considero que ojalá que a través de estas investigaciones, la Universidad Andina Simón Bolívar, Con quien tenemos una muy buena relación porque hemos hecho varios estudios en varios temas. Digo yo. Ojalá con todas estas investigaciones, todas estas tesis, que usted va a hacer no se queden archivadas en las oficinas de la Universidad. Si no se difundan, se divulguen. Hay tantos estudios que se deben compendiar, hacer uso de un solo análisis o estudio.

Alguna vez, conversamos de eso con el Doctor Larrea, para poder manejar adecuadamente, porque hay tanta información y por supuesto a todas, son respetables. Pero todas apuntan a la necesidad de la conservación. Nadie está en contra de conservar el páramo, de conservar el agua. Pero el cómo, cuándo y quienes van a hacer, ese es el problema.

Entonces ahí viene que de acuerdo a la Constitución de la República vigente. Se determina en la constitución al cuidado del ambiente como una obligación de la población y les da derechos a la naturaleza, es una de las pocas constituciones del mundo que reconoce los derechos de la naturaleza, derecho a ser conservada, derecho a ser respetada, derecho a ser restaurada en caso de que haya sido afectada.

La pregunta es, después de haber después de una explotación petrolera, una explotación minera. Después de todo eso, quién se encarga y restituir la naturaleza. Entonces estamos prácticamente violando el derecho constitucional ¿Verdad?

Entonces los tratados internacionales. El Tratado de Ramsar habla fundamentalmente de la protección de los páramos de los humedales. Y eso es un tratado internacional. Mucha gente ni siquiera conoce y peor hacen respetar. Hay el tratado de Kioto, que habla sobre la conservación, protección del ambiente. Pero uno de las de los países más contaminadores del mundo, que es Estados Unidos no lo firmó. Y ahí está. Seguimos contaminando con los gases de efecto invernadero. Contaminamos todo nuestro ambiente, todo nuestro planeta, y se dice que la presencia del COVID, un virus que también tiene que ver justamente por la alteración de los ecosistemas de los climas y de tantas otras cosas que tenemos esta enfermedad. Claro,

algunas personas dicen un castigo de Dios, un castigo de Dios. Estando así las cosas, repito, en nuestro país, en nuestra provincia, en la Sierra ecuatoriana, hablando ya de los páramos, que es la que tiene mayor cantidad de páramos, debe haber políticas públicas directamente que apunte a conservar los páramos.

Hay un código ambiental que está vigente, la pregunta es: ¿Cuántos conocen sobre este código ambiental? Además, son cientos de artículos que la gente ni siquiera va a entender, entonces yo creo que hay que simplificar las normativas jurídicas, simplificar los procesos técnicos para entrar de manera urgente con una política pública de conservación y manejo sustentable del uso y manejo sustentable de los páramos. Aquí quiero hacer una precisión. El páramo también es para usar, también para aprovechar. Por eso hablamos del manejo, conservación, protección y uso sustentable de los páramos. Porque cuando usted pone un grupo de camélidos en el páramo, va a aprovechar porque el camélido le va a dar lana, le va a dar crías, también le va a dar carne, ese es el uso sustentable de lo que se puede hacer en el páramo. No necesariamente el ganado de lidia o de páramo, que eso desgraciadamente no es nativo, no es nuestro esos animales fueron introducidos con la conquista española, son animales que ahora obviamente son una fuente de vida para el sector campesino, pero hay que saberle utilizar, no hacer degradar a los páramos con tantísima ganadería en los pastos de equinos, de porcinos, de bovinos y de ganadería ovina. Eso también ha destruido miles de hectáreas de los páramos en la sierra andina.

David Hidalgo: Doctor ¿En la provincia de Chimborazo se han emprendido acciones para proteger los páramos desde las comunidades?

Dr. Mesías Usiña: Sí ha habido iniciativas comunitarias, no. Pero. Yo les digo que hay, por ejemplo. Tenemos en Químiag. Tenemos, ahora en Cebadas. De acuerdo a la ley de recursos hídricos, se debe declarar áreas de recarga hídricas y áreas protegidas, las zonas de recargas hídricas, los humedales, donde nace el agua, en los páramos.

En Cebadas, gracias a la gestión de la Junta parroquial, el Gobierno parroquial de Cebadas. Ahí hay un emprendedor, un hombre que conoce del tema, el ingeniero de Néstor Chavez, gracias a la Junta parroquial, a la Junta de usuarios del sistema Chambo – Guano que es el sistema más grande en la provincia, que recibe aguas del Yasepan, de Osogoche, entonces esa parte se declaró, hace tal vez un poco más, ya será un año, se declaró 4000 hectáreas de páramos para la conservación de zonas de recargas hídricas ¿Qué es esa declaratoria? Que el ministerio del ambiente, con la Junta parroquial, con las juntas de usuarios de aguas, entran en mutuo acuerdo y suscriben acuerdos, suscriben convenios de cooperación técnica y económica y declaran ciertas áreas de protección hídrica. Y eso se está haciendo en varias provincias, no sólo aquí en Chimborazo. Entonces eso considero que debe ser una política pública de manera urgente en todos los páramos, porque que son generadores de agua. Hay páramos con humedales importantes, como los que se sitúan en la cordillera oriental. Como en el sector de Penipe, sector de Químiag, de Chambo, de Pungalá, de Cebadas, zonas eminentemente hídricas, con altísimo contenido de producción hídrica.

En cambio acá en la cordillera occidental hay algunos lugares donde nace el agua, pero la mayoría son páramos secos, pero acá son páramos secos, porque estamos colindando con la amazonía, pues tenemos los vientos húmedos, vientos fríos, etcétera, que eso, en el páramo genera agua, con la paja, con todo eso genera humedad, genera agua, entonces por esa razón, entonces nosotros tenemos un proyecto. Yo soy director de una corporación en Chimborazo, estamos trabajando en un proyecto de manejo y conservación de las zonas

de recarga hídrica de la sub Cuenca alta del río Chambo para mitigar el impacto ambiental y conservar las fuentes hídricas y estamos trabajando en eso, hemos presentado un macro proyecto aquí en la provincia para el ministerio del Ambiente, al ministerio de Cultura, al Gobierno nacional hemos presentado, sabemos que están analizando, está en estudios, ojalá tengamos alguna respuesta positiva.

Porque ¿Qué es lo que planteamos con ese proyecto? Primero, determinar las zonas de recargas hídricas, elaborar los planes de manejo. Los planes de manejo son claves y de manera participativa. Nada tiene que venir impuesto desde afuera o desde la institución o desde la autoridad, si eso se da, nunca llegan a acuerdo, pues tiene que ser con las comunidades. A través de las reuniones, de las capacitaciones, de las conferencias, de las charlas, de las giras de observación.

Que los compañeros comprendan y entiendan que tienen la responsabilidad histórica con sus hijos, con sus vecinos, con las generaciones que vienen, de conservar el páramo, llegando a acuerdos de entendimiento, llegando a programas de recompensas y financiamiento de proyectos alternativos.

Esa es nuestra primera propuesta. La segunda propuesta es prácticamente conservar las pocas reliquias de bosques nativos que quedan, sobre todo en la cordillera oriental. Desgraciadamente, la expansión de la frontera agrícola ha hecho que, yo diría casi un 70% de la masa boscosa nativa se ha desaparecido. Se han desaparecido especies importantes de árboles, especies de fauna, se ha desaparecido la flora, la fauna se va de a poco desapareciendo.

Entonces eso es por la expansión de la frontera agrícola por varias razones. Entonces yo soy de la parroquia de Quimiag y tengo que decir con mucha pena: Muchas aves emblemáticas, muchos reptiles como la rana ya no hay ahora y así plantas de especies se van desapareciendo.

Entonces yo creo que es de manera urgente de tratar de recuperar esas especies, algunas y algunas ya no, pero de tratar de conservar las que existen. Entonces sí, sí se puede hacer, por eso es nuestro proyecto que le comento que estamos trabajando y ahí tenemos algunas propuestas alternativas para que el compañero campesino no solo viva de la agricultura, estamos planeando pues impulsar el turismo de aventura, el turismo ecológico, hemos propuesto optimizar la tierra. O sea podemos tener una vaca, hasta dos vacas en una hectárea de tierra con pastos buenos. Pero pastos bien cultivados, pastos forrajeros, de semillas de calidad con un manejo adecuado, pero también en pastos naturales, digamos en pastos que no están debidamente tratados, usted puede tener una vaca en el pasto y no le alcanzan. En un buen pasto mejorado, pueden estar de 2 a 3 vacas, se dice hasta 5 vacas, pueden darse la vuelta, pero si es un pasto bien estructurado, pero un pasto así, natural. No.

Pues ahí estamos con una vaca en cada hectárea, entonces la gente busca, no tengo donde tener mis vacas, entonces boto el páramo, boto el monte nativo y ahí hago potreros.

Entonces eso significa optimizar la tierra que tenemos ahora, han comentado los amigos técnicos que hay la ganadería sustentable con el ambiente, no lo sé, no todavía no he tratado de averiguar, pero dicen que ya en otros países están trabajando así de esa manera, entonces bueno, eso será de ver, pero es lo que nosotros estamos planteando, hemos hecho una propuesta grande, hemos trabajado años con un equipo de técnicos e ingenieros amigos y tenemos un proyecto para no solamente lamentar, no solamente reclamar sino decir: Aquí están los problemas, pero aquí tenemos las propuestas. El Estado nos apoya y nosotros también los campesinos trabajamos de manera organizada, de manera participativa, eso es lo que estamos prácticamente planteando.

David Hidalgo: ¿Son todavía importantes los glaciares dentro de la cosmovisión andina?

Dr. Mesías Usigña: Los glaciares, a más de que dan agua, porque al final terminan dando agua los glaciares, es la belleza natural de un nevado, de un volcán, que tienen glaciares, y si no como los que ya vamos a la tercera edad, vamos quedando sin pelo, vamos quedando con la cabeza desnuda, lo mismo quedan los nevados.

El Chimborazo mismo. La historia se dice que el Chimborazo era un Nevado hasta mucho más abajo, o sea, casi los 4500 - 4200 metros de altura se dice que ya había nevado, ya había glaciares, pero ahora ya no. Y aún cuando viene la sequía usted ve casi una media ladera, digamos media altura del nevado. Hasta ahí están los glaciares y desde ahí poco a poco al pasar los años se irán desapareciendo, entonces tiene muchísimo que ver en la cultura, en la en el agua, en la vida. En este mismo de la concepción del Chimborazo lo conoce como un nevado cubierto de glaciares. Pero cuando no los tenga tenga, qué le verán. Una montaña vacía, desértica y eso no es dable.

David Hidalgo: ¿Se ha notado una disminución en la disponibilidad de agua que pudiera estar asociada con la pérdida de los glaciares?

Dr. Mesías Usigña: La historia comenta que el nombre de Riobamba es porque se presume que del Nevado Chimborazo nace un río subterráneo y dicen que pasa por aquí. Que pasan algunos ríos, un río grande, no sé dónde desemboca en el río Chambo, no sé a dónde desemboca, pero entonces por eso los conquistadores se cranearon, se dieron la vuelta, dieron ideas, y por eso está considerado el nombre, porque no hay otra manera de discernir ¿Por qué nuestra ciudad es Riobamba?

Conversando con personas, historiadores, personas adultas nos han comentado eso. Quién sabe si hay o no haya. Y todo, como dice la compañera por el sector de Guano, por la parte alta de aquí, de arriba. Habían los proyectos de los amigos japoneses, los amigos europeos que venían, cavaban 10, 20 m y sacaban agua. Y ahora no, cavan 100, 200 y ya no hay agua. Entonces es un hecho el agua subterránea se desvió, a través de los sismos de algunas cosas, o se desaparecieron lo mismo las vertientes superficiales. Eran ríos caudalosos, el río Chibunga, río Guano, que viene desde la parte nororiental del Carihuairazo.

No hay agua prácticamente en época de sequía son riachuelos. Entonces eso es un hecho evidente que se ha devenido, como le decía. Hasta el 30% de caudales que se han desaparecido en la provincia de Chimborazo.

David Hidalgo: ¿Considera usted que la pérdida de los glaciares implica un traumatismo cultural para las comunidades de altura?

Dr. Mesías Usigña: Claro. Porque yo me acuerdo de muchos. Bueno, hasta ahora los mayorcitos que viven en las faldas Chimborazo. Al Nevado Chimborazo le tienen como Dios. Taita Dios Chimborazo, Taita Chimborazo. Entonces ellos ven no solo en la altura del cerro, sino en la majestuosidad del Nevado. Ellos veneran, ellos veneran al Taita Chimborazo cuando está sonriente, brillando en un día de solo, o sea, tiene su concepto, prácticamente su respeto, inclusive de cultura religiosa. Ellos creen que el Chimborazo les hace milagros. Porque cuando no llueve, ruegan al Chimborazo: “Taita Chimborazo manda agüitas” “Mama Tungurahua manda agüitas”.

Mandan a traer agua de las lagunas para regar en los huertos, ocasionalmente llueve, entonces tienen esa idea de que lo han hecho el Taita Chimborazo y la mama Tungurahua, el Capak urco, que ahora es el Altar, antes se llamaba Kapak urco, se ha sabido llamar pues, entonces de ahí saben ir a traer aguas de la laguna estrellada, de la laguna verde, comunidades de Quimiag, Chambo, traen en unas botellitas. Hacen una ceremonia del agua en sus plantitas y llueve a los pocos días entonces llueve.

Entonces hay un sentido religioso, un sentido espiritual, cultural. Como les digo, les obra la creencia a muchos de nuestros habitantes.

David Hidalgo: ¿Se discute al respecto del cambio climático al interior de las comunidades. Este es un tema, central en las discusiones o todavía no se lo considera como un escenario ya presente?

Dr. Mesías Usigña: Bueno, tal vez no como una cuestión de cambio climático así. ¿Cómo le puedo decir? ¿Cómo una teoría, no? Pero sí en las comunidades ya están en las reuniones cuando se hacen las tardes y las noches. Los compañeros dicen: “Ya no llueve”. “En Octubre San Francisco ha olvidado de mandar las agüitas para las siembras de maíz eran octubre. El 04 de Octubre, finales de septiembre de San Miguelito”. Sí, porque antes se sembraba maíz desde Santa Rosa, San Miguel y San Francisco hasta finados.

Pero yo me acuerdo, yo me recuerdo de mi finado padre, decía: “Ya viene San Francisco. Ya viene San Miguelito, hay que preparar el terreno porque ya mismo llueve ya mismo caen las agüitas y hay que provechar la humedad para sembrar”. Y así era. Entonces, en el mes de agosto, por ejemplo, todos sabíamos. Julio, agosto hasta septiembre eran veranos, eran fuertes. Ahora en agosto llovió.

Los ciclos de lluvia se han perdido. Ya no hay seguridad que tal fecha va a llover como antes había una especie de calendario, antes se manejaba un calendario hídrico. ¿Cuándo va a llover? ¿Cuándo no va a llover? Tenían toda esa cuestión, no. Se sembraban productos exclusivamente en la fecha. El maíz solo era de desde agosto, finales de agosto hasta finales de noviembre. Esa era la fecha de siempre. Pero ahora el maíz puede sembrar cuando usted quiera, cuando usted tenga a bien. Antes no había eso. Las plagas que afectan al maíz, ahora todo tiene que ser puro químicos. Si es con químicos, ahora usted siembra nomás como quiera el maíz. ¿No es cierto?

Habían como le decían los sapitos, ya cuando sentían que va a oscurecer, que hacía frío, todos a un solo ritmo hacían su bulla. Ya decían nuestros mayores, ya los sapitos están llorando. Ya mismo vienen las aguas, ya después de un rato venían las aguas.

Había unas aves que por ahí en los meses de septiembre, octubre. Pasaban un grupo de aves pasaban por el espacio. Y pasaban haciendo bulla. Mi finado, padre decía, ya pasa el carcuchi y ya pasa el carcuchi. Entonces ya pasa, y hay que sembrar pasaba y yo escuchaba eso, salía a ver las noches, casi al anochecer, pasaba una un buen grupo de aves haciendo bulla, y así hay tantas cosas que se pueden comentar, que eso ha desaparecido. Efectos del cambio climático. Efectos que también la humanidad, en este caso, no valoramos todas esas cosas, por ejemplo, pueden ser como insignificantes, no? Pero tiene mucho que ver con la vida de la naturaleza.

David Hidalgo: Para finalizar. ¿Qué cree usted qué pasaría si los glaciares andinos llegan a desaparecer? ¿Cómo sería ese futuro sin glaciares en los Andes?

Dr. Mesías Usigña: El problema es que de los glaciares nacen las fuentes hídricas. En segundo lugar ya quedarían para la historia que hemos tenido nevados, quedaría en las fotos y eso, culturalmente, ambientalmente, definitivamente, sería algo inexplicable. Saber que como ahora nos dicen que antes hubo los dinosaurios. Pero se conoce por dibujos, por los dibujos animados. Se desapareció una especie que se ha extinguido. No.

Y así mismo sería si es que los glaciares se pierden. La belleza de nuestro Ecuador hasta en la música, dice este que Ecuador tierra de los volcanes, tierra de las de las aventuras culturales. Todo eso se desaparecería y quedaría como cualquier otro país y las riquezas y las bellezas naturales. Cuando uno está sobrevolando, pues, desde un avión se ve la línea volcánica del Ecuador, realmente es algo sorprendente, algo que a uno mismo le llama la atención, le hace tomar conciencia que hay que proteger, que hay que conservar. Es cierto que los glaciares no vamos a ir a tomar con las manos. A que no se desaparezcan, pero ahí viene una reforestación protectora que proteja a los páramos adecuadamente. El manejo del ambiente. Tantos desechos plásticos, desechos sólidos que altera el efecto invernadero, que contamina el suelo, contamina el aire. Tantas cosas que deberíamos pensar para qué nuestros nevados sigan siendo la magnificencia que es el glaciar de estos territorios de altura que son los nevados.

Entrevista con la Ing. Ana González. Asesora y coordinadora de la Sierra Centro por la Agencia de Cooperación Alemana GIZ en el programa pro cambio. Realizada el 12 de octubre de 2021

David Hidalgo: ¿Cuál cree usted que es la relación cultural de las comunidades indígenas de altura con las montañas? ¿ Todavía hay un nexo cultural, místico, sagrado con las montañas?

Ing. Ana González: Creo que no podría asegurar que todavía tienen un vínculo muy fuerte con el tema espiritual y con las montañas y el páramo. No me atrevería a decir que sea fuerte ahora.

Creo que sí hay símbolos, que hay en algunas comunidades que todavía tienen algún altar en algún cerro, que todavía van y hacen ofrendas, pero creo que es muy poco.

Creo que se ha perdido ese tema bastante y creo que tiene que ver con algunas cosas. Creo que también la religión ha influido en los compañeros que forman parte de la de la AIET (Asociación de indígenas evangélicos de Tungurahua). Creo que el tema de la religión, ha hecho también que se separen un poco de todos los símbolos y creencias y cosas que ellos venían teniendo.

Le comento, tuvimos una experiencia en Loja. En la Comunidad de San Lucas. Llevamos a la gente de Tungurahua de Chimborazo y Bolívar, a la zona de San Lucas, en San Lucas hicieron una ceremonia. Y yo veía en los rostros de los compañeros de Tungurahua, una suerte de nervios, de no valorar lo que estaba pasando. De no tomar la suficiente atención al espacio en el que se estaba viviendo. Había muchísima más conciencia en la gente de San Lucas, que es más de Saraguro. Y menos veía yo en los compañeros de Tungurahua.

Un poquito más respetuosos los de Chimborazo y Bolívar. Creo que yo si noté una cierta, más que nada, inquietud el de la gente; preocupada, con risas nerviosas. No sentí que valoraba lo suficiente.

Y en todos los recorridos que hemos hecho en el trabajo que hemos hecho. Y en las percepciones de ellos, decían por ejemplo, ya esta parte estamos cuidando, ya no hay tanto contacto, ya no vamos. Es un área de reserva entonces es muy poca la gente que de verdad conocía los sitios y todavía mantenía ciertos rituales. Pero creo que eso se ha perdido bastante.

David Hidalgo: Justamente, como le había comentado al inicio, hace unos meses, tuve la oportunidad de participar en una asamblea de la comunidad de Cunucyacu, en la provincia de Tungurahua, y la conclusión fue que para ellos ya se había perdido esta conexión espiritual con la montaña y que esta montaña era un accidente geográfico más en su territorio. Además, pensaban que siempre van a contar con la provisión de agua, independientemente de la pérdida del glaciar. ¿Por qué cree usted que se ha producido esta desconexión con estos entes naturales? ¿Cuáles serían los factores que han roto este arraigo y de alguna forma, también esta necesidad de protección de estos territorios?

Ing. Ana González: Cuando buscábamos a alguien que ayude a hacernos una ceremonia, fue complicado encontrar en la zona. La Comunidad de Cunucyacu, pienso yo, que es una de las comunidades también con mayor limitación de recursos. Y no me refiero solo a los recursos económicos o materiales. Me da la impresión también de que se maneja un doble discurso:

Un discurso de cuidado, pero cuando usted recorre la comunidad y se adentra, es impresionante la destrucción en la que está esa zona. Se ha subido a la frontera agrícola de una manera increíble. Es decir: “Yo conservo una zona tal y en el resto yo puedo hacer lo que quiera”.

Me dio esa impresión porque veía árboles de quinua increíbles, pero ya muy pocos. Y estaban tractorando para sembrar. Y si esa parte no te da, pues tractoras otra. Es un tema de ver que pocos realmente viven. De un tema que no sea una iniciativa fuerte, productiva o de una iniciativa que no tenga que ver ni con la producción agrícola ni pecuario.

Hay este rato, por ejemplo, hay un guía en Cunucyacu. Más a la subida porque yo fui a recorrerlo, de Cunucyacu, de lo que está, no de la carretera que va hacia el hacer glaciario, sino hacia el otro lado que también es de la comunidad. Y allí es donde yo vi realmente muchísimos temas que afectaban al ecosistema. Luego, después, creo que el tema del senderismo, el tema de guianza, sí lo están haciendo. No todos, muy pocas personas, pero sí lo hacen. Y llevan a la gente a la cumbre del Carihuairazo. Hacen senderismo, pero son pocas las personas. El resto, realmente su principal actividad es agrícola y pecuaria. Y los niveles de acceso que tienen a una educación formal, a un a un nivel de capacitación y cosas, tampoco son muy abiertos. El tema de las vicuñas no es tampoco que ha sido un ingreso real para ellos. Están allí, pero no les ha dado un ingreso económico. Entonces creo que las instituciones se preocuparon mucho de que se conserve, de que dejen áreas para la conservación pero se olvidaron de rescatar que esa montaña es algo más que simplemente un tema de observación del paisaje o de tener áreas para el agua.

Pues creo que todos se enfocaron el producto en producción, en alternativas productivas, pero tampoco mirando bien cuáles eran esas, cuáles pueden hacer esas alternativas productivas, porque las que yo he visto, ninguna es exitosa.

Hay que caminar mucho para ir a la escuela. La escuela que está allí no presta las mejores condiciones, entonces es simple, alguien que tiene un poquito más quiere mandar a su hijo, a su hija, a una escuela mejor. La agricultura, la ganadería está en manos de adultos mayores. Entonces es también un tema de auto estima, de no valorar lo que tienes, de valorar lo que sois, de creer que puede ser despectivo seguir teniendo creencias o seguir respetando o sabiendo que quieres ser parte de la naturaleza y que no tienes que destruirla, porque si le destruyes a ella te destruyes a ti mismo.

Son algunos factores. Y ya para la gente joven el celular en donde puedas conectarte con el mundo de afuera es más valorado que el mundo de adentro. Creo que son algunos factores. Y también nadie de las instituciones, es como que se ha preocupado en que ese cerro es algo más que simplemente el cerro y que tiene un valor más. Que tiene que ver con lo espiritual, con los valores que la gente para ancestral tenía.

David Hidalgo: Precisamente algo que habíamos hablado hace un momento, es el proceso de expansión de la frontera agrícola, que responde a esta necesidad de las comunidades para acceder a un recurso de supervivencia, porque cada vez más, se van endureciendo sus condiciones de vida. Entonces específicamente en Cunucyacu lo ven como un legítimo derecho a la expansión de la frontera agrícola. ¿Cómo contrarrestar estas condiciones que también empujan a las comunidades a buscar recursos? ¿Cómo realizar este trabajo para concientizar en las comunidades la importancia del cuidado del páramo?

Ing. Ana González: El tema económico, es el que siempre te presiona, entonces ¿Cultivar ajo?, tú sabes que puedes cultivar poco tiempo porque después ya no sirve. El sembrar papas es solo uno o dos cultivos porque después ya no tienes la riqueza del suelo para la producción y en esa altitud y las bajas temperaturas no te permiten tener buenas cosechas.

El tema de interiorizar que si tú cambias el uso del Páramo, estás arruinando el tema de que pueda servir para que el agua tenga su circulación.

Cambias el uso del agua, interrumpes todo el ciclo hídrico. Y es un suelo que después tienes que esperar muchísimo a que se recupere y a veces, no lo recuperas. Entonces a veces las instituciones también les dan un poco de pasto y ellos van y meten tractor para sembrar ese pasto. Y te cambian el uso del suelo en pleno páramo.

Yo creo que la gente que está arriba si debe tener un incentivo. Pero realmente un incentivo de que te ayude a mejorar tus condiciones. No es del dar por dar. Es el concientizar que el que vive ahí si requiere un incentivo. O tienes que tener una política que dices: "Muy bien. Hasta aquí nomás y te compenso comprándote esta zona". Así sea de un área de reserva. Porque ellos entienden que es de ellos. Aquí hemos vivido, esto es nuestro y aquí nadie nos manda. Y abrirse a nuevas cosas, abrirse a otro tipo de emprendimientos. Son personas, también bastante conflictivas. Cunucyacu no es que sea una comunidad que se abra al trabajo.

No son fáciles los líderes de Cunucyacu. Entonces, son unas situaciones complejas. Para darle un sentido, yo creo que si se requiere un estudio más profundo de realmente para dar un incentivo. ¿Qué haces con esto? ¿Y debes ver si es un incentivo para que sea lo suficientemente interesante para que tú dejes de cambiar el uso de suelo. Dejes de subirte a la frontera agrícola.

Entonces, si se requiere un tema de profundizar los análisis de hacer un buen diagnóstico, pero con ellos. Que ellos se den cuenta del daño que se están haciendo para ellos mismos. Y a los demás. Entonces creo que el valorar los servicios ambientales, el poder decir, este servicio ambiental cuesta tanto y sirve para esto y con ellos hacen los cálculos. Es también empoderarles para decir, bueno ¿Qué hay a cambio de esto? O sea, ¿Qué nos ofrecen a nosotros para de verdad cambiar? Porque la siembra de pinos fue la oferta del millón y luego fue un tema terrible que no funcionó. El tema de las vicuñas no es un tema que sea "el tema", no han tenido ningún beneficio todavía de eso. Tal vez por su falta de entendimiento, mismo de cómo hacerlo, porque realmente sí lo harían y lo harían bien podrían tener réditos, pero se han pasado discutiendo, se han pasado confrontándose con la reserva, entre las comunidades que a la final hasta ahora no tienen beneficio. El beneficio que Perú si lo tiene. Con la fibra de la vicuña.

Entonces, yo creo que son muchos factores que no les permiten poder aprovechar los incentivos y que las instituciones tampoco no hacen su mejor esfuerzo para que eso de verdad sirva a la gente. Veo ahí un tema que no se combina porque tienes las herramientas de socio Páramo que no lo aceptaron, tienes lo del fondo de páramos, que es un incentivo, y tienes lo del Gobierno provincial. Sin embargo a pesar de todo esto no se logra un atractivo para la gente. Porque no hay cambios en lo cultural y los cambios culturales requieren bastante tiempo y requieren de procesos.

David Hidalgo: ¿Cree usted que una herramienta podría hacer una restitución económica hacia las comunidades que de alguna forma protegen el Páramo? ¿Cómo quizás la creación de un impuesto que alimente un fondo para poder impulsar proyectos de desarrollo alternativo en estas comunidades?

Ing. Ana González: Pero Tungurahua tiene el fondo, tiene el fondo páramo. Tungurahua tiene una política de conservación, tiene los planes de manejo como herramienta y al fondo páramos como una herramienta de financiamiento. Entonces tú en la provincia si tienes eso.

Yo creo que sí deben tener un incentivo, no sé si necesariamente sea de dinero, pero si debe ser un incentivo que te permita trabajar en procesos que realmente les sirva a la gente. Que no sea darte un puñado de semillas o el darte una capacitación, sino realmente sea un proceso que genere cambios y que permita a la gente interiorizar el valor de los servicios ambientales. Pero yo creo que sí. Que si además Cunucyacu ya ha tenido un proceso de apoyo tanto con los planes de manejo como con el fondo páramo. No veo que hayan resultados positivos. Entonces lo de Mecha huasca que tienen ahí. Este emprendimiento de turismo, tienen la vía de acceso que no funciona. Y es que el MAE no te da el permiso para mejorarla porque está dentro de un área de reserva.

Entonces, tienes condiciones donde realmente no se logra hacer procesos integrales. Sí voy a querer que la gente vaya a conocer la zona, lo mínimo es una carretera habilitada. No te digo asfaltada ni mucho menos, pero en mejores condiciones a que pueda entrar la gente y si llegas allá, no tienes servicio de alimentación, si no has programado antes, no tienes un guía, no tienes nadie que te reciba. Entonces, por más que habido intentos de apoyarles? No ha cuajado. Y no solo por culpa de ellos, sino también porque no hay las mejores condiciones para que para que la gente llegue. Creo que son como rompecabezas de algunos temas.

David Hidalgo: ¿Quiénes han liderado estos procesos de intentos de conservación del páramo, de apoyo a la Comunidad? ¿De dónde han venido estas iniciativas?

Ing. Ana González: En Cunucyacu han venido desde el gobierno provincial y desde una articulación con los movimientos indígenas. Creo que en Tungurahua si ha habido actores preocupados por el tema de conservación, hay una política pública, hay una ordenanza para la conservación de los páramos, hay las herramientas de planificación y hay un instrumento de financiamiento. Creo que están dadas las condiciones para poder trabajar ahí.

David Hidalgo: ¿Cuáles son las dificultades que han hallado en este proceso de conservación de los páramos en Cunucyacu?

Ing. Ana González: Te diría la poca eficiencia de que sean procesos realmente que generen cambios. La misma forma de ser de la gente de Cunucyacu, que no es fácil. Una vez me dijeron, nosotros queremos aquí que exista un proceso como Salinas de Guaranda. Pero no tienes ni liderazgos como para dar un proceso así. No tienes un sistema de formación, de capacitación que genere esas condiciones. Creo que no ha habido recambio de los líderes. Son los líderes que ya llevan muchísimo tiempo y con su mismo discurso. Entonces no ha habido recambio de liderazgos y creo que no ha habido tampoco un proceso muy sistemático de ir generando esos cambios.

Donde vaya desde la autoestima, como usted decía al inicio. De valorar lo que son, del entorno en el que están, de lo que tienen y yo creo que hay una responsabilidad que está abandonada. La de servicios básicos. O sea, estás en un lugar donde te piden que conserves pero no tienes acceso a servicios básicos y eso es un rol que es desde la municipalidad. Las competencias de los actores no están asumidas, ni el de la reserva

mismo, ni tampoco está asumida la competencia del municipio para que tengan acceso a servicios básicos. A que tengan mejor sistema de educación.

Creo que no hay una corresponsabilidad. Para poder fijarse en los que menos tienen, para darles más.

David Hidalgo: ¿Qué políticas públicas son necesarias para incentivar estos procesos de conservación?

Ing. Ana González: Yo creo que es un trabajo integral, porque si no tienes educación no tienes algo, no tiene servicios básicos. Es una comunidad indígena, los niveles de pobreza en esa zona son altos. Entonces, si tú no tienes ahí una presencia del Estado en una forma integral, una forma conjunta de intervención es bien complejo que tú logres de verdad generar cambios. Se pide a la gente con mayores niveles de pobreza que conserve una zona para toda la población que está abajo y para todo el país. Porque es una belleza escénica, porque es una zona, yo diría increíble porque tienes paisaje, tienes aire puro, tienes agua, tienes fauna, flora, tienes todo. Todos los servicios ambientales, tienes ahí, que son para el bienestar humano y no solo de Cunucyacu. Sino de tres provincias y del país entero.

Entonces supón: hay turistas para la zona, pero esos turistas van con una agencia o si le conocen al guía, pero para la comunidad no queda nada. Ellos llevan su propio refrigerio y así llevan todo de ellos. Entonces, para la comunidad no te queda absolutamente nada. Yo creo que sí debe haber un proceso de que quede algo para la comunidad, de que realmente tú valores y digas: “Por cuidar, yo tengo esto”. Pero que sirva. No queda para la gente. Y tampoco es atractivo.

Una parte es donde tú vas al Carihuairazo, y el camino al Chimborazo y les ves a las vicuñas. Entonces tienes, tienes todas las condiciones, pero el pueblo, el centro poblado al frente de la carretera. Y allá, no tienes mucho que ver, no tienes las condiciones. Está totalmente afectado el ecosistema, entonces es complejo. Yo me imagino que la visión de un joven, hombre o mujer es de salir.

David Hidalgo: ¿Qué prácticas ancestrales se podrían poner en valor, para poder impulsar estos procesos de conservación del Páramo?

Ing. Ana González: Yo creo que también hay que desmitificar algunas cosas. Como por ejemplo el fuego. Que es súper complejo. Que no se puede hacer nomás en el Páramo. Pero que le permite al pajonal retoñar, le permite un poco de alimentación para ganado. Hablar de fuego controlado, es como incendiemos todo y ya ha pasado que se les va de las manos. Entonces esa práctica no es una práctica amigable con el ambiente. La práctica de tenerle al páramo como un colchón para el agua, ha sido una práctica que no ha sido de ellos. Entonces, prácticas de conservación en los páramos... Yo te diría una práctica de restauración pasiva, de no hacer nada para que eso esté intacto. Es lo que yo he visto. Pero cuando siembran plantas, te siembran plantas que no son de la zona. O te meten alambre de púas para conservar las fuentes, que no es una práctica de ellos.

Las prácticas de conservación de ellos han sido más en la práctica de restauración pasiva, de dejar al páramo, de no afectarle. Pero también con eso se ha perdido la relación con páramo. Porque el páramo te da medicina, tú tienes ahí una cantidad de plantas que los jóvenes ya no conocen. No ha habido este diálogo intergeneracional que te de valor a lo que es el páramo. Valor en el tema espiritual, valor en el tema de que

te da medicina. Y cómo estás ahí, no valoras toda la toda la belleza escénica que te da, porque vives ahí, le ves todos los días.

Y esos ritos también, el ir a ponerle una vela, entregarle grano, semilla. Yo creo que eso se ha perdido. Porque le ibas a entregar algo para que te dé una buena cosecha. Pero eso creo que lo hacen muy pocos.

El cosechar agua no ha sido en esa zona porque como es una parte húmeda también, no es que te falte el agua. El agua falta abajo, pero no falta en la parte alta porque tienes la humedad.

Entonces ¿Sabes que yo no te podría decir? Si hay una práctica ancestral. La única práctica que ese es un tema de restauración pasiva de dejarle al Páramo. De no irte subiendo.

Pero el tema de estas leyes contradictorias, por ejemplo, de que tú tienes que tener trabajado una zona para que te den el título de propiedad es perverso. Porque eso ha hecho que vos cambies el uso de suelo para que alguien, para que alguna institución venga y te diga es tuyo. Entonces, si ha habido como prácticas perversas, el mismo Ministerio de Ambiente, te va y te da asesoría, te da herramientas, te da todo. Sobre los 3600 m que sabe que ahí ya no se puede, ya no debería ser. O atiende el ganado diciendo que le bajas un poco más. Pero a la final ese ganado vuelve al páramo. Pero que yo he visto no, no he encontrado una práctica ancestral en conservación.

David Hidalgo: ¿Cree usted que el retroceso glaciar del Carihuairazo ha afectado a la comunidad de Cunucyacu?

Ing. Ana González: Tal vez te diría que si, o pueden tener menos agua en todo caso o pueden haber aumentado los caudales por el tema del deshielo. Afecta en el sentido de que puede subir la temperatura y ellos pueden tener mejor mejores condiciones para sembrar más arriba. Porque si se nota un pequeño aumento de la temperatura. Y eso te dice el MAE (Ministerio del Ambiente y agua) también, que si ha aumentado la temperatura en esa zona. Pero por ejemplo, todo el tema de los fuertes vientos, de lluvias intensas, de bajas temperaturas. Esas son cosas que con los de Río Blanco, ellos nos decían que, por ejemplo, las crías del ganado, mueren por el tema del frío. Que la producción allá agrícola de papa es un riesgo, porque baja la temperatura y te quedas sin la producción.

Entonces, yo creo que de afectar, les afecta. Claro que les afecta todo lo que está pasando. Y no hay medidas, tampoco que tú puedas encontrar que digan esta medida es positiva porque también se han convertido en cosas también medio absurdas. Si tú ves hay alguien un poco más abajo de Cunucyacu pero dentro de la misma parroquia de Pilahuín había un humedal. Y alguien fue y les puso una geo membrana que no les funcionó. Después quisieron poner allí alevines, tampoco les funcionó.

Entonces, si es como intentar e intentar proyectos, que en un humedal no le puedes poner geo membrana, es un humedal y sabemos que en cierta época del año se va a secar y en otra época del año, va a estar con agua, pero esta agua va permeando, va soltando en las épocas que requieres. Esta es la función de un humedal. ¿Entonces no puedes ir a ponerle una geo membrana, no puedes ir a ponerle ahí para hacer turismo y poner truchas.

Creo que sí ha habido también poca capacidad técnica de estudio, de comprensión del ecosistema para saber qué alternativas propones. Entonces de afectarles, yo creo que sí. Todas estas amenazas a los que ellos se ven abocados les afectan, tanto a las personas como los medios de vida de ellos.

David Hidalgo: ¿Se ha notado una disminución en la disponibilidad de agua en la comunidad de Cunucyacu que pudiera estar asociada con la pérdida del glaciar?

Ing. Ana González: No tengo estudios de cantidad de agua en esa zona, no te podría decir si se han disminuido o no los caudales. No, no te podría dar con datos realmente. No tengo información de ahí.

David Hidalgo: ¿Considera usted que la pérdida de los glaciares implica un traumatismo cultural para las comunidades de altura?

Ing. Ana González: Del Carihuairazo no sé tanto, del Chimborazo yo creo que sí afecta. Pero del Carihuairazo. Creo que este ya comenzó a perder el tema del glaciar, ya con bastante tiempo. Y de vez en cuando, cuando baja demasiado la temperatura le ves que todavía tiene nieve, pero yo creo que del Cari no sé qué tanto les puede afectar, porque es que yo creo que más les afecta es el Chimborazo. Y además, imagínate el experto del INAMHI fue a poner la estación en un lugar de un viento increíble. Yo llegue hasta allá. Que era, él dijo vandalismo, pero la estación meteorológica que puso ahí fue en el lugar de mayor viento, entonces el viento le destruyó a la estación. Entonces no tenemos todavía datos ahí. Pero es una zona lindísima lindísima. Y tienen condiciones realmente extremas. Porque hasta yo le he visto totalmente congeladas las plantas, la he visto con lluvia intensa, con frío intenso.

Y, claro, ahora no tienes marcado ni cuándo puedes ir ni cuando no puedes ir porque no sabes cuándo va a estar nevado, cuando va pasar con sol, cuando va a estar con lluvia, eso que antes sí tenías marcado, ahora ya no lo tienes.

Es complejo, pero va muchísima gente, va a gente para estudios, va para aclimatarse para el Chimborazo, va para subir al mismo Cari va para hacer caminatas de travesía, que son de 2 - 3 días para salir a Tisaleo, por ejemplo; a Mocha. Entonces, si hay una actividad allá y de personas. Sí, de grupos de ecuatorianos, pero también viene gente de afuera a hacer sus investigaciones sus estudios.

David Hidalgo: ¿Al interior de las Comunidades se discute sobre cambio climático, se considera que éste es una realidad ya presente?

Ing. Ana González: La percepción de ellos es que el tema del calendario ha cambiado. Eso sí, para ellos eso es algo que perciben, que te que te dicen que ya no saben cuándo va a llover, cuando va a ser temporadas de fuerte soles o vientos, lluvia. Eso sí perciben ellos. Y sabían cómo era antes y ahora, no tienen ni idea, o sea, dicen, no sabemos, o sea, nos ha afectado el calendario de siembra, el calendario de cosecha. Eso para ellos está súper claro.

David Hidalgo: ¿Usted imagina a los Andes ecuatorianos sin glaciares, cómo podría ser ese futuro?

Ing. Ana González: Fuerte tu pregunta. A mí me afectó mucho, yo conocía el Chimborazo hace más de 40 años. Y fue espectacular. La nieve era hasta la carretera y más abajo. Una cosa espectacular, un monstruo el Chimborazo. Y ahora pocas veces tiene nieve hasta abajo, pero ya es una nieve que pasa la nevada y ya ves solo la parte de arriba.

Entonces si es un choque muy fuerte. Solo imaginarme que le vas a ver sin nada de nieve es algo que te golpea. Y verle al Chimborazo y al Carihuairazo con nieve, y al frente del Altar, y ver el Tungurahua, o sea ver los nevados es algo que uno acá en el sur: Loja, Cuenca no tiene eso. Es para mí ese paisaje, es algo

que me alucina, es fantástico poderles mirar, poderles ver, poder sentir su fuerza. O sea, imaginarte sin la nieve es como que están desvestidas las montañas. Es fuerte, es muy fuerte.

Entrevista con el Dr. Luis Chicaiza. Fue director de IEDACA (Instituto de Ecología y Desarrollo de las Comunidades Andinas). Es una ONG consolidada con capacidad de generar y promover propuestas de políticas que incidan positivamente en la calidad de vida de las familias campesinas y populares y en el ambiente, con énfasis en gestión social del agua y manejo sostenible, sustentable de los recursos naturales, soberanía alimentaria y comercialización. Realizada el 12 de octubre de 2021

David Hidalgo: ¿Cuál cree usted que es la relación cultural de las comunidades indígenas de altura con las montañas, cree que todavía hay un nexo cultural, místico, sagrado con las montañas?

Dr. Luis Chicaiza: A ver, yo creo que hay diversos niveles. Podríamos geográficamente sin ser tan tajantes como referencia nada más, de la parte norte, la gente todavía mantiene un nexo muy cultural y una estrecha relación con la denominada Pachamama, con sus recursos naturales, lo que no pasa en la parte un poco de centro y sur de la sierra ecuatoriana, en donde por diversas formas, por diversas, no sé motivos, las comunidades, la gente ha ido perdiendo esta digamos, esta relación que ancestralmente lo mantenían sus abuelos, sus padres. Entonces decir eso que hay niveles; hay otros sectores donde prácticamente la han perdido totalmente y lo único que le que le ven a los recursos naturales, al páramo, es como un medio de sobrevivencia, de extracción, de obtención de riqueza, de generar recursos para para la familia.

Entonces creo que hay estos niveles, no que se observa a nivel de la región de la sierra ecuatoriana.

David Hidalgo: Justamente sobre este tema de doctor, hace unos meses tuve la oportunidad de participar en una asamblea de la comunidad de Cunucyacu en la provincia de Tungurahua, ellos son guardianes de ese territorio, en el Carihuirazo, y la conclusión de la conversación con la asamblea fue de que ellos precisamente habían perdido esta conexión espiritual con la montaña y que era un accidente geográfico más en su territorio. Además, también pensaban que siempre van a contar con la provisión de agua así el glaciar se pierda por completo. ¿Por qué cree usted que se ha producido esta desconexión con estos entes naturales? ¿Cuáles serían los factores que han roto este arraigo? ¿Y también esta necesidad de protección en estos territorios?

Dr. Luis Chicaiza: Bien. Ahí hay influencia externa, el desarraigo de las familias, el desarrollo de las familias de sus tierras. Hoy estamos pasando ya por una nueva generación de personas que en las comunidades que están responsables del manejo de sus recursos y dejando prácticamente a un lado las intenciones y la visión que tenían sus padres y sus abuelos en relación al páramo, al agua, entonces tomando en cuenta que la educación en el país no responde a una realidad campesino - indígena, más bien a todos nos han puesto en un mismo, digamos en un mismo costal y todos recibimos la misma instrucción y con la misma metodología y todo, entonces eso es lo que ha hecho es que la juventud, ahora ya con nivel de instrucción secundario y hasta de tercer nivel, no sientan el refugio o no sientan el significado que sus padres sentían frente a los páramos.

Otra de las cosas también es una cuestión estructural en la tenencia de la tierra. Mucha gente tiene que echar mano de la tierra, del suelo para su sobrevivencia, y al ver que ya no tienen más recursos, al ver que ya no tienen más disponibilidad de acceder a suelos de las partes bajas, han seguido hacia los páramos.

Entonces son estos factores externos: la falta de políticas a nivel gubernamental que apoyen estas iniciativas que las comunidades han ido dando por el cuidado de los páramos, es otro de los aspectos. La influencia

del neoliberalismo, la influencia de corrientes de producción muy marcadas hacia la extracción o el uso extractivo de los recursos de las tierras.

Son situaciones, son propuestas y son acciones que a las comunidades les han ido transmitiendo y la juventud va captando, van digamos, asumiendo ese rol y se va descuidando el cuidado de los recursos.

Ahora la cuestión de los glaciares también es otro de los aspectos, una falacia o una equivocación, un criterio equivocado que van teniendo. No sé, bueno, por lo menos acá al norte, dicen: “Bueno todavía tenemos nevado” para referirnos al nevado Cayambe por mucho tiempo y si vamos a obtener agua. Lo que creo que hace falta es una concienciación que se haga una estrecha relación a la disponibilidad del agua con lo del cambio climático, creo que falta todavía calar mucho en esto.

David Hidalgo: El proceso de la expansión de la frontera agrícola responde a una necesidad legítima de las comunidades para acceder a un recurso de supervivencia. Porque cada vez se van endureciendo más las condiciones de vida. Y entonces, específicamente en el caso de Cunucyacu lo veían como un legítimo derecho a la expansión de su frontera agrícola. ¿Cómo contrarrestar estas condiciones, que también empujan a las comunidades en su legítima búsqueda de recursos hacia ampliar su frontera agrícola? ¿Cómo poder realizar este trabajo con las comunidades para concientizar sobre la importancia del cuidado del páramo?

Dr. Luis Chicaiza: Ahí deberíamos partir de un criterio o de una visión desde las comunidades. No sé, sopesar, poner en una balanza la parte de sobrevivencia, de la gente, por un lado, está la sobrevivencia de necesidades vitales para satisfacer y por otro lado el criterio de conservación, sin recibir nada.

Entonces yo creo que dos cosas pesan mucho al momento de decidir, tomando en cuenta de que la agricultura en nuestro país no tiene una garantía, no tiene, digamos la importancia que debería, ya que es la generación de alimentos, y la soberanía alimentaria en nuestro país está totalmente descuidada.

Existen políticas relacionadas con la agro exportación porque genera divisas, no, pero para la soberanía alimentaria, la generación de alimentos, para nuestra gente no tienen el apoyo, tienen que debatirse entre niveles de producción muy bajos por la falta de insumos, la falta de capital, la falta de tierra. Y se ven, muchos de ellos forzados a migrar para complementar sus ingresos.

Ahí vendría la respuesta, tenemos que regresar la vista al campo. Tenemos que tomarla, darle al campo, a la producción campesina familiar, tenemos que darle la importancia que tiene porque estos sistemas de producción son los que nos mantienen, son los que generan alimentos para para nuestra sobrevivencia familiar, en los pueblos y en las grandes urbes, y eso cuando se tiene suficiente producción de alimentos puede ser, desarrollan las otras dos tareas, o sea; la arquitectura, las ciencias se pueden desarrollar, pero en nuestro país está totalmente descuidada la producción agrícola y los campesinos, los pequeños productores, fundamentalmente tienen que luchar frente a eso, producir algo para su supervivencia y cuando se generan excedentes de esos son trasladados a las ciudades, entonces tendremos que tener el cuidado de los páramos, las fuentes de agua, no como una visión exclusivamente conservacionista. Sino Ahí vendría la respuesta, tenemos que regresar la vista al campo. Tenemos que tomarla, darle al campo, a la producción campesina familiar, tenemos que darle la importancia que tiene porque estos sistemas de producción son los que nos mantienen, son los que generan alimentos para para nuestra sobrevivencia familiar, en los pueblos y en las grandes urbes, en desmedro principalmente de los páramos de las zonas agrícolas.

Y no creo que solamente sea en los páramos, porque lo mismo pasa en subtrópico. Entonces la gente sigue subiendo porque sienten necesidad, son otras condiciones, otras condiciones, sociales, organizativas, económicas, productivas. Pero también se da esa este fenómeno.

David Hidalgo: El Páramo nos brinda varios servicios ambientales entre ellos, la captura de carbono y la provisión de agua para generación hidroeléctrica, es decir, muchos nos beneficiamos aguas abajo de los servicios del páramo. ¿Cree usted que una herramienta podría ser precisamente, la restitución económica a las comunidades que de alguna forma protegen el páramo, como quizás la creación de un impuesto que alimente un fondo para poder impulsar proyectos de desarrollo alternativo en estas comunidades?

Dr. Luis Chicaiza: Personalmente, modestamente se cambia la concepción del páramo. El páramo no presta servicios. El Páramo cumple funciones. Esta terminología de llamarles servicios, para mí es una estrategia del modelo neoliberal que busca mercantilizar los recursos de la naturaleza. Entonces cómo es un servicio tiene que ser pagado, ese servicio tiene que ser reconocido, se busca un dueño, un proveedor y los usuarios, quienes lo aprovechan, quienes nos beneficiamos de este supuesto servicio tenemos que pagar.

Para mí no es eso, el páramo tiene funciones. Su función: regulación hídrica, su función, captura de carbono, belleza escénica y gran cantidad de mantenimiento de biodiversidad. Todos estos aspectos que se los toman como como servicios. Entonces, las funciones del páramo son innatas. Funciones del páramo están ahí.

Y otra de las cosas; la Constitución de la República habla que es deber del estado el mantenimiento de los recursos naturales. Es deber del Estado el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Entonces, el trasladar este deber vía impuestos hacia la población no me parece lo más adecuado. Porque el estado tiene que cumplir con su rol constitucional.

Lamentablemente, para mí es letra muerta lo que se logró en Montecristi, sigue siendo letra muerta y el estado no asume esta responsabilidad constitucional, hay recursos para todo: hay recursos para hacer el salvataje bancario, ha habido recursos para apoyar a la exportación, a la pesca en gran escala, recursos para invertir en la minería, hay de recursos para todo, pero no hay recursos para cumplir este deber constitucional. Para hacer cumplir los derechos de la naturaleza y apoyar y digamos, ser recíprocos con las comunidades, por el cuidado de los páramos.

Pienso que es un fenómeno o un deber de reciprocidad de todos frente al mantenimiento de las funciones que tienen los páramos para el mantenimiento de la vida en nuestra tierra.

David Hidalgo: ¿Cómo se podría canalizar esta retribución hacia las comunidades que cuidan los páramos?

Dr. Luis Chicaiza: Esto habría que pensar en un esquema integral. En donde sean las comunidades quienes manejen los recursos, quienes decidan en qué invertir y recordemos que en muchos de los sectores de páramo, ya queda poco por hacer, porque las comunidades lo han hecho desde los últimos años. No quiero decir que todo está lindísimo, porque si no, no estuviéramos discutiendo, analizando esta problemática, hay muchas cosas todavía por hacer, pero quienes tienen que seguir avanzando son las comunidades, porque ellos han asumido esta responsabilidad en diferente nivel, unos con mayor fuerza, otros un poco débiles,

otros respondiendo a su a su realidad, nada más. Pero han asumido esta responsabilidad, entonces, hay que respetar las decisiones comunitarias y no creo que haya que generar propuestas desde arriba, desde los escritorios, desde la ciencia o desde la academia, para dar solución a un fenómeno socio ambiental que viven las comunidades. Son las comunidades quienes tienen que gestar su propia forma de vida y tenemos que respetar e impulsar. Además, constitucionalmente en esto, está establecido, los derechos colectivos y dan a las comunidades por decir lo menos, algo de autonomía en sus territorios.

David Hidalgo: ¿En el cantón Cayambe se han emprendido acciones para proteger los páramos desde las comunidades?

Dr. Luis Chicaiza: Todo lo que se ha hecho en Cayambe es iniciativa comunitaria. Absolutamente todo. El Estado puedo decir, sin temor a equivocarme, que el Estado no ha hecho nada acá. En relación para el cuidado de los páramos, más bien en ciertos casos, ciertas entidades estatales han sido una especie de traba. Para lo que las comunidades han desarrollado, en su intención de que prevalezca este criterio de que el estado y sus funcionarios son los que tienen la verdad. Imponer ciertas prácticas o ciertas estrategias que han ido en contra de las iniciativas comunitarias.

Por decir algo, algún funcionario de una entidad hizo una especie de repartición de unos páramos comunitarios a ocho comunidades. Entonces. ¿Qué es lo que ha ocasionado esto? Ocasiónó que cada comunidad busca su territorio y como ya fue entregado por una autoridad estatal, entonces empezó a ampliarse la frontera agrícola. Entonces, cuando hay territorios comunitarios, es bastante más difícil que se amplíe la frontera de agrícola porque cuando alguna comunidad tiene esta intención, el resto se genera un autocontrol más o menos a nivel comunitario, un auto control colectivo.

Entonces acá todo lo que han logrado las comunidades desde el inicio de los años 90 ha sido exclusivamente, digamos, iniciativa comunitaria. Puedo decir que hemos institucionalmente lo que hemos hecho, es un acompañamiento hacia estos procesos desarrollados por las comunidades, entonces ahora es cuando se empieza ya un poco a exigir que el estado, en sus diferentes niveles, cumpla con su deber de apoyar las iniciativas comunitarias, como dice la constitución de la República.

David Hidalgo: ¿Quién cree usted que ha liderado estos procesos de protección de los páramos que han surgido dentro de las comunidades?

Dr. Luis Chicaiza: Podemos decir que esta iniciativa empezó a inicios de los años 90 aquí en Cayambe. Por un grupo de comunidades que respondía no necesariamente a objetivos ambientalistas, de conservación, sino más bien a sus intereses, un poco económicos, pero en el análisis que se realizó, en su forma de ver, digamos su actitud frente a los recursos de la comunidad, podríamos decir ahí empezó este liderazgo aquí en Cayambe.

Se empieza con un grupo de comunidades, después de estos se expandió a nivel nacional. Y ahí sí ya, los dirigentes comunitarios han ido liderando en sus espacios. Acá en Cayambe, han visitado, sin temor a equivocarme delegaciones de comunidades de todo de todo el país. Bueno, no solamente de todo el país, tenemos reportes de registros de que vinieron delegaciones de áreas de Perú, Bolivia, europeas que han visitado esta experiencia y han ido avanzando, entonces, los espacios que más avances han tenido, mejores

resultados han sido los liderados por las comunidades, por los dirigentes en esos diferentes y diversos niveles.

Recordemos que ECUARUNARI en alguno de los periodos se puso como objetivo de su período de trabajo, el cuidado de los páramos, la CONAIE también ha estado involucrada en estos movimientos indígenas. Aquí, en cambio, el pueblo Cayambe y luego de ver un poco los avances que individualmente se hacían en las comunidades lideró un proceso de generación de una propuesta de política territorial para la gestión comunitaria de los páramos en el territorio de Cayambe.

Entonces yo creo que por ahí los líderes, los responsables de esto están dentro de las comunidades.

David Hidalgo: ¿Cuáles son las dificultades que se han hallado en el proceso de conservación de los páramos?

Dr. Luis Chicaiza: Podríamos empezar hablando de un problema estructural en la tenencia de la tierra, fundamentalmente. Mientras existen grandes espacios de haciendas en las que están los páramos y sin ningún control, las comunidades, a pesar de sus escasos recursos, han debido destinarlos al cuidado de los páramos en beneficio de todos. Este es uno de los aspectos que se ha venido discutiendo desde hace algún tiempo a nivel de comunidades. Estamos cuidando los páramos mientras los vecinos de las haciendas siguen con su uso tradicional y no hay quien les controle, pero a nosotros sí viene el estado y busca controlarnos.

Creo que esto va a dificultar la parte económica en la comunidad también es un limitante. Hace rato decía, bueno que se debe poner en una balanza la sobrevivencia de la gente frente a una acciones de conservación que no son reconocidas, entonces lo que es una de las limitantes que se han dado. Y creo que ha apoyado muchísimo esta cosmovisión andina y este relacionamiento cultural de la gente, hablo de las generaciones anteriores a los recursos naturales, el respeto, el verle hasta como una deidad, al cerro su Urku, entonces esto ayuda.

Yo creo que esto ha ayudado muchísimo para que las comunidades asuman esta responsabilidad y fundamentalmente. Se toma en cuenta el agua como eje central de unificación, un eje, un elemento dinamizador de la organización comunitaria, de la organización campesina. El agua creo que nos mueve a todos y esto también ha sido uno de los aspectos que abordan las comunidades para incursionar y aplicar acciones de protección a los páramos.

David Hidalgo: ¿Qué políticas son necesarias para incentivar estos procesos de conservación?

Dr. Luis Chicaiza: Mencionaba de que se debe abordar de forma integral a la problemática. La problemática productiva es uno de los aspectos que hay que trabajar. Las comunidades tienen que realizar actividades productivas sin tener la capacidad de utilizar avances tecnológicos. Semillas mejoradas o empeoradas en muchos casos, sin acceso a créditos y otro de los aspectos muy graves es la comercialización de sus productos.

Es realmente preocupante. ¿Cuánto reciben por los frutos de las comunidades y en cuanto nos llega a nosotros, a nuestros hogares los productos. Entonces la comercialización es un aspecto muy crítico. Las políticas deberían estar encaminadas a un fortalecimiento, un mejoramiento de la producción, la comercialización, la parte organizativa e incluso la parte de salud, políticas de salud, políticas de educación,

se debe dar un cambio, un vuelco total al sistema educativo en el campo, buscando de que este sistema educativo no propicie la expulsión o la migración del campo a la ciudad, entonces buscando que la gente se pueda sentir mejor, es sentir mejores condiciones de su vida en su área, en su medio en donde no tenemos espacios de recreación, espacios como dicen, usos para el ocio, entonces todas estas cosas tienen que darse, generarse políticas de apoyo hacia la producción campesina familiar.

David Hidalgo: ¿Cree usted que hay un consenso al interior de las comunidades para preservar el páramo?

Dr. Luis Chicaiza: Y si no hay consenso por lo menos una gran mayoría están conscientes de que el agua tiene estrecha relación con el páramo. De esto depende la vida de esta y de las futuras generaciones y en base a eso es lo que están trabajando. Así hay, hay compañeros, también, gente de las comunidades que impulsados por un poquito de ambición, un poquito de mejorar sus condiciones económicas buscan también seguir ampliando la frontera agrícola, buscan acceder a las tierras y todo eso, pero la mayoría de la gente yo creo que están por el cuidado de estos recursos.

David Hidalgo: ¿Qué prácticas ancestrales se podrían poner en valor hoy por hoy para mejorar la conservación de nuestros páramos?

Dr. Luis Chicaiza: Había mencionado de que los páramos no requieren de mucha acción. Con que los dejemos tranquilos, con que les dejemos sin intervención, para mí es bastante. El accionar, el apoyo que requieren las comunidades es en la en la parte baja. Como un ejemplo, podemos mencionar a una de las comunidades de acá (Cayambe). Tenían como 1500 cabezas de ganado en el páramo, una comunidad grande de 300 familias. Y se logró ahora, después de algún tiempo, no tienen nada de ganado en el páramo, cero ganado en el páramo.

Pero entonces: ¿Qué es lo que mejoró? En vez de tener esa cantidad de ganado en el páramo, se impuso la producción de leche en la parte baja, mejoramiento de pastos, riego, en, digamos, sanidad, manejo de los animales y esta comunidad de 80 litros que producía a mediados de los años 90; actualmente se estima que pasan de los 4000 litros de leche. Entonces, es una cuestión más bien de sobrevivencia.

Entonces el páramo está quieto ahí, ya no le hacen nada. Han definido la frontera agrícola y de ahí para atrás es intocable. Van visitan, recorren, van de paseo, a veces un poco a cazar, a coger algo de conejos, la liebre andina. Y nada más, pero el desarrollo de sus actividades en la parte baja es lo que propicia el uso y digamos del cuidado de los páramos, porque ancestralmente, pues, a pesar de que desde una actividad ancestral tendrían que pensar o retomar lo que antes hacían en la quema del pajonal, porque esa es una cuestión que ha venido desde hace mucho tiempo y que ha sido bastante complicado eliminar. Creo que eliminar totalmente, no se ha logrado.

Ancestralmente, del páramo se obtenía la leña, la paja para sus viviendas, madera y todo, entonces, así como prácticas ancestrales creo que no habrían, no tendrían sentido, más bien lo que tenemos que hacer es un trabajo en la parte baja, en la parte de los asentamientos comunitarios.

David Hidalgo: ¿Cree usted que el retroceso glaciar en los andes ecuatorianos ha afectado a las comunidades indígenas?

Dr. Luis Chicaiza: En diferentes niveles. Yo creo que hay que ver, por ejemplo, Cayambe las comunidades todavía no sienten todavía este retroceso. Su cerro blanco está todavía ahí. Y como hay cambio climático, pienso que hay un poquito más de agua, hay un poco más de deshielos y tienen un poquito más de agua, claro, eso sumado a la conservación de páramos, que se ha dado, pero así directamente de los glaciares hay más agua. Creo que en el caso de Tungurahua, cuando yo conocí el Carihuairazo, hace muchísimo tiempo, hace más de cincuenta años todavía tenía nieve el Carihuairazo, y las últimas veces que he estado ahí, también hace algún tiempo, ya unos 10 años, tal vez, en donde ya no, no se ve nieve.

Creo que eso sí afectan en esta parte al canal Cunucyacu que casi se alimenta exclusivamente de las fuentes que del Carihuairazo. Algo viene del Chimborazo, y en ese sentido yo creo que sí. Este sistema de Cunucyacu, si se ha visto afectado por la disminución del agua y en este caso porque ya este cerro, el Carihuairazo, no tiene nieve.

Porque eso sí, si se afecta algún rato se verá esa afectación, acá también en Cayambe, porque la nieve también en Cayambe, el glaciar está ya bien arriba. Principalmente en esta vertiente de la Sierra, en la vertiente de la Amazonía, como tiene bastante recarga, creo que no se siente mucho todavía.

David Hidalgo: ¿Usted cree que todavía son importantes los glaciares dentro de la cosmovisión Andina?

Dr. Luis Chicaiza: Como hemos conversado con la gente de las comunidades mucho más importancia le dan al páramo que al glaciar. Eso siempre me ha extrañado eso también y mucho más valor para ellos tienen los páramos, las partes bajas y el glaciar un poco un poco nomas.

Yo creo que no hay mucha relación de la gente con los glaciares

David Hidalgo: ¿Usted considera que la pérdida glaciar afectará en el futuro la disponibilidad de agua para las comunidades cercanas?

Dr. Luis Chicaiza: Indudablemente sí, porque un gran aporte hacia los sistemas de agua está dada por los glaciares. Y acá creo que sí podemos identificar algunas micro cuencas o áreas de afloramiento de agua que vienen directamente de los de los glaciares. No necesariamente de fuentes que están cerca del nevado, sino también algunas fuentes que están lejos, que según opinión de algunas personas se abastecen del glaciar.

David Hidalgo: ¿La pérdida absoluta de los glaciares podría causar un traumatismo cultural en las comunidades indígenas?

Dr. Luis Chicaiza: Como como parte cultural posiblemente no sea mucho, pero yo creo que más significativo será en la parte productiva, van a sentirse afectados por la escasez de agua y sus cultivos, sus sistemas de producción tendrán que ir adaptándose a nuevas, de nuevas formas de producción que requieran menos agua. Y recuerden que las comunidades tienen que competir por el agua, con la provisión de agua de las grandes urbes, de las ciudades. Esto también va a afectar.

David Hidalgo: ¿Se está discutiendo sobre cambio climático al interior de las comunidades? ¿Este es un tema central en las discusiones o todavía no se lo considera como un escenario presente?

Dr. Luis Chicaiza: A nivel de comunidades hay la percepción del cambio climático desde hace algún tiempo. Las comunidades han percibido esto fundamentalmente, porque el calendario agrícola ha tenido que variar. Antes tenían sus épocas marcadas para la siembra, aquí en la zona norte, empezaban con los cultivos de maíz, la preparación de las tierras a inicios de agosto y tenían sus fechas un poco digamos marcadas de la presencia de lluvias por alrededor de la primera o segunda semana de agosto tenían inicios de septiembre, finales de septiembre. Y para noviembre ya las tierras estaban preparadas para los cultivos, pero actualmente no.

Entonces esa percepción es la que siempre se escucha. El tiempo ha cambiado. El que ya no llueve como antes, los vientos son más fuertes, lluvias más fuertes, sequías más largas, el agua ya no alcanza, entonces si hay esa percepción de cambio en el clima, pero no con esta concepción de cambio climático que se maneja en otros niveles.

David Hidalgo: ¿Cómo imagina usted un futuro sin glaciares en los Andes ecuatorianos? ¿Cuál sería ese escenario que tendríamos que enfrentar?

Dr. Luis Chicaiza: Un escenario de escasez de agua. Un escenario tal vez de un poco más temperatura ambiental. Un ambiente un poco más caliente. Y con otro tipo de cultivos. Creo que fundamentalmente en aspectos de conflictividad social, en competencia por el agua. Tanto en el campo y la ciudad como al interior de las mismas comunidades. Creo que el agua escasa podría generar mucho conflicto y competencia por el líquido.

Entrevista con el Ing. Marlon Calispa. Investigador doctoral UC Louvain-Universidad de Cuenca. Su área de investigación son los efectos de la vegetación en las propiedades químicas de los suelos del páramo. Realizada el 25 de octubre de 2021

David Hidalgo: De acuerdo con tu experiencia en el trabajo con páramos ¿Tú crees que todavía existe una relación cultural de las comunidades indígenas de altura con las montañas? ¿ Crees que todavía les une un nexo cultural, místico o sagrado con las montañas?

Ing. Marlon Calispa: Mi experiencia en el páramo es más técnica, digámoslo así, entonces en mis estudios no se ha involucrado en la parte social digámoslo así, no directamente, por varias razones. La primera, y creo que es la que condiciona todo, es el área de estudio.

La mayor parte de mis estudios son en el Antisana. Y la característica del Antisana es que tiene como un cinturón de propiedades privadas. Entonces, las comunidades en sí mismas se encuentran mucho más abajo del páramo, entonces en ese caso las comunidades no interactúan, al menos comunidades indígenas, quiero decir.

En esta zona hay comunidades mestizas, pero indígenas propiamente dichas de la zona no. Entonces el nexo cultural que podrían tener las comunidades, en el caso de mi área de estudio, no se puede evaluar directamente, sin embargo, de otras experiencias, de otras montañas, de casos de estudio, se ha podido ver que existe este alejamiento.

Yo creo que viene una influencia desde varios puntos de vista y una bien interesante es el cambio de la percepción religiosa respecto a cómo la comunidad percibe a los elementos de la naturaleza.

He visto esto, por ejemplo, con la gente de los shuaras. No es el páramo precisamente, pero es un problema de conservación similar. Los shuaras antes no cortaban un árbol, porque tenían miedo de un Dios, una deidad que cuidaba sus territorios, sin embargo, cuando todos se cambiaron al catolicismo o en las ramas cristianas, dejaron de temer eso. Ahora ellos acceden sin ningún temor a la selva.

Sé que hay comunidades que todavía tienen este vínculo. Vínculo religioso, místico con los páramos, pero lastimosamente esto se está viniendo a menos, cada vez más y creo que es por un cambio cultural. Incluyendo cambios religiosos, cambios de consumo y sobre todo, creo que existe una presión bien fuerte económica, es decir, la gente del páramo se queda sin recursos, se queda sin tierra, se queda sin aire y por más que ellos tengan su interés místico, pues, tienen que comer, entonces se pierde esa relación que había entre las comunidades, la gente y el páramo.

David Hidalgo: Hace unos meses tuve la oportunidad de participar en una asamblea de la comunidad de Cunucyacu en la provincia de Tungurahua, al pie del Carihuairazo. Y la conclusión fue que ellos ya habían perdido esta conexión espiritual con la montaña y que era un accidente geográfico más en su territorio. Además, también pensaban, que siempre van a contar con la provisión de agua, independientemente de la pérdida de glaciación. ¿Por qué crees que se ha producido esta desconexión con estos entes naturales? Esta desconexión con la Tierra. ¿Cuáles serían los factores que han roto este arraigo y esta necesidad de protección a sus territorios?

Ing. Marlon Calispa: Mira en la pregunta anterior, mencioné algunas cosas. Creo que la desconexión viene por dos factores. El primero, el digamos, filosófico, espiritual ya que mucha gente ha cambiado sus creencias.

El enfoque de explotación de recursos desde el punto de vista cristiano o del lado occidental es distinto a la cosmovisión andina, es decir, el valor que la filosofía cristiana le da a los recursos es distinta, es totalmente distinta, es como de explotación, mientras que la comunidad de aquí era más de conservación, anteriormente a la influencia cristiana.

La primera parte creo que es esa y luego la segunda parte es la que como te he dicho, la cuestión socioeconómica. La gente no tiene qué más hacer, no tiene a dónde más ir. Es decir, las tierras de abajo están ocupadas, tienen haciendas y todo el asunto y las tierras altas son las que les quedan. A pesar de que saben, a pesar de que tengan miedo, a pesar de todo. Pero es que no tienen más. Es decir, no tienen más, no tienen a dónde más ir y ellos van a tratar de utilizar la tierra que tienen a mano. Entonces, eso creo que ello indicaría la parte mística, espiritual, digámoslo así, no es mi fuerte, no es mi área de estudio, pero yo creo que es lo que ha pasado y se ha visto en otras zonas también.

David Hidalgo: El proceso de expansión de la frontera agrícola responde a una necesidad de las comunidades para acceder a un recurso más de supervivencia, porque cada vez se van endureciendo más sus condiciones de vida. Entonces, específicamente en el caso de Cunucyacu, lo veían como un legítimo derecho a la expansión de su frontera agrícola, ¿Cómo contrarrestar estas condiciones, que también empujan a las comunidades en su legítima búsqueda de recursos, hacia ampliar la frontera agrícola? ¿Cómo poder realizar este trabajo con las comunidades para concientizar sobre la importancia del cuidado del páramo?

Ing. Marlon Calispa: Yo creo que el proceso de expansión de la frontera agrícola responde a factores que están más abajo. Normalmente trabajar el páramo es duro. Además que en el páramo no se puede sembrar cualquier cosa, las opciones son bastante limitadas por la temperatura. Entonces la gente normalmente no va a escoger irse al páramo porque quieren, sino porque no tienen otra opción, y eso se viene dando desde hace tiempo, igual desde la reforma agraria a los comuneros, a la gente pobre se le empujó tierras arriba, básicamente dejando las mejores tierras para los hacendados, lógicamente.

Toda esta gente no tiene otra opción. Luego, si te fijas, cuál es el proceso de ocupación en los páramos. Hay una ocupación en páramos que es gigantesca. Latifundios en el caso del Atacazo, por ejemplo, hubo un incendio forestal, todo eso son haciendas. Se acabó el incendio del páramo que hubo en el 2018 y apenas se apagó el incendio, los hacendados metieron tractor. Entonces invadieron gran cinturón de tierras de páramo, sin embargo, eso no es comunitario, es un señor que tiene dinero, que tiene una hacienda gigantesca y que vio una oportunidad para expandir sus tierras sin más, ni más.

En las comunidades es distinto el proceso de ocupación, son parcelas pequeñas, es tierra que ellos tienen que labrar a mano, la mayor parte de los casos, entonces van subiendo de a poquito porque no tienen a dónde más ir.

Yo creo que la concienciación. Viene de primero controlar el proceso, viene vinculado a darle oportunidades a la gente, a tener tierras más abajo, básicamente. A dejar de desplazar a esas gentes. En el caso por ejemplo, te hablo de donde yo soy originario, del cantón Mejía en Pichincha. No hay muchas

comunidades indígenas ahí, pero en el caso de la gente no va a seguir subiendo hacia cotas más elevadas, si tiene tierra en donde ellos viven, si pueden acceder a tierra barata. Si se detienen estos procesos de urbanización absurdos.

Por ejemplo, esto viene de la mano con planificación territorial en el cantón Mejía, las mejores tierras, las mejores zonas planas, productivas con agua y todo. Se urbanizaron y se hicieron casas, entonces todos esos tierra agrícola, toda esa gente tiene que sembrar porque de eso vive.

¿A dónde va a ir? ¿Más arriba? Entonces, la concienciación. Creo a mi criterio es secundario. ¿Porque tú puedes ser consciente, decir OK? No, no hay que ocupar esas tierras, pero si tienes hambre que tienes que hacer, no te queda de otra, y si es tu medio de subsistencia, pues lo pones ahí.

Entonces creo que para mi criterio la concienciación es importante. Y yo creo que la gente sabe perfectamente bien los que viven ahí, la importancia del páramo. El páramo es vida, el páramo es agua, pero si después de eso no tienes más tierra, pues no tienes más que hacer. Creo que para contrarrestar eso habría que mejorar las condiciones de la gente abajo para que no se vea obligada a subir.

David Hidalgo: El páramo nos brinda varios beneficios ambientales como la captura de carbono, la provisión de agua, incluso para generación hidroeléctrica, es decir, muchos nos beneficiamos aguas abajo de los servicios del páramo. ¿Crees tú que una herramienta podría ser la restitución económica hacia las comunidades que de alguna forma protegen el páramo? ¿Cómo quizás la creación de un impuesto que alimente un fondo para poder impulsar proyectos de desarrollo alternativo en estas comunidades?

Ing. Marlon Calispa: Creo que definitivamente sí. Pero no es tan sencillo como poner un impuesto y darle el dinero a la gente, porque antes de eso se tiene que evaluar los beneficios que un páramo da. En Quito, en Ambato hay fondos del agua. En el caso de Quito, por ejemplo, se sabe que casi toda el agua viene del páramo, entonces ahí si se invierte en un fondo que las empresas contribuyen y con eso compraron páramo, en donde las comunidades no están involucradas, compraron páramo y se protege.

Sé que en Tungurahua la experiencia, es distinta, la idea es darles compensaciones a las personas por proteger el páramo. Entonces yo creo que es necesario reconocer el esfuerzo, que la gente haga por conservar el páramo. Sin embargo, entramos ahí en un dilema porque dices: ¿Cuál es la compensación justa que esa gente merece? Es decir: ¿Un dólar por hectárea? ¿Dos dólares por hectárea?

Existen otras alternativas que están de moda hoy en día, por ejemplo, evaluación de los stocks de carbono. ¿Cuánta área hay? ¿Cuánto carbono hay en el suelo? Y según eso, se les compense económicamente en el mercado internacional.

Pero eso viene de la mano con que la gente sepa esas cosas. Porque una institución, el Gobierno, por ejemplo, se interese en eso, es decir, no queremos que exploten el páramo OK, pero aquí tienen alternativas. Mantengamos esta área, saquemos dinero, les vamos a dar una contribución que puede ser en forma de obras, en forma de tierras más abajo, lo que sea. Pero yo creo que directamente la creación de un fondo es saludable, es decir, es la idea incentivar a esa gente que no lo haga, pero yo creo que en la práctica es bien complicado.

Porque a la larga, primero. ¿Cómo evalúan el beneficio, cómo reparten el beneficio en la comunidad? Es decir. Un dólar por hectárea? ¿Un dólar por cabeza? Es complicado, pero creo que ese tipo de herramientas si son adecuadas, el problema es hacerles operativas.

David Hidalgo: ¿Conoces algunas experiencias en donde las comunidades se han organizado para proteger sus páramos?

Ing. Marlon Calispa: Así, puntualmente no. No estoy al tanto de experiencias de las comunidades. Y sé que existen iniciativas normalmente privadas. Que son hacendados que, por ejemplo, en el Antisana, los hacendados que se encargaron de destruir el Páramo básicamente con sus prácticas nocivas en tiempos anteriores, ahora lo protegen entre comillas, pero es porque tienen un ingreso turístico, básicamente. No creo que realmente les interese, porque lo hicieron durante más de 100 años. Imagínate, entonces ahora están haciendo turismo protegiendo el páramo, que ya está destruido.

Sé que hay comunidades que están tratando de volver al ecoturismo, por ejemplo, pero de forma desarticulada. Es que no hay una asesoría, no existe una concienciación y una formación a la gente, primero sobre la importancia y luego de cómo hacerlo. No lo sé, tal vez en Zuleta en Ibarra he visto que existe, pero no sé si es comunitario o privado.

David Hidalgo: ¿Cuáles crees que son las dificultades que se han hallado en el proceso de conservación de los páramos?

Ing. Marlon Calispa: Es un montón de cosas. Yo creo que viene de distintas fuentes. Hace años era la falta de investigación. Ahora ya existe investigación, se conoce bastante de los páramos, pero ahora existe una falta de articulación. Es decir, nosotros hacemos datos, generamos información, modelos, todo lo que se necesite. Sin embargo, eso se queda ahí. Porque lastimosamente los páramos son también una decisión política. Entonces, por ejemplo, la normativa vigente respecto a páramos es extremadamente débil. Como la mayor parte de la normativa ambiental en Ecuador.

Un ejemplo, de nuevo, en el cantón Mejía. Se estaba proponiendo que a partir de los 3500 m de altura y ya no se fraccione más. Es decir, si tú tienes una hectárea, no puedes venderle ni heredar en fracciones más pequeñas, para evitar que el Páramo se siga presionando y sigas subiendo la cota de agrícola. Esto causó gran conmoción en la gente por desinformación y porque no se socializó bien, cuál serían los efectos positivos.

La gente se puso en contra, los hacendados querían hacer un paro, los ganaderos igual. Entonces, es una falla de la normativa, desde mi perspectiva existe primero un problema de normativa, que no está claro. Como el MAE (Ministerio del ambiente) que no sabe ni cuánto páramos tenemos. No existe el seguimiento adecuado a la extensión del páramo anualmente, por ejemplo, no se sabe cuánto pierde, cuánto ganas, porque está totalmente desinstitucionalizado.

¿Quién se encarga de la defensa del páramo? ¿El Ministerio de agricultura? ¿El Ministerio del ambiente? No está claro entonces. Desde ahí partimos, estamos mal normativamente, estamos muy mal, no sabemos qué pasa, no sabemos cuánto páramo hay. Cuánto se pierde, cuanto se gana, quién vive ahí. En dónde hay más páramo, ni nada.

Hay cantones como el cantón Mejía, que tiene 25% del área total es páramo. Es una cosa bien grande, pero no se sabe nada. Allá cada uno hace lo que lo que quiere, básicamente dejando en las manos de las comunidades que hagan lo que desean. Entonces la segunda parte es la desconexión entre academia y entre tomadores de decisiones, nosotros generamos datos e investigaciones, pero los tomadores de decisión basan sus políticas básicamente en favores políticos, de beneficio político, nada más.

Y la última parte es la cuestión socioeconómica, mientras exista desigualdad, mientras esa gente no tenga nada más que hacer, va a seguir pasando. Es decir, es algo que se replica y se replica, mientras esa gente no tenga que comer, mientras esa gente no tenga en donde cultivar. Lo van a seguir haciendo, entonces son a mi criterio los tres factores que influyen.

David Hidalgo: ¿Qué políticas serían necesarias formular para incentivar estos procesos de conservación?

Ing. Marlon Calispa: Yo creo que las políticas son variables y creo que se ajustan a cada a la realidad de cada páramo. Debería hacerse primero una evaluación de las situaciones particulares. Por ejemplo, el páramo del Cayambe es una situación muy diferente al páramo del Antisana o al páramo aquí Chimborazo. Entonces, aplicar un solo tipo de procesos es irreal, es decir, en el caso del Antisana no hay comunidades de plano. En el caso de Chimborazo hay muchas comunidades.

Entonces yo creo que se debe partir primero por hacer una evaluación e identificar caso por caso. Cuál es la situación a nivel del gobierno autónomo, por ejemplo. De decir en esta comunidad la dinámica es tal, la gente depende del agua, depende del otro y según eso se pueden formular políticas específicas; ya sea compensación en el caso de las comunidades o en el caso del Antisana, por ejemplo, al principio se hizo expropiación y luego compra. Pero es distinto, si bien es así venimos acá, en Chimborazo, expropiaciones y compra, va a ser muy difícil de hacer.

Entonces creo que primero debemos partir desde un diagnóstico claro, honesto, que diga, esto pasa en tal parte, en tal parte, y según eso ir diseñando normativas específicas para cada sitio es la única opción.

David Hidalgo: ¿Cuáles serían los mecanismos de retribución a desde las comunidades aguas de abajo hacia las comunidades que aguas arriba se encargan de preservar el páramo?

Ing. Marlon Calispa: Los mecanismos de compensación básicamente serían impuestos a través de fondos o lo que sea. Como te decía, es difícil la transferencia de esos fondos. La colección de los fondos, OK, ya se podría hacer un impuesto por normativa, pagan 5 centavos anuales por casa, lo que sea capitaliza un fondo, pero ¿Cómo le transfieres? Es decir: ¿La transferencia vendría a construirles un sistema de agua, construirles una escuela? ¿La transferencia debería ir directamente a las familias? Yo creo que desde mi perspectiva, la transferencia tendría que venir para mejorar las condiciones de vida de ellos. Es decir, ellos necesitan dinero del día a día, pero sin embargo, la limitación de esa gente es del acceso a la tierra, el acceso al riego, el acceso a las vías de comunicación, entre otras cosas. Entonces sería mejorar las condiciones de la gente a través de vialidad, a través de escuelas, a través de centros de acopio de leche, lo que sea. Yo creo que eso sería lo más prudente, porque luego, hacer un depósito directo a cada familia si se desea, eso se ha comprobado que no funciona a la larga. ¿Cómo garantizar que la comunidad va a seguir haciendo eso, entonces ahí es un tema bien complejo, pero creo que la transferencia directa de plano no.

Debería ser a través de otra forma, de algún mecanismo de compensación, vía mejoramiento de condiciones de la gente.

David Hidalgo: ¿Crees tú que el retroceso glaciar en los Andes ecuatorianos ha afectado a las comunidades indígenas?

Ing. Marlon Calispa: Yo creo que no. En realidad, aparte de tal vez alguna afectación colateral por turismo o algo así, creo que no. Las comunidades indígenas no están directamente asentadas cerca de glaciares, por ejemplo, en Cayambe cerca, cerca no. Porque hay que considerar que el glaciar empieza a 4500 a 4700 m de altura, o a un poco más ahora mismo. Se sabe que el glaciar tiene un efecto sobre la provisión de agua, pero también se sabe que este efecto es menor, es decir, no es un efecto totalmente considerable, al menos para el Cayambe, para el Carhuairazo. Los que más suplen de agua son los páramos. Es decir, existe un efecto, seguramente en épocas de sequía, se va a ver que hay un poco menos de agua, pero el páramo sigue cumpliendo esa función, afortunadamente.

No es la situación como en Perú, en Lima o en Bolivia en La Paz. Para ellos, el 90% viene del deshielo glaciar. En el caso de ellos, en donde se desaparezca el glaciar están condenados a enfrentar graves problemas, en cambio nosotros tenemos la ventaja de que nuestros glaciares son pequeñitos, entonces, la mayor parte de la regulación viene del páramo.

Desde mi perspectiva, creo que no son notorias las afectaciones por el proceso glaciar, digamos en términos de provisión de agua para las comunidades, al menos de la parte norte, no.

En el Chimborazo no estoy seguro porque es otro tipo de dinámica, sin embargo también yo creo que lo que más regula es el páramo. En las contribuciones glaciares normalmente en Ecuador son pequeñitas.

David Hidalgo: ¿Se ha notado una disminución en la disponibilidad de agua que pudiera estar asociada con el proceso glaciar?

Ing. Marlon Calispa: No. Por ejemplo, en el Antisana no se ha notado específicamente una disminución, porque todavía hay glaciar. Entonces lo que se tiene son modelos, modelos que se proyectan a 50 o 60 años y en el caso de que no haya glaciar, la contribución va a ser, digamos, cubierta por el páramo, sin embargo no se sabe qué va a pasar con los regímenes estacionales, por ejemplo.

Es decir, cuando no llueve en el páramo, el páramo tiene una capacidad de almacenar y liberar lentamente el agua en las épocas secas. Pero la contribución del glaciar en la época seca es mayor, porque el páramo produce menos agua y cuando ya llueve, la contribución del glaciar es incipiente porque el páramo contribuye con la mayor parte de agua.

Es entre 2 y 5% de la contribución del glaciar para el caudal de ciertas cuencas. Entonces es, yo diría, pequeño, pero los efectos a largo plazo todavía no están claros, sin embargo, lo importante, es el páramo en este caso.

David Hidalgo: ¿Se discute al respecto del cambio climático al interior de las comunidades? ¿Crees que para ellos se un tema central en las discusiones o todavía no se lo considera como un escenario ya presente?

Ing. Marlon Calispa: No, yo creo que no, absolutamente no, es decir, ni siquiera se discute a esferas nacionales, o sea, el cambio climático lastimosamente en Ecuador está totalmente desarticulado, ni siquiera

el MAE sabe lo que está haciendo en cambio climático. Para el MAE cambio climático es reciclar llantas. Estamos totalmente fuera de foco, es decir, no estamos entendiendo bien de qué se trata el asunto.

En las comunidades si le preguntas a una persona: ¿Usted tiene idea o le preocupa el cambio climático? Te va a decir no, a mí me preocupa que no tengo que comer. Básicamente.

Yo creo que en las comunidades falta mucho y creo que viene de la desigualdad, la gente tiene necesidades más imperantes a corto plazo como comer o cubrir sus servicios antes que hablar de cambio climático, inclusive si se llegaría a discutir, es muy difícil que mientras la gente tenga que solventar necesidades diarias, difícilmente se va a poder incluir la agenda de cambio climático en esas esas personas, es decir, ni siquiera en las ciudades se puede hacer eso, pero hay gente que vive a diario, no, yo creo que no se ha incluido y no se incluirá, mientras esa gente no tenga otra alternativa y mejore sus condiciones de vida.

David Hidalgo: ¿Qué pasaría si los glaciares andinos llegan a desaparecer? ¿Cómo sería ese futuro sin glaciares en los Andes?

Ing. Marlon Calispa: El glaciar del Antisana se proyecta que se desaparecerá en unos 50 años, más o menos. El glaciar del Iliniza sur está por desaparecer también, ya solo queda un pedacito y el glaciar del Carihuairazo ya desapareció. Sin embargo, creo que el efecto es relativo, en el caso de páramos húmedos, como en el Antisana, también parte del Cotopaxi, Iliniza, también el efecto se va amortiguado por la presencia del páramo.

En el caso de las comunidades de Chimborazo no está claro todavía cuál va a ser el efecto porque es otra dinámica, el páramo es diferente aquí. En los páramos del norte yo creo que la pérdida de glaciar si bien es cierto va alterar los ciclos hidrológicos hasta cierto punto, pero va a ser mínimo, va a ser pequeño.

Esto no quiere decir que estemos felices que se pierda el glaciar, porque se pierden otras cosas. Se pierde una cuestión escénica muy importante, una cuestión turística, que son recursos potenciales, es decir, en 60 años: ¿Qué tenemos? rocas a las que se puede subir como al Tungurahua que es solo una roca pelada.

Pero aparte de eso, en términos hidrológicos, específicamente hablando del impacto, es amortiguado por el páramo. Lo cual es bueno por una parte que no estamos condenados, pero es malo por otra parte, porque se minimiza el asunto. No quiero decir que no sea importante, sino que los modelos muestran que el impacto será mínimo. O muy bajo digámoslo así.

Entrevista con el Ing. Fabricio Novillo. Presidente de la cooperativa Ichubamba - Yasepan. Zona de protección privada. Realizada el 27 de septiembre de 2021

David Hidalgo: ¿Crees que todavía hay una relación cultural de las comunidades indígenas de altura con las montañas, crees que todavía hay un nexo místico sagrado con estos entornos?

Ing. Fabricio Novillo: Buenas noches David que gusto discutir estas cosas contigo sé que serán de provecho para los dos, igual los dos vamos a aprender. Sí hay un nexo, las comunidades tienen un nexo en sí porque tienen la coyuntura de que tiene la información de cómo es el agua, cómo va el clima, de los propios animales de la vida silvestre de la flora, entonces sí, sí hay una conexión y eso mismo a nosotros, a nuestra organización nos dio el motivo para declarar zona de protección, porque como decir, somos una conexión con las montañas y queremos defender a las montañas a la Tierra en sí. Sí, David. Si hay la conexión.

David Hidalgo: Que, bueno, me alegro mucho escucharlo. Como te contaba hace unos meses, tuve la oportunidad de participar en una asamblea de la Comunidad de Cunucyacu en Tungurahua es la comunidad más cercana del Carhuairazo y la conclusión para ellos fue que ya habían perdido esta conexión espiritual con la montaña y que era un accidente geográfico más en su territorio. Además, pensaban que siempre van a contar con la provisión de agua, independientemente de la pérdida del glaciar. ¿Por qué crees que se ha producido esta desconexión con estos entes naturales? ¿Cuáles serían los factores que han roto este arraigo y esta necesidad de protección a sus territorios?

Ing. Fabricio Novillo: Bueno te comento un poquito de la historia de nuestra organización, esta fue fundada en 1976 por personas mestizas, un grupo que compraron al gobierno estas tierras, entonces, desde ahí han trabajado duro en lo que es la ganadería. Pero en los últimos años, digamos de aquí hace unos 20 años atrás ya la gente antigua. Algunos ya fallecieron, otras personas ya desistieron, renunciaron. ¿Entonces, qué ha pasado? Que nuestra organización, asimismo, casi desapareció. Se quedaron con 11 socios y esto es debido a lo que tú preguntas, tal vez por la migración, porque ya no le ven una fuente de ingresos a las montañas, tal vez no tienen otra visión, entonces, eso para mí es el problema, o sea, la migración no le ven de otro lado, no le ven cómo pueden sacar recursos de ahí.

David Hidalgo: El proceso de expansión de la frontera agrícola responde a una necesidad de las comunidades para acceder a recursos de supervivencia. Porque cada vez se van endureciendo más las condiciones de vida ¿cómo ustedes han logrado lidiar con esta necesidad de tener elementos para la subsistencia y a la vez poder frenar el avance de la frontera agrícola en su reserva?

Ing. Fabricio Novillo: En verdad, si bien es un derecho para las comunidades, porque de eso vive en la verdad, entonces, muchas veces expanden la frontera agrícola, usualmente hay una sobre pastoreo. No sé, hay la quema de los páramos en realidad y eso se va dando porque la gente necesita espacio, entonces ¿Qué pueden hacer ahí las comunidades?

Tal vez lo que hemos hecho con nosotros, unas acciones, por ejemplo, que las del mismo Gobierno tenga unas políticas para el cuidado del ambiente, que haya las compensaciones más que todo.

Nosotros desde el 2003 tomamos acciones, ¿Qué acciones tomamos? en lo que es no quemar el páramo en no secar el agua, en no hacer meter tractores en no dañar el Páramo en sí.

En el 2014 también tomamos otras acciones e hicimos convenios con el Estado, con el programa socio páramo y con socio bosque y de ahí hemos estado teniendo recursos. Si bien es poco, porque nosotros al principio dimos como 4000 hectáreas para esto de la conservación, es poco las compensaciones, pero se ha podido como decir subsistir. Y el año anterior, el 30 de julio, que seguíamos las acciones en esto de proteger la naturaleza en sí, logramos darle lo que es lo la zona de protección, darle el título de zona de protección a nuestro territorio. Eso podrían adoptar las comunidades, si bien a algunas comunidades no les llega la información, la verdad, no adoptan o hay algunas organizaciones que no les interesa porque le ven que es que es poco y en verdad sí es poco, pero ahora también en la coyuntura nacional, digamos, por ejemplo, sacar un ganado desde el Páramo ya no es negocio, la verdad ya no es negocio por los costos por lo que implica la transmisión por el tiempo, por todo, por lo que el ganado también es de mala calidad, entonces sí deben ver estas alternativas de que el Gobierno les da y no solo el Gobierno, también pueden alternativas no gubernamentales también que ayudan a esto de la protección.

David Hidalgo: ¿Cuál crees tú que pueden ser las herramientas más óptimas para una retribución hacia las comunidades que se comprometen a proteger el páramo?

¿Crees que podría ser viable la creación de un impuesto económico de retribución en las comunidades?

Ing. Fabricio Novillo: Si, realmente nosotros también, la principal función que hace nuestra cooperativa, nuestra gente que estamos conformados por 24 socios, cuidamos del agua en sí y el agua es vida y todos nos beneficiamos tanto como contribuyentes y los retribuyentes en verdad, pero no hay políticas de Estado, digamos donde que nosotros podamos cobrar un impuesto por el cuidado del agua. claro, eso fuera lo óptimo, David, cobrar un impuesto del agua, mucha gente piensa que el agua es cuando abren las llaves y ahí nace el agua, pero no es así, nace en verdad de los páramos del cuidado y nosotros ya tenemos unos 15 años o más que no quemamos nada de páramo, la verdad.

Y eso son las esponjas, donde que se almacena el agua y que por eso las comunidades, todas las redes que ocupa el agua están beneficiadas, pero los únicos beneficiados no somos nosotros, pero sí una herramienta sí debe ser eso, un impuesto.

David Hidalgo: ¿Cuáles son las acciones que tu organización ha emprendido para proteger el páramo?

Ing. Fabricio Novillo: Como te conté hace un momento atrás, nosotros desde el 2004, como te digo, ya no empezamos a quemar, ya no empezamos a sacar el agua, no se ha metido tractores ni nada de eso, estas acciones han sido por ende que el Gobierno haga los estudios necesarios y nos han declarado como zona de protección privada las 4790 hectáreas.

David Hidalgo: ¿Quién a liderado estos procesos de conservación?

Ing. Fabricio Novillo: Bueno, ha liderado, se llama el señor Roberto Chávez, que es nuestro gerente.

Él ha estado liderando con estas acciones, él ha estado al frente de todo, él se ha puesto en contacto con todos y obviamente toda la organización algunas veces si hemos tenido también personas que no han querido y es verdad como al principio te conté que no quieren porque no le ven una forma, porque ellos han vivido el ganado de la tierra y todo entonces sí, sí fue así, pero es darle con capacitación y estar así y hemos llegado, hemos obtenido eso de la zona de protección.

David Hidalgo: ¿Cuáles son las dificultades que han hallado en este proceso de conservación del páramo?

Ing. Fabricio Novillo: Una de las dificultades, la principal es la económica, porque a la final, como te también te decía anteriormente, nosotros estamos con un convenio con el Estado de socio páramo y socio bosque y realmente no, no te llegan las compensaciones a tiempo se demoran. Incluso habíamos tenido reuniones, que estas compensaciones ya se van a acabar, entonces es muy difíciles, esas son las cosas que pasan.

David Hidalgo: ¿Qué políticas son necesarias formular para incentivar estos procesos de conservación?

Ing. Fabricio Novillo: Bueno las políticas en sí, creo que desde yo que sé desde que los nosotros tenemos uso de razón, creo que es con una capacitación dando así yo que sea las escuelas o a los colegios lo que es la educación ambiental, eso fuera.

David Hidalgo: Fabricio ¿Tú crees que hay un consenso al interior de las comunidades respecto a la necesidad de conservar el Páramo?

Ing. Fabricio Novillo: Bueno a nosotros nos llegó la información y hubo la oportunidad y se conversó con las personas, entonces llegamos a un consenso, pero a muchas organizaciones a muchas comunidades a muchas comunas no les llega la información y si les llega usualmente no, no le ven viable.

Muchas veces puede ser porque son muchas personas, son doscientas o trescientas personas, tal vez del territorio es muy poco, pero nosotros como somos veinte y cuatro socios, nos pusimos de acuerdo, puede ser eso el factor que no se pongan de acuerdo.

David Hidalgo: ¿Crees que hay alguna práctica ancestral de las comunidades que se puede poner en valor para la conservación de los páramos?

Ing. Fabricio Novillo: Bueno no realmente, como también te había conversado hoy a muchas personas antiguas ya la mayoría fallecieron yo creo que por ahí hay dos personas dos socios fundadores, pero realmente es muy difícil tener esas prácticas ancestrales porque, yo, por ejemplo soy socio unos 8 años atrás, entonces yo no conocía esas prácticas ancestrales, entonces sí es muy difícil tener esas prácticas porque no hemos tenido el conocimiento claro y quisiéramos rescatarles.

David Hidalgo: ¿Crees que el retroceso de los glaciares de los Andes ecuatorianos ha afectado a la disponibilidad del agua?

Ing. Fabricio Novillo: Si, obviamente el cambio climático es uno de los problemas del mundo y si se pierde las masas glaciales, bueno yo, hace muchos años conocí lo que es la zona del Carihuairazo y estoy hablando de unos 15 años o 20 años atrás, no recuerdo bien, pero me fui por esa zona y quemaban bastante paja, la paja era muy pequeña y aparte también lo tú dices ósea, si se tienen los problemas, si afecta.

David Hidalgo: Y al interior de las comunidades crees que se discute respecto al cambio climático, o sea, se lo ve como una realidad ya presente o es un tema superfluo todavía

Ing. Fabricio Novillo: ¿Cómo te digo, o sea realmente a muchas comunidades no les llega la información, tal vez de parte del gobierno también no tienen esa capacidad de llegar a la gente, entonces sí es difícil, no tienen la información entonces no pueden adoptar medidas de conservación si no viven a lo que pueden, creo yo.

David Hidalgo: ¿Qué herramientas crees que serían necesarias para replicar esta experiencia de conservación del Páramo desde la iniciativa privada?

Ing. Fabricio Novillo: Lo que hemos hecho nosotros, las políticas que nos han ayudado el gobierno y las compensaciones, eso es lo único que se podría hacer, las compensaciones y como te digo solo es lo del gobierno en sí, sino lo gubernamental también hay apoyo.

David Hidalgo: En la provincia de Chimborazo. ¿Conoces de otras zonas donde se podría replicar este modelo donde se está replicando este modelo de conservación privada?

Ing. Fabricio Novillo: Realmente nosotros somos colindantes con dos comunidades, incluso ya hemos tenido conversaciones, incluso ellos también han visto a nuestra experiencia pero es muy difícil, ellos como te digo quieren vivir del ganado, de subir la frontera agrícola, es bastante difícil.

Al final, como te digo muchas veces el estado no cumple entonces ahí son los desánimos, si es un problema, pero sé que otras comunidades si lo hacen, creo que falta incentivar esto.

Nosotros como actores, también nos falta, también nos falta darles ese ánimo a las otras comunidades, tal vez si se puede hacer.

David Hidalgo: ¿Cuáles son las alternativas que ustedes han descubierto en el proceso? O sea, ya que se impide el avance de la frontera agrícola, se impide la ganadería, pero a cambio, ¿qué actividad productiva ustedes ven como una oportunidad para poder generar en estos espacios de conservación?

Ing. Fabricio Novillo: En relación a eso, nuestra zona, como te había dicho, también es de 4790 hectáreas, pero nos reservamos unas 1000 hectáreas.

En esas 1000 hectáreas nosotros podemos hacer lo que es el agro pastoreo y también lo que es del turismo que es una fuente de entrada de ingresos, realmente eso también nuestro grupo no tiene esa visión todavía, pero poco a poco con las capacitaciones, poco a poco visitando otras comunidades que han desarrollado el turismo, estamos en eso, esa fuera la alternativa, lo que es del turismo en zonas naturales.

David Hidalgo: Finalmente, Fabricio en todo este largo proceso de conservación y cuidado del Páramo. ¿Ustedes cómo han percibido la disponibilidad de agua desde que se acabara el Páramo está aumentado estabilidad de agua o ha disminuido con el cambio climático? ¿Cuál es su percepción al respecto?

Ing. Fabricio Novillo: Bueno, obviamente lo que hemos hecho o lo que se ha estado haciendo es conservar y cuando se conserva creo que se puede.

Últimamente, en estos años han ido y han medido el caudal del agua y en verdad sí ha subido bastante y esa es nuestra meta, si es que hay como subir más, mejor todavía.

Si hay resultados David lo que es el caudal del agua que si hay resultados.

Entrevista con el Ing. Enrique Quinteros Técnico de monitoreo del Fondo para la protección del agua (FONAG). Realizada el 29 de octubre de 2021

David Hidalgo: Desde tu experiencia y tu percepción de trabajo con comunidades en el Páramo por el Fondo del Agua. ¿Crees que todavía hay alguna relación cultural de las comunidades indígenas de altura con las montañas?

Ing. Enrique Quinteros: Bueno, verás en ese sentido la verdad, creo que el devenir del tiempo y la forma en como digamos la sociedad ha estructurado del trabajo, creo que esas dinámicas han ido perdiéndose, solo pongámonos a pensar en cómo las comunidades van migrando o generacionalmente salen del campo a la ciudad, porque el campo o el trabajo en el campo se ha vuelto mucho más difícil.

Digamos que las estructuras gubernamentales no brindan el apoyo que las comunidades necesitan para tener precios justos de sus productos, los intermediarios son los que se llevan las tajadas, entonces, es un trabajo, digamos, muy complicado, muy sacrificado y creo que las generaciones actuales, pues lo han vivido, digamos en carne propia esa situación y prefieren migrar a las ciudades para buscar algún trabajo y digamos que sea no tan sacrificado, sin embargo, pienso que por esas rupturas recordarás incluso la migración del año 99 - 2000 me parece que fue algo, algo que te pudo haber cortado abruptamente esa situación, creo que siempre es bueno, como revisar esa historia, no?

En cuanto a la economía y a la política que te pueda permitir como dilucidar ciertas pistas. Si no tenemos como un estudio científico, riguroso de esa situación no nos vamos a poder definir bien qué es lo que está pasando, pero con estas pistas podría ser que podamos entender de cierta manera esta ruptura.

Yo pienso que sí. Que eso ya se ha perdido. Y tal vez son pocos, son pocas las personas que conservan esa relación cultural, digamos, con la montaña y que en realidad son la gente antigua, la gente como vieja. A los jóvenes, si uno les pregunta, está en otras.

David Hidalgo: Enrique, justamente estas condiciones muchas veces han empujado a las comunidades a que expandan su frontera agrícola. ¿Cómo crees que se puede contrarrestar estas condiciones que empujan a las comunidades en su legítima búsqueda de recursos? ¿Cómo poder realizar este trabajo con las comunidades para concientizar sobre la importancia del cuidado del páramo?

Ing. Enrique Quinteros: Eso es una contradicción, creo bien fuerte, porque si tú no tienes que comer y tienes el suelo como para generar algo en desmedro de la conservación del páramo entras en una contradicción. Estás al mismo tiempo en una situación económica difícil y por el otro lado, el páramo te provee de servicios eco sistémicos, como el suministro de agua, la regulación, la captura de carbono. Que a la final estás balanceando, pero si es que digamos no existen las políticas públicas adecuadas. Eso la las comunidades hacen, pues eso es una consecuencia de.

Entonces lo que el FONAG ha tratado de hacer es apoyar en promover cambios de uso de suelo, reconversiones económicas que puedan conservar el páramo pero que a su vez también la comunidad genere un ingreso.

Experiencias buenas y experiencias malas han habido. Pero si es que no existen estas instituciones que apoyen a ese tipo de proyectos, a pesar de que se equivoquen, o fallen. O que ya generen un camino, una

experiencia, difícilmente el gobierno lo va a hacer. La situación no es de la mejor, actualmente estamos viviendo convulsiones políticas a nivel mundial. Y cada vez la gente tiene menos oportunidades de sobresalir. No sé si suena pesimista, pero cambios de gobierno vienen van y la situación para la gente campesina o a la gente en general no cambian.

David Hidalgo: ¿Crees tú que una herramienta podría ser la restitución económica hacia las comunidades que de alguna forma se comprometen a proteger el páramo? Algo así como la creación de un impuesto que alimenta el fondo para impulsar proyectos de desarrollo alternativo en estas comunidades?

Ing. Enrique Quinteros: Básicamente es más o menos como trabaja el FONAG. Digamos que hay un porcentaje de la tarifa del servicio de agua potable que paga la población del DMQ (Distrito Metropolitano de Quito). Y que por medio de una ordenanza se genera este fondo. Que es administrado por un fideicomiso. Y que es el que crea el fondo para la protección del agua.

Entonces digamos que este impuesto o digamos la desviación de un porcentaje de la tarifa que se genera por el consumo del agua es el que ha permitido al FONAG levantarse y generar estas líneas de conservación, de manejo integral del páramo.

Digamos que es una estrategia buena, no en el sentido de que justamente genera este impuesto si lo queremos llamar así, para ser administrado igualmente por una institución, pero que esta institución dirija ese fondo hacia las comunidades. Me parece que es la mejor manera. No sé si en el punto en el que si este fondo es administrado directamente por las comunidades, pues sabemos que tal vez ahí empieza a haber algún tipo de no sé si decirlo así, de corrupción o alguna cosa que pueda desvirtuar en realidad el sentido de este impuesto.

Y que se administre de mejor manera por alguna institución que gubernamentalmente sea reconocida o que permita ser mucho más eficiente o encausar de mejor manera estos fondos, pero me parece que sería una muy buena alternativa generar estos impuestos que permitan la creación de de estos fondos y que este dinero se compense por la conservación del páramo.

David Hidalgo: ¿De qué manera se invierten estos fondos en las comunidades? ¿Cómo se traducen estos fondos en beneficio para las comunidades de altura?

Ing. Enrique Quinteros: Básicamente lo que el FONAG ha hecho es, como te decía en una es este re cambio del uso del suelo por medio de restitución de actividades económicas, sabemos que la agricultura causa una liberación del carbono, pierde la retención y bueno se alteran un montón de dinámicas hidrológicas y eco sistémicas como tal y tal vez un pastoreo controlado con especies como alpacas, donde tú tengas también un análisis previo del mercado, o sea que tú sepas que esa lana te permita fabricar y que hay un mercado interno de eso y que sepas que eso también te va a retribuir o recompensar, digamos lo que te ingresaba por el otro lado. Me parece que está bien, entonces, por un lado sería eso.

Por el otro es como tecnificar procesos que ellos ya tienen insertados como dentro de la comunidad, yo que sé: creación de abonos orgánicos con mayor tecnificación. Igualmente en la agricultura, a tratar de aprovechar de mejor manera los espacios para que no se extienda la frontera agrícola.

Ha habido esta cuestión de dotar de sistemas de potabilización misma las comunidades para que de donde sale el agua, curiosamente, ellos mismos tengan esta capacidad de tener un agua de mejor calidad para su consumo propio, entonces se distribuye todo el material que necesitan: tuberías, llaves, bombas. En el caso de que se necesite sistemas de desinfección primarios, entonces tratan de que la comunidad también tenga acceso a un agua de calidad, como como tiene la gente de las ciudades.

Básicamente ha sido así, tratar de conservar en base a potenciar lo que existe en la zona, por ejemplo, si es que la zona es turística entonces tratamos de crear las condiciones para que la gente asista y empiece a generar ingresos en base al turismo, por ejemplo. Eso es lo que hacen en Oyacachi. Ahí hay un turismo ecológico y se han creado rutas de escalada, hay termas. Entonces se trata de adecuar toda esta situación, como para que existan unas condiciones adecuadas y que la gente visite estos espacios.

Por una parte, dignificar el consumo del agua de estas comunidades y la otra es ver que potencialidad existe en esa zona y darle ese impulso mediante estos fondos para construcción o adecuamiento de estas cosas que puedan permitir el recambio económico hacia actividades - digamos entre comillas - más sostenibles.

David Hidalgo: ¿Quién ha liderado estos procesos de protección de los páramos. En tu zona de trabajo, entiendo que es el distrito metropolitano de Quito?

Ing. Enrique Quinteros: Básicamente fue la creación del fondo de este fideicomiso que administraba este dinero que te digo que se generó por esta ordenanza. Se crea este fondo a partir del 2000 se y se comienzan a generar estas experiencias. Ha habido cambios en la secretaría técnica que han tenido relevancias no para para que el FONAG haya aumentado o expandido aún más su trabajo y su área de influencia.

Prácticamente ha sido como esta iniciativa de crear estos fondos de agua y mediante ellos, pues buscar la conservación del páramo, no solo con estos fondos, sino con aliados estratégicos. Como la empresa de agua potable. En Cuenca, por ejemplo, está toda esta empresa, igual pública, que tiene que ver con las telecomunicaciones, el agua y el alcantarillado, me parece que incluso la luz, que allá se maneja en trabajo conjunto.

Con estos fondos son los que, de cierta manera ha impulsado este trabajo. Por ejemplo, con la compra de predios en los páramos a los cuales se administra ya de forma directa por estos fondos, y bueno es como un área de conservación, como tal.

Si se crean estas áreas de conservación habido actores privados, no necesariamente comunidades, sino más bien en creo yo que gente no campesina, de una estructura social diferente que ha delimitado ciertas zonas de su territorio, digamos de su terreno, que son vastas y que en conjunto con el FONAG han buscado la conservación.

Las comunidades es otra situación, es diferente la dinámica con las comunidades. Porque para eso prima más lo económico.

David Hidalgo: ¿Cuáles son las dificultades que ustedes han hallado en este proceso de conservación de los páramos?

Ing. Enrique Quinteros: Creo que es justamente eso. Como estamos en constante relación con las comunidades que mantienen estas juntas de agua, que son de donde se abastecen básicamente las ciudades que están alrededor de los páramos. Creo que ha sido esa la situación, o sea, por ejemplo, están estos

recambios económicos a actividades más sostenibles, como que siempre – entre comillas - no han resultado. Y no han resultado porque no ha habido como un análisis más de fondo. Si es que en realidad el proyecto es viable.

Entonces creo que básicamente es esa la contradicción más latente. O sea, la el sustento de una comunidad en contra de la conservación del páramo.

¿Entonces la mejor estrategia que ha resultado? Como te mencionaba, es esto, de comprar predios, que básicamente son fondos públicos y aportes grandes de empresas, como por ejemplo la empresa eléctrica Quito, la empresa de agua potable y bueno, digamos que de cierta manera el FONAG también. Pero de ahí estos problemas son como recurrentes. El hecho de que esté presionado, por una parte de la situación económica y la otra de la conservación del páramo.

David Hidalgo: ¿Qué políticas públicas crees que son necesarias formular para incentivar estos procesos de conservación?

Ing. Enrique Quinteros: La tecnificación me parece que es algo clave. El hecho de que se pueda aprovechar lo que ya hay. Políticas en cuanto a poder evaluar las potencialidades de los sitios y digamos aflorar esas, experiencias. Por ejemplo, esto de las ordenanzas que generan un fondo, en cuanto al desvío de la tarifa a este impuesto que pueda generar este ingreso y que este ingreso sea administrado por alguna institución que permita encausar estos proyectos.

La tecnificación, la potenciación de las cualidades del sitio. Pienso que por ahí es. Necesitamos estas políticas que generen esa retribución, pero en base al cobro de la misma agua, por ejemplo.

David Hidalgo: ¿En tu experiencia, has notado una disminución en la disponibilidad de agua en los páramos que pudiera estar asociada con la pérdida de los glaciares?

Ing. Enrique Quinteros: No sé si tal vez hay algún mito detrás de esto, de que los glaciares abastecen de agua. Si bien es cierto que contribuyen, lo cierto es que en algunos glaciares, existen las nacientes de algunos ríos. Pero el suelo del páramo es el que aporta muchísimo más. En cuanto a si relacionamos cual entre el glaciar o el páramo es el que mejor regulación tiene o el que mayor producción genera.

Sí bien es cierto que se ha visto un retroceso en los glaciares. Más que en el retroceso de los glaciares, es que tanto está avanzando la frontera agrícola en los páramos, y cuánta superficie de páramo en realidad estamos conservando. Creo que esa es la pregunta clave, o sea, la superficie del páramo como tal, es la que ayudaría creo yo, a mitigar esa situación del retroceso del glaciar. Si conservas esa área de páramo.

Acá en el norte, no sabemos en realidad la profundidad que tengan estos suelos, cuál es la conexión en cuanto a percolación, por ejemplo, a infiltración profunda. ¿Qué tipo de acuíferos, de existirán? ¿Cuántos de esos habrán? ¿Cuánto de eso recarga el Páramo?

Entonces el en realidad, el suelo del páramo como tal, la superficie digamos de este ecosistema es la que tiene mucha más relevancia que los glaciares.

Se ha visto ese retroceso. Eso es indudable. El Cotopaxi es una es prueba de ello, por ejemplo supongo que el Carihuairazo igual, sea uno de los que más denota esa situación. Pero en realidad son los alrededores de los volcanes o de los glaciares los que nos ayudan en mayor medida a mitigar esa situación y a no sentir esta falta de agua por el retroceso de los glaciares.

Entonces ahí creo que hay que echarle un poquito de ojo a esa situación. Creo que las cosas difícilmente igual cambian en ese aspecto. El mundo avanza, indudablemente como llaman al progreso. Pero este progreso se va devorando todo a su paso: selvas, personas y lo que se le ponga enfrente. Y la cosa creo que no va a cambiar. No quiero sonar pesimista, pero es así. Las cosas están así y van a continuar así. Si recuerdas en la década de los 90 se firmó el Protocolo de Kyoto, han pasado 20 años y eso no cambia. ¿Si me entiendes?

Entonces están los hechos ahí. Y las cosas van a tender hacia allá. Hablan de que estamos en el límite, pero eso decían en el 2000, y ahora estamos, 20 años después y seguimos en lo mismo.

Tiene que ver mucho en cómo se producen las cosas. Como el modo de producción de todo, demarca esa situación, y cómo la política y la economía juegan para eso. Tal vez uno suena pesimista, pero los hechos marcan cualquier situación y pienso que, en base a lo que se pueda, cómo generar en la protección del páramo, cualquier cosa va a ser bienvenida, es buena, así no exista voluntad política, así hayan pocas comunidades que quieran conservar, porque tal vez por ahí en la economía encontraron alguna otra salida, pues va a ser siempre lo mejor.

David Hidalgo: ¿Finalmente sabes tú si es que se discute al respecto del cambio climático al interior de las comunidades? ¿Este es un tema central en sus discusiones o todavía no se lo considera como un escenario ya presente?

Ing. Enrique Quinteros: Para nosotros, incluso para el FONAG, hablar del cambio climático es algo de considerar, pero no es lo relevante para nosotros y solo te pongo esta situación, y como las cosas se van dando, no sabemos qué va a pasar, entendemos que la temperatura del globo está aumentando por las emisiones de los gases. La forma en cómo se producen las cosas, no para, y eso incrementa aún más la situación. Entonces estamos, como en ese cambio climático, que tampoco conocemos.

Se proyectan con modelos, se trata de conocer, pero al final para nosotros, hablándote como FONAG, es conocer esa dinámica, monitorear el clima, a ver cómo se van dando ciertos procesos hidro meteorológicos y en base a esa generación de información, conocer que se puede hacer en base a lo que se tiene. No creo que a lo que se proyecte porque es muy incierto, pero para nosotros es importantísimo conocer o entender cómo se están dando estos procesos.

Entonces imagínate si para nosotros eso no entra como en una línea prioritaria, más en el sentido de conocer la dinámica climática que se está generando, al generar toda una red de estaciones que monitorean siempre el clima en las comunidades. Pero en las Comunidades ahorita más bien se deben estar preocupando que es lo que pueden hacer para generar su sustento. Sí uno trata de conversar con ellos el lenguaje que debería utilizar es diferente. Deberíamos tratar de conversar del cambio climático con ellos de otra manera. Pero estoy casi seguro de que están más preocupados en buscarse el pan, a que traten siquiera, de entender qué es el cambio climático.

Entrevista con la Ing. Susana Escandón. Coordinadora del programa de conservación hídrica sostenible. Realizada el 08 de noviembre de 2021

David Hidalgo: ¿En tu experiencia, crees que todavía hay un nexo cultural de las comunidades de altura con las montañas?

Ing. Susana Escandón: Sabes que yo pienso que sí, todavía hay un nexo cultural. Básicamente, la historia comunitaria se dibuja o se escribe alrededor de la montaña, en buena parte del Ecuador, especialmente en las grandes nevados, pero también en las zonas urbanas como Quito, creo que está este vínculo entre la montaña y la comunidad y más bien me refería a las personas, a la gente, existe, porque de una u otra forma, en comunidades además de lo cultural, la montaña tiene como este vínculo de formas de vida, de recursos para la vida. Y también a veces tenemos esta mala percepción de que lo cultural únicamente tiene que ver con el espectro de la montaña por sí misma. ¿Me entiendes?

Por decirte lo cultural está relacionado por decir al cerro Puntas, al Huahua Pichincha, al Atacazo, cuando en realidad es la forma de vida, la parte cultural, el lugar donde estás, la altura en la que te encuentras, el idioma en el que hablas y la historia que te cuenta esta montaña. Entonces creo que el ícono mismo de un monte si tiene mucho que ver. Pero también tiene muchas otras cosas. Más allá de la montaña en sí misma. Pero si todavía hay un vínculo interesante que se va perdiendo, se va perdiendo cada vez más. Y se pierde, obviamente, cuando tú le ves también la capacidad que tenemos todos y algunas comunidades más, de la explotación casi desmedida, de hacer que básicamente sean suelos, tierras que no son capaces de dar. También creo que es parte de la desvinculación, que poco a poco, estos recursos que nosotros vamos teniendo, que teníamos de la montaña ya no son tan visibles, ya no son tan poderosos como antes, bastante agua, bastante tierra, bastante cultivo.

Cada vez la degradación mismo hace que ahorita el tema que tú tocas el cambio climático mismo, ha hecho que la gente al retirarse de éstas zonas altas y de zonas degradadas pierdas este vínculo y obviamente las siguientes generaciones ya no tienen esta relación importante.

David Hidalgo: ¿Qué otros factores crees que influyen en este proceso de desconexión entre las comunidades, y las montañas?

Ing. Susana Escandón: Bueno, básicamente creo que tiene que ver muchísimo con lo que te decía antes, con que poco a poco dejas de tener esta versión de la de la montaña que te da, y que la usas, y la usas tanto que ya no tienes la misma productividad, que ya no tienes la misma cantidad de agua, que ya no te provee de lo que antes proveía, entonces tú empiezas por un lado a explotar más con otros factores, a través de la industria, de otros factores también muy potentes, de la venta de tus tierras. Pero también esta visión de que lo del campo no. Y es que va más allá de la visión de lo real mismo, de lo que el campo no te ayuda a subsistir de manera, digamos digna. Entonces tú siempre buscas como a través de diferentes formas de salir de estos lugares que hasta el momento los relacionas más bien con pobreza o con falta de educación, especialmente en la zona del Chimborazo.

En Quito, pasa igual, entonces ponte en muchas, zonas de poblaciones indígenas cerca de Cayambe, cerca de Quito mismo. En las zonas peri urbanas incluso. Ves que las condiciones de vida siempre están como muy lejos de ser dentro de lo que podríamos hablar, incluso de derechos del agua para consumo humano,

luz, acceso a saneamiento. Entonces creo que esta cuestión de tener estas faltas hace que la gente se vaya moviendo y que el vínculo sea cada vez visto como algo negativo y no como algo de lo que tengas que realmente enorgullecerte, creo.

David Hidalgo: Hace unos meses, mantuve una reunión con la Comunidad de Cunucyacu, ellos están al pie del Carihuairazo y consideraban que el avance de la frontera agrícola era su legítimo derecho de supervivencia. ¿Cómo crees que se puede contrarrestar estas prácticas para poder encausarlas hacia la necesidad de conservación del Páramo?

Ing. Susana Escandón: Verás, esto es una cosa muy compleja, hemos estado hablando durante un montón de tiempo del legítimo derecho a una franja de uso de suelo agrícola, la ley te dice actualmente los 3 300 m s. n. m. en la ley de tierras, del centro hacia arriba, hacia el Norte y 2 800 m s. n. m. me parece desde que Cuenca hacia el sur, me entiendes? Creo que estas cuestiones legales tienen como una base importante que es la sensibilidad a la fragilidad de un ecosistema.

Actualmente, las grandes migraciones que tenemos de Chimborazo y de Cotopaxi, sí tiene mucho que ver con las condiciones de vida y el olvido, pero también con las condiciones del suelo y los ecosistemas que ya no te dan más. ¿Me entiendes?

Creo que es un legítimo derecho de las personas acceder a condiciones de vida digna. Pero también existen legítimo derecho de un ecosistema a sostener la vida para otros. El páramo en este caso, Chimborazo, Cotopaxi, Antisana, Cayambe son, además de ecosistemas que solventan la vida de comunidades, son ecosistemas de los que depende la vida de muchas ciudades. Hace poco yo estuve viviendo en Riobamba, hace unos catorce o quince años. Y Riobamba dependía del 70% de su agua del páramo. Claro, no hay como esta conexión entre lo urbano y rural donde puedas tener como esta conexión también con de dónde viene el agua, por ejemplo, ya que es algo que nosotros trabajamos muchísimo y que la gente urbana y rural pueda tener este nexo de dónde viene el agua. Porque es importante conservar las fuentes de agua. Puede ser un legítimo derecho que vulnera los legítimos derechos, también de un ecosistema del medio ambiente. En nuestra Constitución le dio voz a la naturaleza. Y al darle voz, no son responsables únicamente las comunidades, si no que es responsable todo ecuatoriano o ecuatoriana que vea que se está vulnerando ese derecho y creo que esa es nuestra posibilidad actualmente de poder si quieres reclamar alrededor del país, no solo sobre el crecimiento de la frontera agrícola, sino también muchas otras cosas como la minería, como la explotación petrolera.

Creo que es un legítimo derecho a vivir con dignidad siempre, siempre y la explotación de los recursos en algún punto de la historia nos va a limitar ese legítimo derecho de vivir con dignidad, el tener el acceso a agua lo más rápido del mundo.

Tú ves, Chimborazo creo que es el mejor y el peor ejemplo de lo que estamos hablando. O sea ecosistemas que ya han llegado a niveles de desertización, de algunas que ya prácticamente no existen. El Carihuairazo con su retroceso de glaciar, posiblemente el de mayor retroceso a nivel nacional. Sí la ciencia nos va a decir todo, pero creo que lo que vive cada día la comunidad en poder tener acceso a recursos básicos como agua y tierra y buen suelo en algún punto este incremento de la frontera agrícola es eso, te va a limitar también tu cuestión de dignidad y posiblemente tu migración hacia condiciones de vida realmente nefastas.

David Hidalgo: ¿Crees tú que una herramienta podría ser la restitución económica hacia las comunidades que de alguna forma protegen el Páramo, como la creación de un impuesto que alimente un fondo para impulsar proyectos de desarrollo alternativo en estas comunidades?

Ing. Susana Escandón: Hace quince años hicimos su parte del estudio en el que se veía si es posible o no la creación de un fondo en Riobamba. Si incluso se dio paso a la creación de un fondo de Riobamba, a través de una ordenanza. La gente gasta en Riobamba, por decir, te gastas \$ 7 de luz y \$3 en agua. Y esa luz la necesitan para bombear esa agua. ¿Me entiendes? Entonces, con la conservación de sus fuentes de agua se podría ahorrar un montón de luz y tener agua y podrías tener este impuesto verde digamos.

Mucho nos movemos hacia la parte del impuesto, el cobro y el tema de mecanismos de financiamiento, que creo que es importante porque la conservación siempre ha sido su parte floja. Si quieres la parte de mecanismos financieros. No sé si hablamos de lo mismo, de pagos por servicios ambientales o dar retribución económica directa siempre te va a hacer ver esta cuestión como una mercancía.

Creo yo que se requiere tener mecanismos de compensación que beneficien a los dos lados. Por ejemplo, el tema de que las poblaciones que viven en la parte alta tengan las mismas condiciones de acceso a agua, por ejemplo. Entonces, si nosotros pedimos a una comunidad que conserve las fuentes de agua, lo mínimo que pueden tener es agua de calidad, en cantidad adecuada para las cosas indispensables, necesarias de derechos como los del tema de consumo humano y soberanía alimentaria. Entonces creo que pueden haber diferentes mecanismos de contribución a mejorar las condiciones de vida de las dos partes, sin olvidar el vínculo que existe entre urbano y lo rural, que creo que es algo que aún no somos capaces de desarrollar.

El conflicto alrededor del agua porque unos conservan y otros usan es siempre una cuestión muy fuerte pero lastimosamente las ciudades son ciudades. Y una ciudad grande siempre va a buscar de dónde tomar su agua, ya sea en las orillas del Carihuairazo de pronto si ya no encuentran ahí y tú sabes, van a buscar donde sea y van a llevarse el agua, finalmente, no llevarse, a usarlo, que llevarse es una cuestión a veces mal usada, pero a futuro estas personas que van a vivir en realidad esta cuestión del daño de su ecosistema son las personas que tienen más sed, por el clima que van a tener, por las plagas que van a tener, también por el acceso a agua, por las enfermedades que trae el no tener el acceso a agua.

Sí creo que hay que buscar medidas de donde puedas tener como equilibrar estas estas situaciones si quieres de injusticia en lo que ves en el campo, con lo que ves en la ciudad. También el imaginario de que la ciudad es lo mejor.

David Hidalgo: ¿Conoces algunas acciones que se han emprendido desde las comunidades para proteger los páramos?

Ing. Susana Escandón: Hay montones, hay un montón. Creo que las mismas comunidades han generado sus propias áreas de conservación estricta a través de acuerdos internos. Esto es bien importante, antes de que exista una ley de aguas, las comunidades fueron creando esta micro política, si quieres, de conservación. Entonces creo igualmente que mucha gente se dio cuenta al inicio que en esta forma de uso del suelo, los primeros los primeros en ser perjudicados eran ellos y se crearon muchas comunidades en tierras comunitarias, se crearon espacios donde la gente conserva.

Hay ejemplos en Cayambe, hay ejemplos en Imbabura, hay ejemplos de acá alrededor de Pichincha, no estoy tan segura. Bueno, ahí en Tungurahua hay muchos ejemplos. Tienes, Yapuzan, es como tal vez el

más antiguo, donde hay una comunidad que tiene ya ahorita un área de conservación y que puede ver ya los resultados de la conservación en sus fuentes de agua.

Hay ejemplos también de municipios, por ejemplo, el municipio de Cuenca, con la descentralización del Parque Nacional Cajas y como parte de la adquisición de algunos predios. Entonces, hay muchísimos ejemplos. Los resultados no son tan directos, al comienzo; creyera que las comunidades no lo hicieron por una cuestión de beneficio económico, sino más bien por una cuestión de poder seguir viviendo bien. Entonces, si hay bastantes ejemplos.

Hay cooperativas en Cayambe que tienes ocho, nueve diez comunidades que están trabajando en la conservación de sus fuentes. No siempre es una transacción equitativa. No siempre lo es, porque finalmente no tienes un límite, digamos, el agua que tú conservas se usa en muchísimos otros lados y posiblemente esa relación de los que conservan frente a los que usan no siempre sea una relación de equidad. Y hay que buscar dónde es el punto donde esta relación se equilibre. No sé si el impuesto es lo mejor.

David Hidalgo: ¿Cuáles son las dificultades que tú identificas en estos procesos de conservación?

Ing. Susana Escandón: Pienso que hay un olvido en general de las comunidades indígenas alto andinas, que hay una cuestión de marginación también, no tener acceso a educación, salud, agua. Vas generando una relación inequitativa. Creo que la base de esto es la inequidad, cuando tú sientes que alguna situación es inequitativa o injusta, tú simplemente dejas de actuar de la forma en la que uno desde la ciudad consideraría adecuado. ¿Me entiendes?

Entonces se remonta mucho tiempo atrás de la distribución de las tierras. ¿Cómo fueron distribuidas? ¿Porque las comunidades viven donde viven? Pero ya actualmente. Los principales problemas creo que es encontrar puntos en común. Los niveles de no reconocer que existe un conflicto alrededor del agua, no reconocerle al agua, pensar que el agua es un recurso, entonces veremos al agua como un recurso cuando el agua va mucho más allá.

Es básicamente uno de los elementos en el que se tejen conflictos, se tejen saberes, se teje muchísimo en la parte económica, entonces la multidimensionalidad del agua es lo que pienso no nos da chance de tomar decisiones integrales.

O también esta súper geográfica, me entiendes. A veces está cuenquita y este trocito se conserva cuando en realidad el agua es mucho más allá que una cuenquita. Hay una línea social muy fuerte alrededor del agua. Y creo que cuando en cualquier caso donde se siente uno que esta agua fluye hacia los lugares donde tú sientes algún nivel de conflicto es donde en primer lugar, definir bien las áreas que son importantes de conservar y que tengas el vínculo de los usuarios de todo el río si quieres. Lo otro, el que puedas tener realmente las condiciones económicas para solventar tus actividades de conservación.

Lo otro que tengas acceso a los derechos básicos, los mismos derechos que tiene la gente de la ciudad, por ejemplo. Que puedas tener un acceso económico, es decir, básicamente de un problema de equidad. El tema de conservación. Pero también, de pensar que el ecosistema es eterno y que vos puedes retornar aún está a un punto neutral eco sistémico es totalmente absurdo, entonces ponte nosotros nos dedicamos a la quema y tienes quema uno, dos, tres, cuatro años y piensas que te va a durar toda la vida y no es así.

Nosotros en estos años, bueno, en esos años que hemos estado viendo, qué pasa con el suelo. Bueno, el arado ya es prácticamente un no volver nunca más al Páramo en años de años de años de años, por decir las

formas de hacer las cosas, la industrialización, el pensar que hay formas concretas de monocultivo, de hacer la agricultura, que es la que te va a sacar de condiciones que no sabes en qué otro tipo de esclavitud entras.

David Hidalgo: ¿Qué políticas crees que son necesarias formular para incentivar estos procesos de conservación?

Ing. Susana Escandón: Verás, creo que que existen muchas cosas que ya han pasado en comunidades. Existe un nivel de pluri legalidad en el Ecuador bien interesante, que te digo se ha generado a nivel de base, a nivel también de lucha, tenemos diferentes niveles de legalidad que si quieres podemos nosotros ir asumiendo y la hemos asumido como estado ecuatoriano. Hemos asumido un montón de cosas alrededor de temas ambientales.

¿Qué podemos hacer? Por un lado visibilizar la importancia de ecosistemas alto andinos de montaña. Creo que hay suficiente cantidad de leyes donde te dicen que el ecosistema de páramo son ecosistemas frágiles, la constitución, la ley de aguas, la ley de todo, sí, pero como que aún no le damos, como este click al manejo. El tema del manejo de nuestros páramos es fundamental. No nos dan todavía esos lineamientos claros de qué es lo que pasa una vez que el páramo se ha degradado tanto que te hace que migres, qué es lo que pasa cuando avanzas más allá de la frontera agrícola.

Creo que aún no tenemos como muy claro cuáles son las respuestas de un ecosistema y de la gente ante algunas problemáticas. Como estado se han hecho tantas leyes, como municipio se han hecho tantos esfuerzos. Y creo que la política está ahí. La política de conservación si quieres.

El tema de la frontera agrícola es una lucha súper fuerte, imagínate pensar nosotros en 3 300 m s. n. m. , nosotros en 3 300 m s. n. m. no tenemos, te diría que en ningún lugar de Chimborazo hacia el norte se cumple una política de 3 300 m s. n. m. . Después de los 3300 m s. n. m. , tú deberías hacer un plan de manejo de tu predio o de tu comunidad, entonces el plan de manejo lo vemos casi siempre como una camisa de fuerza, así como algo que no te sirve para nada, y documentos armatostes de 500 hojas, con 300 hojas de un diagnóstico donde te dicen cosas que para nada te interesan y gastamos tanto dinero en eso. Que el rato donde tú ya tienes que poner las cosas, cuando ya llegas a la parte práctica, que es una hoja de ruta de 6 hojas, ya no te da chance de leer, ya te olvidaste, ya no lo haces, entiendes?

Sí creo que un plan de manejo, sí podría ser una cosa interesante, tener lineamientos de manejo súper claros a nivel comunitario, también a nivel de compensación. Como hablábamos, no sé si el impuesto es lo mejor. Yo creo que a la vez que tenemos impuestos, también deberíamos tener compensaciones, por ejemplo.

¿Cuánto vas a pagar por un tema de impuestos prediales, cómo puedes ayudarles a comunidades? A facilitar el uso del territorio a través de la legalización de tierras. Todavía hay un montón de tierras comunitarias que no están bien delimitadas, por ejemplo, cómo te puedo ayudar a esa delimitación en un manejo? ¿Cómo te puede ayudar esa delimitación en una zonificación sostenible, como te puede ayudar esa delimitación en las actividades productivas, también sostenibles?

Tenemos por un lado políticas ambientales súper concretas que es toda la parte de ecosistemas de páramo y todo. Y Por otro lado, tenemos incentivos productivos criminales, básicamente minería, tenemos incentivos agrícolas, como es todos los boom de las papas, me entiendes? Papas, habas, cebolla que te dan todo el kit, con todos los agro químicos posibles. Que te sirven solamente para sembrar sobre los 3500 m

s. n. m. sin ningún plan de manejo, sin ninguna planificación. Por cumplir un tema de una bolsa, si quieres de agricultores que tengan un kit X.

Entonces, mientras nosotros estamos trabajando en la conservación y ya por fin tenemos actividades agro productivas, no sé agroecología, vamos a intentar otras cosas... Pum el MAGAP Con con el kit de Papas y nos matan.

O si de pronto te metes en el catastro minero y resulta que está todo ya concesionado. ¿Me entiendes? Creo que las políticas deben ser conversadas mínimamente entre sectores, entre sectores productivos, en sectores de conservación, pero también entre actores, porque la desconexión que existe entre una legislación y lo comunitario y lo que la gente que vive en las montañas es muy distanciado.

A nosotros se nos acerca una comunidad hace 3 meses y nos dice. ¿Podrías hacer el plan de manejo y claro está, en la ordenanza me entiendes? Hagamos, entendemos a qué se refieren a sacar el plan de manejo, explicamos, decimos, vayamos a lo que ustedes dicen, tienes una comunidad que hace 20 años tiene definida 8000 hectáreas de páramo. Ya, pues tienes el plan de manejo funcionando 20 años, o sea, ponle en papel. No le hagas tan complicado.

Así como esta estructura de plan de manejo, que es absurda, que no te ayuda en nada, que no te ayuda a entender por qué es importante manejar un territorio. Sí, creo que es importante una política adecuada de manejo, también una política adecuada de inclusión y de corresponsabilidad urbano - rural. O sea, que pueda haber una corresponsabilidad urbano rural real.

David Hidalgo: ¿Crees que el retroceso de los glaciares en los Andes ecuatorianos ha afectado a las comunidades indígenas de altura?

Ing. Susana Escandón: No. Científicamente el agua el 3% de los glaciares es el que el que te da el agua que necesitas. Hay muy pocas comunidades o muy pocas ciudades que dependen de glaciares, son muy pocos. Pero en nuestro imaginario está el dibujo de la escuela, que es la montaña, le pintas arriba el glaciar y de ahí sale un río. Entonces todos creemos que el agua viene de los glaciares, culturalmente y posiblemente sí. Bueno, también los glaciares nos ayudan a mantener cierta temperatura del suelo que te hace que todos los procesos del páramo funcionen: la retención, la filtración y todo eso, si te ayuda la temperatura un montón.

Creo que científicamente no necesariamente tiene que estar ligado al tema del glaciar al tema de acceso a agua o de disponibilidad de agua o cantidad de agua. Culturalmente si. Al momento que tú ves que el glaciar va retrocediendo obviamente es un indicador importantísimo de que un ecosistema está cambiando. No necesariamente vas a depender de ese glaciar para tener agua, pero lo más seguro es que lo que viene de sus diferentes estratos. Está cambiando de ley, está cambiando la temperatura, está cambiando la altura. Las opciones de que ya no sea tan frío, también te dan chance de que tú puedas aumentar tu frontera agrícola a gran escala, pues ya no está tan frío y ya te da la papa que antes te daba a los 3500 m s. n. m. , pero ahorita a los 3800 m s. n. m. , entonces ayuda, digamos este retroceso, mientras retrocede glaciar, sube la de agricultura. O sea, funcionalmente es, culturalmente es. Científicamente no, no tanto.

Creo que no, pero sí, o sea, creo que no nos hará faltar el agua, pero sí te puede generar que tú pienses que te está faltando el agua y por otro lado, que tú subas y efectivamente te falta el agua que digas es porque ya no hay glaciar. ¿No sé si me explico?

David Hidalgo: ¿Finalmente crees tú que al interior de las comunidades se discute sobre el cambio climático?

Ing. Susana Escandón: Si se discute muchísimo, nosotros creemos que muy poco, pero no, no es así. Se discute en muchos ámbitos, se discute en primera instancia. Son respuestas muy simples las que te dan. Es como que ya no llueve como antes, es la primera cosa que te dicen o que antes sembrábamos en tal fecha y ahora ya no podemos sembrar en esa fecha. Ahora sembramos de tal a tal o se perdió la cosecha por helada o se perdió la cosecha por sequías, entonces, no hay una cuestión directamente ligada, así como el cambio climático, efecto invernadero, nada. No hay esta base conceptual, digamos de atrás, que te hablan del cambio climático. Pero si hay como toda una cuestión de que obviamente el clima está cambiando, la lluvia no es la misma, el sol te dura más tiempo, las heladas son súper más fuertes, las sequías son mucho más fuertes. Entonces te hablan de las condiciones de riesgo y vulnerabilidad ligadas a cambio climático.

Otra cosa que es muy ligada a cambio climático, es el tema de los caudales de agua. Entonces te dicen, sobre lo más cercano: este río antes tenía en verano por decirte tenía el doble de caudal y en invierno se desbordaba y ahora queda siquiera solo hasta aquí. Entonces si hay como estos indicadores de cambio climático.

Que yo diría no todos son de cambio climático, son tal vez de un mal manejo, pero muchos si de cambio climático. Temperatura básicamente, lluvias, soles, plagas y enfermedades. También la gente ha podido generar muchísimas respuestas al cambio climático, muy locales, digamos. Entonces ha ido generando estos nuevos conocimientos y se va adaptando a estos nuevos climas, a estos nuevos escenarios a los que se ve afectada y están todo el tiempo.

Otra cosa volviendo a lo de la política pública es el acceso a información. Todo el tema hidro climático de nuestro país es ciencia oculta. Entonces poder decirle a un agricultor campesino, por ejemplo, cómo ha cambiado su clima, cómo han cambiado sus regímenes de lluvia, de temperatura durante los últimos 10 años, que ya somos capaces de generar esa información. No así de estrictísimo, pero ya puede ir generando escenarios y que los genera el Ministerio del Ambiente, y que los generan el CONGOPE (Consortio de gobiernos autónomos provinciales del Ecuador), y que los genera las juntas parroquiales. ¿Cómo haces que esto llegue al campesino? y te diga OK, ya no siembre las papas de 3500 m s. n. m. , mejor siembre de tal mes a tal mes, en esta misma altura y no suba.

Si necesitas tener como un mapa de vulnerabilidad que no sea chino, porque te pasan los anuarios y tú ves y dices: ¿Qué es esto? Dices OK, Comunidad de Carihuairazo, de los últimos diez años, el tiempo para sembrar tal cultivo es este. Entonces capaz no tienes que subir. Capaz tienes que adaptarte mejor al nuevo escenario climático. Eso también debe ser parte de una política, de la gestión de la información y trabajo. El tema de equidad social creo que es en donde se basa todo el tema ambiental.

Anexo 4: Evolución fotográfica del glaciar del Carihuairazo



Figura 35. El Carihuairazo. Flanco este en 1902
Fuente: Archivo personal. David Hidalgo 2020
Elaboración propia



Figura 36. Cerca de la cumbre del Carihuairazo en 1952
Fuente: Nieve y Selva en Ecuador (1952).
Elaboración: Eichler, Arturo 1952



Figura 37. El Carihuairazo. Campo Base en 1965

Fuente: Impacto del retroceso glaciar en los ecosistemas en la problemática del deshielo en los andes y consecuencias

Elaboración: Marco Cruz. 1965



Figura 38. Fotografía aérea del Carihuairazo en la década de 1970

Fuente: Archivo personal de Marco Cruz

Elaboración: Marco Cruz



Figura 39. Glaciar Suroccidental del Carihuairazo en 1980
Fuente: Revista Montaña. N° 30. Agosto 2011
Elaboración: Jorge Anhalzer.



Figura 40. El glaciar del Carihuairazo en la década de 1990
Fuente: Archivo personal de Marco Cruz
Elaboración: Marco Cruz



Figura 41. Acercamiento al glaciar del Carihuairazo en 1996
Fuente: Archivo personal de Roberto Deley
Elaboración: Roberto Deley.



Figura 42. Glaciar Suroccidental del Carihuairazo en 2000
Fuente: Revista Montaña. N° 30. Agosto 2011
Elaboración: Bernard Francou.



Figura 43. Glaciar Suroccidental del Carihuairazo en 2005
Fuente: Archivo personal de David Hidalgo.
Elaboración propia



Figura 44. Glaciar Suroccidental del Carihuairazo en 2009
Fuente: Archivo personal de David Hidalgo
Elaboración propia



Figura 45. Vista superior del glaciar del Carihuairazo en 2009
Fuente: Archivo personal de Rolando Gaibor, 2009
Elaboración: Rolando Gaibor



Figura 46. Glaciar Suroccidental del Carihuairazo en 2011
Fuente: Revista Montaña. N° 30. Agosto 2011
Elaboración: Annie Huth



Figura 47. Glaciar Remanente del Carihuairazo en 2016
Fuente: Archivo personal de Marco Cruz
Elaboración: Marco Cruz



Figura 48. El Carihuairazo en 2016
Fuente: Archivo personal de Marco Cruz
Elaboración: Marco Cruz



Figura 49. El Carihuairazo en 2016
Fuente: Archivo personal de David Hidalgo
Elaboración propia



Figura 50. Zona de ablación en el Carihuairazo en Febrero 2021
Fuente: Archivo personal de David Hidalgo
Elaboración propia

Anexo 5: Scrip del modelo aplicado en la variación del área glaciar del Carihuairazo.**SCRIPT**

```
#####MODELO HIDRO-GLACIOLOGICO VERSION FINAL#####
#LIMITACIONES:
#Debe de empezar en Enero de cierto cualquier año

##CARGAR PAQUETE
local({pkg <- select.list(sort(.packages(all.available = TRUE)),graphics=TRUE)
if(nchar(pkg)) library(pkg, character.only=TRUE)}) #paquete chron necesario!!!
library(chron)

#####PREÁMBULO AL CÁLCULO
####INGRESO DE DATOS
###ARCHIVOS DE DATOS

read.csv(file.choose(),sep = ";")->Dat #Archivo con datos meteorológicos
read.csv(file.choose(),sep = ";")->Bas #archivo con la base de datos de las pendientes del glaciar,
necesario en el cálculo!!!!
##solo si se tienen datos observados, quitar el asterisco antes de las dos siguientes líneas
read.csv(file.choose())->Crespos #Archivos con caudales observados ###
read.csv(file.choose(),sep = ";")->Agladata #Archivo con áreas observadas

##Datos Meteorológicos
#Variables Mensuales del PRECIS
Temp<-Dat$Temperatura[1:408]-10 #Temperatura en grados centigrados ##### ojo
#####
precipitacion<-Dat$Precipitacion[1:408] #Precipitación en mm
Uwind<-Dat$Wwind[1:408] #Velocidad del viento en m/s
RH<-Dat$RH[1:408] #Humedad relativa en %

#Constantes calibradas a partir del modelo de calibración
Qbmod<-0.009 # Mínimo del modelo de calibración
#Variables Para Comparación
Crespos$CresposV0->CresposV0
Aglaoobs<-Agladata$Aglaoobs
Timeyear<-Agladata$Fecha
for (j in 1:1) {
```

```

#Constantes del modelo glaciar
Aigla<-2.80237936170212#Área inicial del glaciar en el mes de enero del año 1981 (en este caso)
Atotal<-3.359#Área total de la cuenca
Tod<-0.5      #Límite de temperatura inferior de derretimiento en la zona de ablación baja
gradTemp<-(-0.0058)  #gradiente de temperatura
altORE<-4832.501      #altura de referencia de la estación M5151 de donde se calibraron los datos
meteorológicos
To<-(-1)      #Límite de temperatura inferior de derretimiento en la zona de ablación baja
Tac<-3        #Límite de temperatura de sublimación en la zona de acumulación
waterdensity<-1 #Densidad del agua
icedensity<-0.92 #Densidad del hielo

Cbahr<-0.027 #constante C de Bahr
Bbahr<-1.39 #constante b de Bahr
AE<-260      #Indice de derretimiento en la zona de ablación alta
AI<-140      #Indice de derretimiento en la zona de ablación baja
#Constantes para el cálculo de sublimación
alfa<-2.46   #constante de homogeneidad de la ecuación
Tfus<-273.175 #Temperatura de fusión
des<-0 #Desfase para calibrar respecto a los datos de temperatura de la estación ORE
RH100<-100  #Humedad relativa en la superficie
LV<-25000000 #Calor de vaporización a 0 grados
RV<-461     #constante específica del vapor de agua
Presion<-600 #en hPa

#Constantes para el cálculo de caudales
Kunomin<-0.21
Kdosmin<-0.02
FI<-0.42

#Constantes para el cálculo del factor de corrección por pendiente
lat<-(-0.5)
lon<-78.1
Az<-225
Abscisado<-100 #dato fijo que viene de la determinación de alturas

####DETERMINACIÓN DE VARIABLES NECESARIAS PARA EL CÁLCULO

##Sublimación

```

```
esfus<-RH100/100*exp((log(6.1078)+LV/RV*(1/273.175-1/Tfus))) #ecuacion 18
qs<-0.622*esfus/Presion*1000 #ecuacion 17
```

```
##Manejo del tiempo
```

```
as.character(Dat$Date)->date
```

```
as.character(Dat$Hour)->hour
```

```
Time<-chron(date, hour, format=c(dates="y-m-d",times="h:m:s")) #crea un vector con fechas del tipo
chron
```

```
##Subrutina para factor de corrección por pendiente
```

```
lat<-lat*pi/180 #latitud
```

```
lonm<-((lon-75)*24*60/360) #longitud
```

```
Az<-Az*pi/180 #Azimut
```

```
#delta t #preparacion de las fechas
```

```
ini<-lonm/(24*60)*2*pi-pi
```

```
daysm<-c(0,31,28,31,30,31,30,31,31,30,31,30) #cantidad de meses en un año normal
```

```
daysm2<-c(0,31,29,31,30,31,30,31,31,30,31,30) #cantidad de meses en un año biciesto
```

```
SUM=0
```

```
daysmo<-c()
```

```
for (i in 1:length(daysm)){
```

```
daysmo[i]<-SUM+daysm[i]
```

```
SUM=daysmo[i]
```

```
}
```

```
SUM=0
```

```
daysmo2<-c()
```

```
for (i in 1:length(daysm2)){
```

```
daysmo2[i]<-SUM+daysm2[i]
```

```
SUM=daysmo2[i]
```

```
}
```

```
cons<-daysmo*2*pi
```

```
cons2<-daysmo2*2*pi
```

```
start1<-ini+cons
```

```
start1[1]<-ini
```

```
start2<-ini+cons2
```

```
start2[1]<-ini
```

```
bis<-seq(1880,2200, by=4) #Años bisiestos desde 1880 hasta el 2200
```

```
####CÁLCULO
```

```
###GLACIAR
#declaracion de variables
for (j in 1:1) {

  Agla<-c()
  Vgla<-c()
  DeltaVice<-c()
  DeltaVglaciar<-c()
  DeltaMwater<-c()
  DeltaVabla<-c()
  VQglac<-c()
  VPabla<-c()
  VQiceablaup<-c()
  Vsublimabla<-c()
  Miceablaup<-c()
  Miceabladowndown<-c()
  AltTlim<-c()
  Aglacacum<-c()
  Aglacablaup<-c()
  DeltaVliqacum<-c()
  SFinalmacum<-c()
  Sacum<-c()
  prec<-c()
  precabla<-c()
  Amablaupacum<-c()
  Altmablaupacum<-c()
  Tempablaup<-c()
  AlturaTlimdown<-c()
  Aglacacumablaup<-c()
  Abladowndown<-c()
  Amabladowndownabla<-c()
  Altmabladowndownacum<-c()
  Tempabladowndown<-c()
  VPliqabla<-c()
  Aglacacumacum<-c()
  VPablaacum<-c()
  VQglacacum<-c()
  Vsublimablaacum<-c()
  Altaglacacum<-c()
  Tempacum<-c()
}
```

```

Sublim1<-c()
Sublim2<-c()
Sublim3<-c()
F1<-c()
F2<-c()
F1acum<-c()
F2acum<-c()
}
###INICIO DEL LOOP PARA EL CÁLCULO MENSUAL
for (i in 1:length(Temp)){
  ##Identificación del Mes y tipo de Año
  fano<-as.numeric(as.character(years(Time[i])))    #Año como dato numérico
  fmes<-as.numeric(months(Time[i]))                #Mes como dato numérico

  #Identificación del tipo de año (bisiesto o no)
  rr<-c()
  for (j in 1:length(bis)) {
    if (isTRUE(fano == bis[j])) {
      rr[j]<-NA
    }else{
      rr[j]<-1
    }
  }
  if (is.na(sum(rr))) {
    start<-start2
    comienzo<-daysmo2[fmes]
  }else{
    start<-start1
    comienzo<-daysmo[fmes]
  }

  ##PRIMER MES
  if (i==1) {
    ##Volumen y Area Glaciar
    Aigla[i]<-Aigla    #se usa el área inicial para empezar, y condiciones iniciales igual a 0
    Vgla[i]<-Cbahr*Aigla[i]^Bbahr    #4
    DeltaVice[i]<-0
    DeltaVglaciar[i]<-DeltaVice[i]/10^9
    DeltaMwater[i]<-0
    DeltaVabla[i]<-0
  }
}

```

```

VPliqabla[i]<-0
##Alturas Límites
AlturaTlimdown[i]<-(Tod-Temp[i])/gradTemp+altORE #27
AltTlim[i]<-(To-Temp[i])/gradTemp+altORE #26
##Areas
Aglacacumablaup1<-0.000000787*AlturaTlimdown[i]*AlturaTlimdown[i]-
0.01054*AlturaTlimdown[i]+34.35
Aglacacumablaup2<-0.99*Agl[i]
Aglacacumablaup[i]<-min(Aglacacumablaup1,Aglacacumablaup2) #31
Aabladow[i]<-Agl[i]-Aglacacumablaup[i] #33
Aglacacum1<-0.000000787*AltTlim[i]*AltTlim[i]-0.01054*AltTlim[i]+34.35
Aglacacum2<-Aglacacumablaup2
Aglacacum[i]<-min(Aglacacum1,Aglacacum2) #30
Aglacablaup[i]<-Aglacacumablaup[i]-Aglacacum[i] #32
#Definición de precipitación
prec[i]<-precipitacion[i]
precabla[i]<-precipitacion[i]
#Temperaturas y Nuevas Áreas
Altaglaacum[i]<-55*Aglacacum[i]/2*Aglacacum[i]/2-535*Aglacacum[i]/2+5602
Tempacum[i]<-Temp[i]+gradTemp*(Altaglaacum[i]-altORE)
Amablaupacum[i]<-Aglacacum[i]+Aglacablaup[i]/2 #32
Altmablaupacum[i]<-55*Amablaupacum[i]*Amablaupacum[i]-535*Amablaupacum[i]+5602 #36
Tempablaup[i]<-Temp[i]+gradTemp*(Altmablaupacum[i]-altORE) #38
Amabladowabla[i]<-Aglacacumablaup[i]+Aabladow[i]/2 #35
Altmabladownacum[i]<-55*Amabladowabla[i]*Amabladowabla[i]-535*Amabladowabla[i]+5602
#37
Tempabladow[i]<-Temp[i]+gradTemp*(Altmabladownacum[i]-altORE) #39

#Cálculo de Sublimación
Temcor1<-Tempabladow[i]+Tfus #Temperatura corregida
e600<-RH[i]/100*exp((log(6.1078)+(LV/10)/RV*(1/273.175-1/Temcor1))) #velocidad media del
viento #18
q1<-0.622*e600/Presion*1000 #17
Sublim1[i]<--alfa*Uwind[i]*(q1-qs) #15
Temcor2<-Tempablaup[i]+Tfus #Temperatura corregida
e600<-RH[i]/100*exp((log(6.1078)+(LV/10)/RV*(1/273.175-1/Temcor2))) #velocidad media del
viento #18
q2<-0.622*e600/Presion*1000 #17
Sublim2[i]<--alfa*Uwind[i]*(q2-qs) #15
Temcor3<-Tempacum[i]+Tfus #Temperatura corregida

```

```

if(Temcor3>=Tac){      #Condición
e600<-RH[i]/100*exp((log(6.1078)+(LV/10)/RV*(1/273.175-1/Temcor3))) #velocidad media del
viento #18
q2<-0.622*e600/Presion*1000 #17
Sublim3[i]<--alfa*Uwind[i]*(q2-qs) #15
}else{
Sublim3[i]<-0
}
if(isTRUE(fmes==1)) {
Sacum[i]<-prec[i]-Sublim3[i]
}else{
Sacum[i]<-prec[i]-Sublim3[i]+Sacum[i-1]
}

if(isTRUE(fmes==1)){
DeltaVliqacum[i]<-(prec[i]-Sublim3[i])*Aglacacum[i]*1000 #13
}else{
DeltaVliqacum[i]<-(prec[i]-Sublim3[i])*Aglacacum[i]*1000+DeltaVliqacum[i-1]
}

if(isTRUE(fmes==1)){
Aglacacumacum[i]<-Aglacacum[i]
}else{
Aglacacumacum[i]<-Aglacacum[i]+Aglacacumacum[i-1]
}

if(fmes==12){
SFinalmacum[i]<-DeltaVliqacum[i-1]/(Aglacacumacum[i]/13)/1000
} else {
SFinalmacum[i]<-0
}

VPabla[i]<-precabla[i]*(Aabladow[n]+Aglacablaup[i])*1000 #8
Vsublimabla[i]<-(Sublim1[i]*Aabladow[n]+Sublim2[i]*Aglacablaup[i])*1000 #10
#Determinación de Alturas
Alt1<-AltTlim[i] #36
Alt2<-55*Aglacacumablaup[i]*Aglacacumablaup[i]-535*Aglacacumablaup[i]+5602 #37
Alt3<-55*Agla[i]*Agla[i]-535*Agla[i]+5602

###Cálculo de Pendiente

```

```

if(Alt1>Bas$Alt[1]){
  Alt1<-Bas$Alt[1]
}
if(Alt1<Bas$Alt[length(Bas$Alt)]){
  Alt1<-Bas$Alt[length(Bas$Alt)]
}
if(Alt2>Bas$Alt[1]){
  Alt2<-Bas$Alt[1]
}
if(Alt2<Bas$Alt[length(Bas$Alt)]){
  Alt2<-Bas$Alt[length(Bas$Alt)]
}
if(Alt3>Bas$Alt[1]){
  Alt3<-Bas$Alt[1]
}
if(Alt3<Bas$Alt[length(Bas$Alt)]){
  Alt3<-Bas$Alt[length(Bas$Alt)]
}

#1er caso
Min1<-10000000000000
Dif<-c()
for (k in 1: length(Bas$Alt)) {
  Dif[k]<-Alt 1-Bas$Alt[k]
  if(Dif[k]>=0&Dif[k]<Min1){
    Dif1<-Dif[k]
    Min1<-Dif[k]
    Num1<-k
  }else{
    Min1<-Min1
  }
}
if(Dif1==0){
  Xup1<-0
  XYup1<-0
}else{
  XYup1<-(Bas$Alt[Num1-1]-Bas$Alt[Num1])/Abscisado
  Xup1<-Dif1/XYup1
}

```

```

Min2<-100000000000000
Dif<-c()
for (k in 1: length(Bas$Alt)) {
Dif[k]<-Alt2-Bas$Alt[k]
if(Dif[k]>=0&Dif[k]<Min2){
Dif2<-Dif[k]
Min2<-Dif[k]
Num2<-k
}else{
Min2<-Min2
}
}

if(Num1==Num2){
Pend1<-XYup1
}else{
XYdown1<-(Bas$Alt[Num2-1]-Bas$Alt[Num2])/Abcisado
Xdown1<-((Bas$Alt[Num2-1]-Bas$Alt[Num2])-Dif2)/XYdown1
if(Num2-Num1==1){
Absci1=0
Yor1=0
}else{
Absci1<-c()
Yor1<-c()
for(k in 1:(Num2-Num1-1)){
Absci1[k]<-100
Yor1[k]<-(Bas$Alt[Num1+k-1]-Bas$Alt[k+Num1])/Abcisado
}
}
DistTotal1<-Xup1+Xdown1+sum(Absci1)
VarPend1<-c(XYup1*Xup1/DistTotal1,Yor1*Absci1/DistTotal1,XYdown1*Xdown1/DistTotal1)
Pend1<-sum(VarPend1)
}

#2do caso
XYup2<-(Bas$Alt[Num2-1]-Bas$Alt[Num2])/Abcisado
Xup2<-Dif2/XYup2

Min3<-100000000000000

```

```

Dif<-c()
for (k in 1: length(Bas$Alt)) {
Dif[k]<-Alt3-Bas$Alt[k]
if(Dif[k]>=0&Dif[k]<Min3){
Dif3<-Dif[k]
Min3<-Dif[k]
Num3<-k
}else{
Min3<-Min3
}
}
if(Num2==Num3){
Pend2<-XYup2
}else{
if(Dif3==0){
Xdown2<-0
XYdown2<-0
}else{
XYdown2<-(Bas$Alt[Num3-1]-Bas$Alt[Num3])/Abcisado
Xdown2<-((Bas$Alt[Num3-1]-Bas$Alt[Num3])-Dif3)/XYdown2
}
if(Num3-Num2==1){
Absci2=0
Yor2=0
}else{
Absci2<-c()
Yor2<-c()
for(k in 1:(Num3-Num2)){
Absci2[k]<-100
Yor2[k]<-(Bas$Alt[k+Num2-1]-Bas$Alt[k+Num2])/Abcisado
}
}
DistTotal2<-Xup2+Xdown2+sum(Absci2)
VarPend2<-c(XYup2*Xup2/DistTotal2,Yor2*Absci2/DistTotal2,XYdown2*Xdown2/DistTotal2)
Pend2<-sum(VarPend2)
}

##Factor de Corrección
PP<-Time[i]
PP<-seq(PP, by='month', length=2)

```

```

MES<-seq(PP[1],PP[2]-1/24, by = 1/24)
minu<-seq(0, 1-1/24, by=1/24)
dias<-as.numeric(days(MES))
tem<-dias[length(MES)]
tem<-as.numeric(tem)
dias<-dias+rep(minu,tem)
dt<-c()
SUM=0
for (j in 1:length(MES)) {
dt[j]<-start[fmes]+SUM
SUM<-(j)*pi/24
}

dias2<-dias+comienzo
deltgrad<-0.3723+23.2567*sin((2*pi)/365.25*(dias2-79.536))-0.758*cos((2*pi)/365.25*(dias2-
79.536))+0.1149*sin(2*(2*pi)/365.25*(dias2-79.536))+0.3656*cos(2*(2*pi)/365.25*(dias2-79.536))-
0.1712*sin(3*(2*pi)/365.25*(dias2-79.536))+0.0201*cos(3*(2*pi)/365.25*(dias2-79.536))    #21
deltrad<-deltgrad*pi/180
cosZ<-sin(deltrad)*sin(lat)+cos(deltrad)*cos(lat)*cos(dt)
cos02<-(sin(lat)*cosZ-sin(deltrad))/(cos(lat))
sin02<-cos(deltrad)*sin(dt)

Sinc1=c()
for (j in 1:length(deltrad))
if (cosZ[j]>0 & ((cosZ[j]*cos(Pend1)+sin(Pend1)*(cos(Az)*cos02[j]-sin(Az)*sin02[j]))>0 ) { #23
Sinc1[j]<-1368*(cosZ[j]*cos(Pend1)+sin(Pend1)*(cos(Az)*cos02[j]-sin(Az)*sin02[j]))
} else {
Sinc1[j]<-0
}
Sinc2=c()
for (j in 1:length(deltrad))
if (cosZ[j]>0 & ((cosZ[j]*cos(Pend2)+sin(Pend2)*(cos(Az)*cos02[j]-sin(Az)*sin02[j]))>0 ) { #23
Sinc2[j]<-1368*(cosZ[j]*cos(Pend2)+sin(Pend2)*(cos(Az)*cos02[j]-sin(Az)*sin02[j]))
} else {
Sinc2[j]<-0
}
Tipodia<-rep((1:tem), each=24)
Sincdia1<-tapply(Sinc1,Tipodia,mean,na.rm=TRUE)
Sincmen1<-mean(Sincdia1)
F1[i]<-Sincmen1

```

```

Sincdia2<-tapply(Sinc2,Tipodia,mean,na.rm=TRUE)
Sincmen2<-mean(Sincdia2)
F2[i]<-Sincmen2

##Condiciones para el siguiente mes
if(Agla[i]==0){
Miceblaup[i]<-0          #13
}else{
if(Tempablaup[i]<To){
Miceblaup[i]<-0
}else{
Miceblaup[i]<-AE*(Tempablaup[i]-To) #19
}
}
if(Agla[i]==0){
Micebladown[i]<-0      #14
}else{
if(Tempabladow[i]<Tod){
Micebladown[i]<-0
}else{
Micebladown[i]<-AI*(Tempabladow[i]-Tod) #20
}
}
VQiceblaup[i]<-Miceblaup[i]*Aglacablaup[i]*1000
VQglac[i]<-max((Micebladown[i]*Aabladow[i]*1000+VQiceblaup[i]+VPliqabla[i]), 0) #7

VPablaacum[i]<-VPabla[i]
VQglacacum[i]<-VQglac[i]
Vsublimablaacum[i]<-Vsublimabla[i]
F1acum[i]<-F1[i]
F2acum[i]<-F2[i]

}else{
###CÁLCULO PARA EL RESTO DE MESES

#Condicional para introducir el coeficiente de corrección por pendiente para todo el año anterior
if(fmes==1){

for(j in (i-12):(i-1)){
F1[j]<-F1[j]*12/F1acum[i-1] #25

```

```

F2[j]<-F2[j]*12/F2acum[i-1]      #25
}
SUM1=0
for(j in (i-12):(i-1)){
Miceablaup[j]<-Miceablaup[j]/F1[j]      #13
Miceabladow[n[j]<-Miceabladow[n[j]/F2[j] #14
VQiceablaup[j]<-Miceablaup[j]*Aglacablaup[j]*1000      #9
VQglac[j]<-max((Miceabladow[n[j]*Aabladow[n[j]*1000+VQiceablaup[j]+VPliqabla[j]), 0)      #7
VQglacacum<-VQglac[j]+SUM1
SUM1<-VQglacacum
}
DeltaVabla[i]<-VPablaacum[i-1]-(VQglacacum+Vsublimablaacum[i-1])      #6
}else{
DeltaVabla[i]<-0
}
if(fmes==1){
DeltaMwater[i]<-(DeltaVabla[i]+DeltaVliqacum[i-1])*waterdensity #5
}else{
DeltaMwater[i]<-0
}
if(fmes==1){
DeltaVice[i]<-DeltaMwater[i]/icedensity
}else{
DeltaVice[i]<-0
}
DeltaVglaciar[i]<-DeltaVice[i]/10^9

if(fmes==1){
if((Vgla[i-1]+DeltaVglaciar[i])<=0){
Vgla[i]<-0
}else{
Vgla[i]<-Vgla[i-1]+DeltaVglaciar[i]
}
}else{
Vgla[i]<-Vgla[i-1]
}

##Cálculo de cambios del glaciar
if(fmes==1){
if(((Vgla[i]/Cbahr)^(1/Bbahr))<=Atotal){ #4

```

```

Aglai<-(Vgla[i]/Cbahr)^(1/Bbahr)
}else{
Aglai<-Atotal
}
}else{
Aglai<-Aglai-1
}

##Mismos pasos que en el primer mes
VPliqabla[i]<-0
AlturaTlimdown[i]<-(Tod-Temp[i])/gradTemp+altORE
Aglacacumablaup1<-0.000000787*AlturaTlimdown[i]*AlturaTlimdown[i]-
0.01054*AlturaTlimdown[i]+34.35
Aglacacumablaup2<-0.99*Aglai
Aglacacumablaup[i]<-min(Aglacacumablaup1,Aglacacumablaup2)
Aabladow[i]<-Aglai-Aglacacumablaup[i]
AltTlim[i]<-(To-Temp[i])/gradTemp+altORE
Aglacacum1<-0.000000787*AltTlim[i]*AltTlim[i]-0.01054*AltTlim[i]+34.35
Aglacacum2<-Aglacacumablaup2
Aglacacum[i]<-min(Aglacacum1,Aglacacum2)
Aglacablaup[i]<-Aglacacumablaup[i]-Aglacacum[i]
prec[i]<-precipitacion[i]
precabla[i]<-precipitacion[i]

Altaglaacum[i]<-55*Aglacacum[i]/2*Aglacacum[i]/2-535*Aglacacum[i]/2+5602
Tempacum[i]<-Temp[i]+gradTemp*(Altaglaacum[i]-altORE)
Amablaupacum[i]<-Aglacacum[i]+Aglacablaup[i]/2
Altmablaupacum[i]<-55*Amablaupacum[i]*Amablaupacum[i]-535*Amablaupacum[i]+5602
Tempablaup[i]<-Temp[i]+gradTemp*(Altmablaupacum[i]-altORE)
Amabladowabla[i]<-Aglacacumablaup[i]+Aabladow[i]/2
Altmabladownacum[i]<-55*Amabladowabla[i]*Amabladowabla[i]-535*Amabladowabla[i]+5602
Tempabladow[i]<-Temp[i]+gradTemp*(Altmabladownacum[i]-altORE)

Temcor1<-Tempabladow[i]+Tfus      #Temperatura corregida
e600<-RH[i]/100*exp((log(6.1078)+(LV/10)/RV*(1/273.175-1/Temcor1))) #velocidad media del
viento
q1<-0.622*e600/Presion*1000
Sublim1[i]<-alfa*Uwind[i]*(q1-qs)

Temcor2<-Tempablaup[i]+Tfus      #Temperatura corregida

```

```
e600<-RH[i]/100*exp((log(6.1078)+(LV/10)/RV*(1/273.175-1/Temcor2))) #velocidad media del
viento
```

```
q2<-0.622*e600/Presion*1000
```

```
Sublim2[i]<--alfa*Uwind[i]*(q2-qs)
```

```
Temcor3<-Tempacum[i]+Tfus #Temperatura corregida
```

```
if(Temcor3>=Tac){
```

```
e600<-RH[i]/100*exp((log(6.1078)+(LV/10)/RV*(1/273.175-1/Temcor3))) #velocidad media del
viento
```

```
q2<-0.622*e600/Presion*1000
```

```
Sublim3[i]<--alfa*Uwind[i]*(q2-qs)
```

```
}else{
```

```
Sublim3[i]<-0
```

```
}
```

```
if(fmes==1) {
```

```
Sacum[i]<-prec[i]-Sublim3[i]
```

```
}else{
```

```
Sacum[i]<-prec[i]-Sublim3[i]+Sacum[i-1]
```

```
}
```

```
if(fmes==1){
```

```
DeltaVliqacum[i]<-(prec[i]-Sublim3[i])*Aglacacum[i]*1000
```

```
}else{
```

```
DeltaVliqacum[i]<-(prec[i]-Sublim3[i])*Aglacacum[i]*1000+DeltaVliqacum[i-1]
```

```
}
```

```
if(fmes==1){
```

```
Aglacacumacum[i]<-Aglacacum[i]
```

```
}else{
```

```
Aglacacumacum[i]<-Aglacacum[i]+Aglacacumacum[i-1]
```

```
}
```

```
if(fmes==12){
```

```
SFinalmacum[i]<-DeltaVliqacum[i-1]/(Aglacacumacum[i]/13)/1000
```

```
} else {
```

```
SFinalmacum[i]<-0
```

```
}
```

```
VPabla[i]<-precabla[i]*(Aabladow[n]+Aglacablaup[i])*1000
```

```
Vsublimabla[i]<-(Sublim1[i]*Aabladow[n]+Sublim2[i]*Aglacablaup[i])*1000
```

```

Alt1<-AltTlim[i]
Alt2<-55*Aglacacumablaup[i]*Aglacacumablaup[i]-535*Aglacacumablaup[i]+5602
Alt3<-55*Agla[i]*Agla[i]-535*Agla[i]+5602

```

```

if(Alt1>Bas$Alt[1]){
Alt1<-Bas$Alt[1]
}
if(Alt1<Bas$Alt[length(Bas$Alt)]){
Alt1<-Bas$Alt[length(Bas$Alt)]
}
if(Alt2>Bas$Alt[1]){
Alt2<-Bas$Alt[1]
}
if(Alt2<Bas$Alt[length(Bas$Alt)]){
Alt2<-Bas$Alt[length(Bas$Alt)]
}
if(Alt3>Bas$Alt[1]){
Alt3<-Bas$Alt[1]
}
if(Alt3<Bas$Alt[length(Bas$Alt)]){
Alt3<-Bas$Alt[length(Bas$Alt)]
}

```

```
#1er caso
```

```

Min1<-1000000000000000
Dif<-c()
for (k in 1: length(Bas$Alt)) {
Dif[k]<-Alt1-Bas$Alt[k]
if(Dif[k]>=0&Dif[k]<Min1){
Dif1<-Dif[k]
Min1<-Dif[k]
Num1<-k
}else{
Min1<-Min1
}
}
if(Dif1==0){
Xup1<-0
XYup1<-0
}else{

```

```

XYup1<-(Bas$Alt[Num1-1]-Bas$Alt[Num1])/Abscisado
Xup1<-Dif1/XYup1
}

Min2<-10000000000000
Dif<-c()
for (k in 1: length(Bas$Alt)) {
Dif[k]<-Alt2-Bas$Alt[k]
if(Dif[k]>=0&Dif[k]<Min2){
Dif2<-Dif[k]
Min2<-Dif[k]
Num2<-k
}else{
Min2<-Min2
}
}

if(Num1==Num2){
Pend1<-XYup1
}else{
XYdown1<-(Bas$Alt[Num2-1]-Bas$Alt[Num2])/Abscisado
Xdown1<-((Bas$Alt[Num2-1]-Bas$Alt[Num2])-Dif2)/XYdown1
if(Num2-Num1==1){
Absci1=0
Yor1=0
}else{
Absci1<-c()
Yor1<-c()
for(k in 1:(Num2-Num1-1)){
Absci1[k]<-100
Yor1[k]<-(Bas$Alt[Num1+k-1]-Bas$Alt[k+Num1])/Abscisado
}
}
DistTotal1<-Xup1+Xdown1+sum(Absci1)
VarPend1<-c(XYup1*Xup1/DistTotal1,Yor1*Absci1/DistTotal1,XYdown1*Xdown1/DistTotal1)
Pend1<-sum(VarPend1)
}

#2do caso
XYup2<-(Bas$Alt[Num2-1]-Bas$Alt[Num2])/Abscisado

```

```
Xup2<-Dif2/XYup2
```

```
Min3<-10000000000000
```

```
Dif<-c()
```

```
for (k in 1: length(Bas$Alt)) {
```

```
Dif[k]<-Alt3-Bas$Alt[k]
```

```
if(Dif[k]>=0&Dif[k]<Min3){
```

```
Dif3<-Dif[k]
```

```
Min3<-Dif[k]
```

```
Num3<-k
```

```
}else{
```

```
Min3<-Min3
```

```
}
```

```
}
```

```
if(Num2==Num3){
```

```
Pend2<-XYup2
```

```
}else{
```

```
if(Dif3==0){
```

```
Xdown2<-0
```

```
XYdown2<-0
```

```
}else{
```

```
XYdown2<-(Bas$Alt[Num3-1]-Bas$Alt[Num3])/Abcisado
```

```
Xdown2<-((Bas$Alt[Num3-1]-Bas$Alt[Num3])-Dif3)/XYdown2
```

```
}
```

```
if(Num3-Num2==1){
```

```
Absci2=0
```

```
Yor2=0
```

```
}else{
```

```
Absci2<-c()
```

```
Yor2<-c()
```

```
for(k in 1:(Num3-Num2)){
```

```
Absci2[k]<-100
```

```
Yor2[k]<-(Bas$Alt[k+Num2-1]-Bas$Alt[k+Num2])/Abcisado
```

```
}
```

```
}
```

```
DistTotal2<-Xup2+Xdown2+sum(Absci2)
```

```
VarPend2<-c(XYup2*Xup2/DistTotal2,Yor2*Absci2/DistTotal2,XYdown2*Xdown2/DistTotal2)
```

```
Pend2<-sum(VarPend2)
```

```
}
```

```

##Factor de Corrección por pendiente
PP<-Time[i]
PP<-seq(PP, by='month', length=2)
MES<-seq(PP[1],PP[2]-1/24, by = 1/24)
minu<-seq(0, 1-1/24, by=1/24)
dias<-as.numeric(days(MES))
tem<-dias[length(MES)]
tem<-as.numeric(tem)
dias<-dias+rep(minu,tem)
dt<-c()
SUM=0
for (j in 1:length(MES)) {
dt[j]<-start[finer]+SUM
SUM<-(j)*pi/24
}

dias2<-dias+comienzo
deltgrad<-0.3723+23.2567*sin((2*pi)/365.25*(dias2-79.536))-0.758*cos((2*pi)/365.25*(dias2-79.536))+0.1149*sin(2*(2*pi)/365.25*(dias2-79.536))+0.3656*cos(2*(2*pi)/365.25*(dias2-79.536))-0.1712*sin(3*(2*pi)/365.25*(dias2-79.536))+0.0201*cos(3*(2*pi)/365.25*(dias2-79.536))
deltrad<-deltgrad*pi/180
cosZ<-sin(deltrad)*sin(lat)+cos(deltrad)*cos(lat)*cos(dt)
cos02<-(sin(lat)*cosZ-sin(deltrad))/(cos(lat))
sin02<-cos(deltrad)*sin(dt)

Sinc1=c()
for (j in 1:length(deltrad))
if (cosZ[j]>0 & ((cosZ[j]*cos(Pend1)+sin(Pend1)*(cos(Az)*cos02[j]-sin(Az)*sin02[j]))>0) ) {
Sinc1[j]<-1368*(cosZ[j]*cos(Pend1)+sin(Pend1)*(cos(Az)*cos02[j]-sin(Az)*sin02[j]))
} else {
Sinc1[j]<-0
}
Sinc2=c()
for (j in 1:length(deltrad))
if (cosZ[j]>0 & ((cosZ[j]*cos(Pend2)+sin(Pend2)*(cos(Az)*cos02[j]-sin(Az)*sin02[j]))>0) ) {
Sinc2[j]<-1368*(cosZ[j]*cos(Pend2)+sin(Pend2)*(cos(Az)*cos02[j]-sin(Az)*sin02[j]))
} else {
Sinc2[j]<-0
}

```

```

}
Tipodia<-rep((1:tem), each=24)
Sincdia1<-tapply(Sinc1,Tipodia,mean,na.rm=TRUE)
Sincmen1<-mean(Sincdia1)
F1[i]<-Sincmen1
Sincdia2<-tapply(Sinc2,Tipodia,mean,na.rm=TRUE)
Sincmen2<-mean(Sincdia2)
F2[i]<-Sincmen2

if(Agla[i]==0){
Miceablaup[i]<-0
}else{
if(Tempablaup[i]<To){
Miceablaup[i]<-0
}else{
Miceablaup[i]<-AE*(Tempablaup[i]-To)
}
}
if(Agla[i]==0){
Miceabladowndown[i]<-0
}else{
if(Tempabladowndown[i]<Tod){
Miceabladowndown[i]<-0
}else{
Miceabladowndown[i]<-AI*(Tempabladowndown[i]-Tod)
}
}
VQiceablaup[i]<-Miceablaup[i]*Aglacablaup[i]*1000
VQglac[i]<-max((Miceabladowndown[i]*Aabladowndown[i]*1000+VQiceablaup[i]+VPliqabla[i]), 0)

if(fmes==1){
VPablaacum[i]<-VPabla[i]
Vsublimablaacum[i]<-Vsublimabla[i]
F1acum[i]<-F1[i]
F2acum[i]<-F2[i]
}else{
VPablaacum[i]<-VPabla[i]+VPablaacum[i-1]
Vsublimablaacum[i]<-Vsublimabla[i]+Vsublimablaacum[i-1]
F1acum[i]<-F1[i]+F1acum[i-1]
F2acum[i]<-F2[i]+F2acum[i-1]
}

```

```

}
if (i==length(Temp)){
for(j in (i-11):(i)){
F1[j]<-F1[j]*12/F1acum[i]
F2[j]<-F2[j]*12/F2acum[i]
}
for(j in (i-11):(i)){
Miceablaup[j]<-Miceablaup[j]/F1[j]
Miceabladow[n][j]<-Miceabladow[n][j]/F2[j]
VQiceablaup[j]<-Miceablaup[j]*Aglacablaup[j]*1000
VQglac[j]<-max((Miceabladow[n][j]*Aabladow[n][j]*1000+VQiceablaup[j]+VPliqabla[j]), 0)
}
}
}
}}

```

##CÁLCULO DE CAUDALES

#Aumento de un mes más

```
for ( j in 1:1) {
```

```
as.POSIXct(as.character(date[1:408]))->date1
```

```
parmeses<-seq(date1[length(date1)], by='month', length=2)
```

#Transformación de datos aumentando un mes

```
data.frame(date1,Agla,VQglac,precipitacion)->Model2
```

```
range(date1)->newdate
```

```
subset(Model2, date1>=newdate[1] & date1<=newdate[2])->Mod
```

```
Ndate1<-Mod$date1
```

```
Mod<-rbind(Mod,data.frame(date1=parmeses[2],Agla=NA,VQglac=NA,precipitacion=NA))
```

```
Prec<-Mod$precipitacion
```

```
Agla<-Mod$Agla
```

```
VQglac<-Mod$VQglac
```

```
Ndate<-Mod$date1
```

##Caudal No Glaciar

```
Qngvarm<-c()
```

```
for (i in 1: length(Prec)-1){
```

```
Qngvarm[i]<-Prec[i]*(1-Kunomin)*Kdosmin*(Atotal-Aglac[i])/(86.4*(as.numeric(Ndate[i+1]-
```

```
Ndate[i]))+Prec[i]*Kunomin*(Atotal-Aglac[i])/(86.4*(as.numeric(Ndate[i+1]-Ndate[i]))) #42
```

```

}
Qnoglac<-Qngvarm+Qbmod      #Caudal No glaciari      #44

##Caudal Glaciari
Qglac<-c()
for (i in 1:length(VQglac)-1){
Qglac[i]<-(1-FI)*VQglac[i]/as.numeric((Ndate[i+1]-Ndate[i]))/86400#45
}

#Caudal Total
QT<-Qglac+Qnoglac      #47

####RESULTADOS
###SOLO MODELO
TablaModelo<-data.frame(Fecha=date[1:408],      Precipitacion=precipitacion,      Temperatura=Temp,
Viento=Uwind, HR=RH, Area=Agla, Volumen=Vgla, CaudalNoGlaciari=Qnoglac, CaudalGlaciari=Qglac,
QTotal=QT)
#write.table(TablaModelo,      file="C:\\Documents      and      Settings\\Sandra\\Mis
documentos\\Christian\\calcs\\energia\\Out\\TablaModelo.csv", sep=",", row.names=FALSE)
cut(Model2$date1, "year")->years
Mod.y=data.frame(
date1=as.POSIXct(levels(years)),
Agla=as.vector(tapply(Model2$Agla,years,mean, na.rm=TRUE, simplify=TRUE)))

TablaArea<-data.frame(Fecha=date[1:408], Area=Mod.y$Agla)

###CON DATOS OBSERVADOS
AglaObs<-c()
for (i in 1:length(Mod.y$date1)){
AglaObs[i]<-Aglaobs[i]
}
#plot(Mod.y$date1, Mod.y$Agla, ylim=c(0,2.7), type="l",lwd=2, col="blue",xlab="Años",ylab="Área
[km2]",main="Área del Glaciari")
#points(Mod.y$date1, AglaObs)

QTmodel<-c()
for (i in 1:length(Ndate1)){
QTmodel[i]<-QT[i]
}

```

```

QTmodel2<-c()
for (i in 1:length(Ndate1)){
QTmodel2[i]<-QTmodel[i]
}

```

```

QTM<-QT
AreaM<-Mod.y$Agla

```

```

QTP<-QT
AreaP<-Mod.y$Agla

```

```

QTP2<-c()
AreaP2<-c()
for(i in 1: length(QTM)){
QTP2[i]<-QTP[i]
}
for(i in 1: length(AreaM)){
AreaP2[i]<-AreaP[i]
}
}

```

```

#write.table(TablaArea,          file="C:\\Documents          and          Settings\\Sandra\\Mis
documentos\\Christian\\calcs\\energia\\Out\\TablaArea.csv", sep=",", row.names=FALSE)
x <- c(1, 2)
m <- matrix(x, ncol = 1)
layout(m)
nf <- layout(m)
layout.show(nf)
par(mar=c(3, 4.5, 3, 1))
plot(Ndate1,QT,type="l",col="#2B92E4",xaxt="s",xlab="", ylab="Caudal [m3/s]", ylim=c(0,0.2),
lwd=1.75, main="Caudales Modelados")
lines(Ndate1, Qnoglac,type="l",col="#EB6D18", lwd=1.75)
legend(as.numeric(Ndate1[10]),0.25, c("Caudal Total Modelado", "Caudal No Glaciar Modelado"),
col=c("#2B92E4","#EB6D18"),seg.len=1,merge =TRUE ,cex=0.8, lwd=1.75, bty = "n",
text.font=2,title.col = text.col,y.intersp = 0.15,x.intersp=0.2)
plot(Mod.y$date1, Mod.y$Agla/10, ylim=c(0,0.4), type="l",lwd=2, col="blue",xlab="Años",ylab="Área
[km2]",main="Área del Glaciar")
points(Mod.y$date1,Agldata$Aglaobs[26:59])

```

```
#plot(Ndate1,QTM,type="l",col="blue",xaxt="s",xlab="", ylab="Caudal [m3/s]", ylim=c(0,0.20), lwd=2,
main="Caudales Modelados")
```

```
#lines(Ndate1, QTP2,type="l",col="lightblue", lwd=2)
```

```
plot(Ndate1[289:360],QTM[289:360],type="l",las=1,col="#53D0EC",xaxt="s",xlab="", ylab="Caudal
[m3/s]", ylim=c(0,0.15), lwd=2, main="Caudales Modelados")
```

```
lines(Ndate1[289:360], Crespos$CresposV0[1:72],type="l",col="#2748A0", lwd=2)
```

```
legend(as.numeric(Ndate1[290]),0.19, c( "Caudal Total Modelado","Caudal Total Medido"),
col=c("#53D0EC","#2748A0"),seg.len=1,merge =TRUE ,cex=0.8, lwd=1.75, bty = "n",
text.font=2,title.col = text.col,y.intersp = 0.15,x.intersp=0.2)
```

```
plot(Mod.y$date1[1:30], Mod.y$Agla[1:30]/10, ylim=c(0,0.4),las=1, type="l",lwd=2,
col="#0E2A55",xlab="Años",ylab="Área [km2]",main="Área del Glaciar")
```

```
points(Mod.y$date1[1:28], AglaObs[3:30],col="#79E2DD",pch=8)
```

```
legend(as.numeric(Mod.y$date1[1]),1.3,ltty=1:9, c( "Área Total del Glaciar Modelado","Área Total del
Glaciar Medido"), col=c("#0E2A55","#79E2DD"),seg.len=1,merge =TRUE ,cex=0.8, lwd=1.75, bty = "n",
text.font=2,title.col = text.col,y.intersp = 0.15,x.intersp=0.2)
```

```
plot(Ndate1,Qglac,type="l",col="#2748A0",xaxt="s",xlab="", las=1,ylab="Caudal [m3/s]",
ylim=c(0,0.20), lwd=1.85, main="Caudales Modelados ")
```

```
lines(Ndate1,Qnoglac,type="l",col="#53D0EC", lwd=1.85)
```

```
legend(as.numeric(Ndate1[5]),0.25, c("Caudal Glaciar", "Caudal No Glaciar"),
col=c("#2748A0","#53D0EC"),seg.len=0.75,merge =TRUE ,cex=0.8, lwd=1.75, bty = "n",
text.font=2,title.col = text.col,y.intersp = 0.15,x.intersp=0.2)
```

```
plot(Mod.y$date1, AreaM, ylim=c(0,2.7), type="l",lwd=2, col="#7EC544",xlab="Años",ylab="Área
[km2]",main="Área del Glaciar")
```

```
#lines(Mod.y$date1, AreaP2,type="l",col="darkgreen", lwd=2)
```

```
legend("topleft", c("Area Modelo"), col=c("#7EC544"),seg.len=1,merge =TRUE ,cex=0.8, lwd=1.75, bty
= "n", text.font=2,title.col = text.col,y.intersp = 0.15,x.intersp=0.2)
```

```
plot(Ndate1,Dat$Precipitacion,type="l",col="#2748A0",xaxt="s",xlab="", las=1,ylab="Precipitacion
[mm]", ylim=c(0,280), lwd=1.85, main="Precipitacion Escenario")
```

```
plot(Ndate1,Dat$Sublimacion,type="l",col="red",xaxt="s",xlab="", las=1,ylab="Sublimacion",
ylim=c(0,600), lwd=1.85, main="Sublimacion Escenario ")
```

```
plot(Ndate1,Dat$Wwind,type="l",col="green",xaxt="s",xlab="", las=1,ylab="[m/s]", ylim=c(0,1),
lwd=1.85, main="Velocidad del Viento Escenario ")
```

```
plot(Ndate1,Dat$RH,type="l",col="brown",xaxt="s",xlab="", las=1,ylab=" %", ylim=c(80,95), lwd=1.85,
main="Humedad Relativa Escenario")
plot(Ndate1,Dat$Temperatura,type="l",col="#53D0EC",xaxt="s",xlab="", las=1,ylab="Grados
centigrados", ylim=c(10,15), lwd=1.85, main="Temperatura Escenario")
```

```
####ANEXOS
```

```
data.frame(Fecha=Ndate1, Caudal=QT )->Model1
data.frame(Fecha=Mod.y$date1, Area= Mod.y$AglA)->Model2
write.table(Model1, file=file.choose(), sep=",", row.names=FALSE)
write.table(Model2, file=file.choose(), sep=",", row.names=FALSE)

write.table(TablaModelo, file=file.choose(), sep=",", row.names=FALSE)
```