

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS CULTURALES DEL LAGO SAN PABLO Y SU DINÁMICA DE CAMBIO FRENTE A LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA

CULTURAL ECOSYSTEM SERVICES OF LAKE SAN PABLO AND THEIR DYNAMICS OF CHANGE IN THE FACE OF CLIMATE VARIABILITY

Recibido: 20/03/2024 - Aceptado: 05/06/2025

Karla Daniela Vásquez Villacreses

Investigadora Independiente
Ecuador

Magister en Investigación en Cambio Climático Sustentabilidad y Desarrollo
Universidad Andina Simón Bolívar

kdvasquezvillacreses@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0000-6748-196X>

Cómo citar este artículo:

Vásquez, K., (Julio – diciembre 2025). Servicios ecosistémicos culturales del lago San Pablo y su dinámica de cambio frente a la variabilidad climática. *Sathiri*, 20 (2), 157 – 174. <https://doi.org/10.32645/13906925.1400>

Resumen

Los ecosistemas acuáticos son extremadamente vulnerables a los efectos del cambio climático, siendo estos humedales los ecosistemas que representan mayores cambios ante estos procesos en los últimos años. El Lago San Pablo es el mayor lago andino y tectónico del Ecuador, en sus alrededores se sitúan varias comunidades que utilizan sus aguas sagradas en actividades espirituales, turísticas, inspirativas, educativas, culturales y estéticas. Los servicios ecosistémicos culturales que brinda el lago están siendo amenazados por el cambio climático, estos servicios son clave en la subsistencia de los conocimientos ancestrales y tradicionales que brindan saberes y técnicas valiosas para todas las comunidades. La presente investigación tuvo como objetivo analizar los efectos de las variaciones climáticas locales en los SEC: espiritual y religioso, recreativo y turístico, estético, inspirativo, educativo, identidad del sitio, herencia cultural del Lago San Pablo, para lo cual se caracterizó los mismos mediante encuestas a 123 pobladores del área de influencia del humedal, donde se conoció que el 74% de la población considera al turismo el SEC más importante, y con un 40% el servicio espiritual y religioso, mediante la elaboración de climogramas a partir del año 2013 se evidencia una disminución en las temperaturas y aumento de precipitaciones, la cartografía realizada identificó que la superficie cubierta de agua entre los años 2000-2020 ha perdido 0.598% de área, la cobertura vegetal aumento en 0.12% y el área sin vegetación aumento en 0.46%. Finalmente, los siete SEC evaluados en el Lago San Pablo en torno al cambio climático son vulnerables a los cambios constantes de precipitación y temperatura reflejados a través de los años.

Palabras clave: Lago San Pablo, servicios ecosistémicos culturales, variación climática, lagos altoandinos

Abstract

Aquatic ecosystems are extremely vulnerable to the effects of climate change, with wetlands being among the ecosystems that have undergone the most significant changes in recent years as a result of these processes. Lake San Pablo, the largest Andean and tectonic lake in Ecuador, is surrounded by several communities that use its sacred waters for spiritual, touristic, inspirational, educational, cultural, and aesthetic activities. The cultural ecosystem services (CES) provided by the lake are increasingly threatened by climate change; these services are key to preserving ancestral and traditional knowledge, which offers valuable techniques for all communities. The objective of this research was to analyze the effects of local climatic variations on the cultural ecosystem services (CES) of Lake San Pablo: spiritual and religious, recreational and tourist, aesthetic, inspirational, educational, site identity, and cultural heritage. These services were characterized through surveys conducted with 123 residents living in the wetland's area of influence. The results showed that 74% of the population considers tourism the most important CES, followed by the spiritual and religious service with 40%. Climographs developed from 2013 onward indicate a decrease in temperatures and an increase in precipitation. Mapping carried out between 2000 and 2020 revealed a 0.598% loss in water surface area, a 0.12% increase in vegetative cover, and a 0.46% increase in non-vegetated areas. Finally, the seven CESs evaluated in Lake San Pablo in terms of climate change are vulnerable to the constant changes in precipitation and temperature showed over the years.

Keywords: San Pablo Lake, cultural ecosystem services, climatic variation, high Andean lakes

Introducción

El cambio climático ocasiona aumentos paulatinos en la temperatura promedio de la superficie de la tierra ocasionando modificaciones en los patrones de precipitación, cambios en la intensidad y frecuencia de eventos climáticos extremos, además del alza en el nivel medio del mar (IPCC 2007). Se estima que, para finales del siglo XXI la temperatura de la superficie terrestre aumentara entre 2.6 y 4.8 °C y el ascenso en el nivel del mar podría ser entre 45 y 82 centímetros, este escenario tendría un mayor efecto sobre todo en altitudes de países como el Ecuador haciendo que las precipitaciones se incrementen y que sean mucho menores en las zonas subtropicales. (IPCC 2013).

La variación que presentan varios de los parámetros climáticos se debe al incremento de la concentración de los gases de efecto invernadero en la atmósfera (García et al. 2011), esto se constata desde el inicio de la revolución industrial en donde el incremento de la temperatura ha sido de un 0.74°C lo que significa que dicho aumento fue de alrededor de un 0.13°C por año (Zavala y Romero 2007), uno de los principales efectos que causa la variación climática es la alteración del ciclo hidrológico (García et al. 2011) la cual modifica el volumen de las descargas de aguas tanto superficiales como subterráneas (Amaya 2014).

De acuerdo con reportes del IPCC, las aguas dulces representan tasas más altas de vulnerabilidad frente al cambio climático y se prevé que la escorrentía superficial disminuya hasta un 30% en latitudes medias y serán incrementadas en 40% en latitudes bajas (IPCC 2007). Los sistemas lenticos como los lagos son vulnerables ante el cambio climático como indica (Bahri et al. 2012), varios autores además coinciden en que los humedales serán los ecosistemas más afectados y con mayor vulnerabilidad frente al cambio climático (Moya et al. 2005; Franco et al. 2013, Valencia y Figueroa 2015).

Los sistemas acuáticos son uno de los entornos más vulnerables ante los efectos del cambio climático, el aumento de las temperaturas puede intensificar la evaporación en lagos y humedales y traer consigo una disminución del hábitat además de cambios en la calidad del agua (Martínez et al. 2012). En los lagos la afectación por la variabilidad climática se evidenciará en la disminución del nivel del agua, desplazamiento y disminución de varias especies endémicas (Seimon et al. 2007).

Los servicios ecosistémicos, y específicamente los servicios culturales de los lagos y lagunas constituyen una de las principales señales de identidad para los pueblos, los paisajes de agua son cada vez más reivindicados y solicitados por la sociedad debido a que se ha incrementado actividades que producen aumento de turismo, ampliación de conocimiento científico, disfrute estético y espiritual, de esta manera muchas zonas, lugares o regiones son protegidos y reconocidos por todos los aportes que brindan, la belleza que inspiran, la espiritualidad que promueven, la identidad cultural que establecen, el conocimiento que representan y los servicios de salud, recreación y turismo que aportan para el bienestar humano (Leiva et al. 2019).

El Lago San Pablo (Imbakucha) es considerado como sagrado por formar parte de la mitología originaria en las fiestas religiosas de la localidad además del patrimonio étnico del pueblo, en varias de las comunidades que se encuentran alrededor de la cuenca se llevan a cabo ceremonias y son indicadores icónicos de la cultura y tradición, este tipo de celebraciones están asociados a estos sitios sagrados, debido a la importancia del agua, es por eso que la permanencia del recurso es importante para dichas comunidades (Hansen 2004).

Los servicios ecosistémicos culturales: espiritual y religioso, recreativo y turístico, estético, inspirativo, educativo, identidad del sitio, herencia cultural que brinda el lago San Pablo están siendo amenazados por el cambio climático y deterioro ambiental que se generan en los territorios, estos servicios son clave en la subsistencia de los conocimientos ancestrales y tradicionales que brindan saberes y técnicas valiosas para todas las comunidades a través de los años (Valverde et al. 2021). Los sitios sagrados como la cuenca del Imbakucha deben ser investigados para su conservación y

protección de la espiritualidad que poseen con los pueblos, además de las características que brinda al paisaje, el conocimiento, ecoturismo, educación y servicios hacia las comunidades (Sarmiento et al. 2008).

La subsistencia de los servicios culturales es clave para fortalecer la permanencia de los conocimientos tradicionales que son generadores de saberes y de técnicas basadas en las tradiciones, además existe una dimensión social que está completamente vinculada con el manejo de los ecosistemas que resulta fundamental para poder responder a los desafíos que se enfrenta en relación con la pérdida de biodiversidad y cambio climático (Minaverri 2021).

Los sitios sagrados de los Andes necesitan ser conservados sobre todo por la conexión de las tradiciones culturales, religiosas, turísticas y espirituales, ya que esto protegerá, estos lugares localizados alrededor de los humedales (Barrow y Pathak 2005). Con esta investigación se conoció cuáles son los servicios ecosistémicos culturales que brinda el Lago San Pablo, además de las opiniones de los habitantes del área urbana y rural del Cantón Otavalo quienes son los beneficiarios directos de la presencia de este lugar sagrado, la investigación fue encaminada en contestar si la variabilidad interanual es un factor que influye o no en los servicios ecosistémicos culturales del Lago San Pablo donde fue necesario:

- Caracterización de los servicios ecosistémicos culturales que provee la cuenca del Lago San Pablo, su evolución, importancia y priorización para la población local en el periodo 2000-2020.
- Identificar los efectos en los servicios ecosistémicos culturales producto de las variaciones climáticas en la cuenca del Lago San Pablo.
- Discutir las potenciales relaciones que existen entre las variaciones climáticas globales y servicios ecosistémicos culturales.

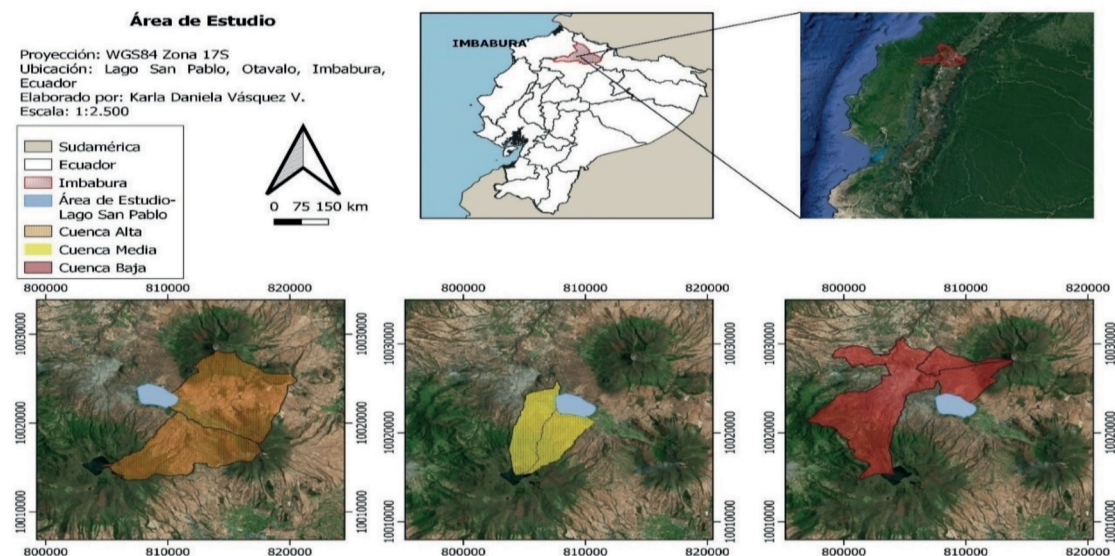
Complementando a los objetivos se planteó la siguiente hipótesis:

En la presente investigación se planteó la hipótesis: La variabilidad climática influye en los servicios ecosistémicos culturales y afectará a la cuenca del del Lago San Pablo, o por el contrario la variabilidad climática no es un factor que afecte en gran magnitud a los servicios ecosistémicos culturales que brinda el lago.

Metodología

Área de estudio.— La investigación fue de tipo estudio de caso realizada en la Provincia de Imbabura, Cantón Otavalo, en las áreas de influencia directa del Lago San Pablo en las parroquias rurales de: González Suárez, San Pablo, San Rafael, Eugenio Espejo, Miguel Egas Cabezas y en las parroquias urbanas de San Luis y El Jordán (Figura 1). La cuenca del Lago San Pablo ocupa una superficie de 173.3 km², ubicado en las laderas andinas que cubren pisos altitudinales que van desde los 2680 msnm hasta los 4621 msnm en donde el Lago San Pablo se encuentra en la parte más baja. Los edificios volcánicos que delimitan a la cuenca son el norte con el Volcán Imbabura a 4621 msnm, al sur Mojanda a 4121 msnm y al este Cusín con una altura de 3990 msnm (IGM 2013).

Figura 1.
Área de Estudio



Materiales y métodos

La investigación consistió en varias fases descritas a continuación:

1.- Fase de campo

Se realizó en las parroquias de la influencia directa del Lago San Pablo en las parroquias rurales de San Pablo, González Suarez, San Rafael, Eugenio Espejo, Dr. Miguel Egas Cabezas y las parroquias urbanas de San Luis y El Jordán en donde posterior a calcular el tamaño de la muestra se efectuó la encuesta a 123 personas en el mes de octubre del 2022, distribuidas de acuerdo con el tamaño de la población y ubicación en toda la cuenca del Lago San Pablo.

Con información basada en el INEC (2010) y el Plan de Ordenamiento Territorial de Imbabura (2019) se conoció la población de los lugares a encuestar, para posteriormente con un margen de error del 5% y el nivel de confianza del 95% se obtuvo el tamaño de la muestra con la siguiente fórmula:

$$M = \frac{Z^2 * (p) * (1-p)}{c^2}$$

En donde:

Z= Nivel de confianza (95% o 99%)

p= .5

c= margen de error (.04 = +-4)

Tabla 1.

Parroquias, áreas identificadas, tamaño de la muestra de las parroquias del área de estudio

Parroquia	Área identificada	Población Total	Tamaño de la muestra
González Suárez	Cuenca Alta	5.630	6
San Pablo	Cuenca Alta	15.124	15
San Rafael	Cuenca Media	5.421	6
Eugenio Espejo	Cuenca Media	7.357	8
Doctor Miguel Egas Cabezas (Peguche)	Cuenca Baja	4.883	5
Otavalo	Cuenca Baja	10.4874	83
TOTAL			123

2.- Fase de estudio de precipitación y temperatura

En la etapa de estudio de precipitación y temperatura se realizó climogramas en el periodo 2000-2020, además con información recolectada en los anuarios del INHAMI para conocer cuál ha sido la variación climática, con el programa estadístico XLSTAT y Excel utilizando las pruebas estadísticas de Mann-Kendall, ANOVA y Desviación estándar se dio respuesta a las hipótesis planteadas midiendo la variabilidad interanual en el periodo estudiado.

3.- Fase de elaboración de cartografía en el área de estudio

Se utilizaron imágenes obtenidas de USGS (United States Geological Survey) registradas con los sensores Landsat 7-ETM Y Landsat 8-OLI/TIRS de los años 2000-2010 y 2020, efectuándose correcciones radiométricas en cada una de ellas, posteriormente en el programa ArcGis se aplicaron 3 índices con las siguientes formulas:

Índice de Diferencia Normalizada de Vegetación (NDVI): Calculando la cantidad de la vegetación de acuerdo con la radiación.

$$NDVI = \frac{NIR-R}{NIR+R}$$

Índice de diferencia normalizada de agua (NDWI): Determina la cantidad de agua que posee la vegetación.

$$NDWI = \frac{NIR-SWIR}{NIR+SWIR}$$

Índice de Diferencia Normalizada de Sequía (NDDI): Compara el índice de vegetación con el índice normalizado de agua para conocer el porcentaje de sequía en el área de estudio.

$$NDDI = \frac{NDVI-NDWI}{NDVI+NDWI}$$

4.- Potenciales relaciones entre las variaciones climáticas y los servicios ecosistémicos culturales

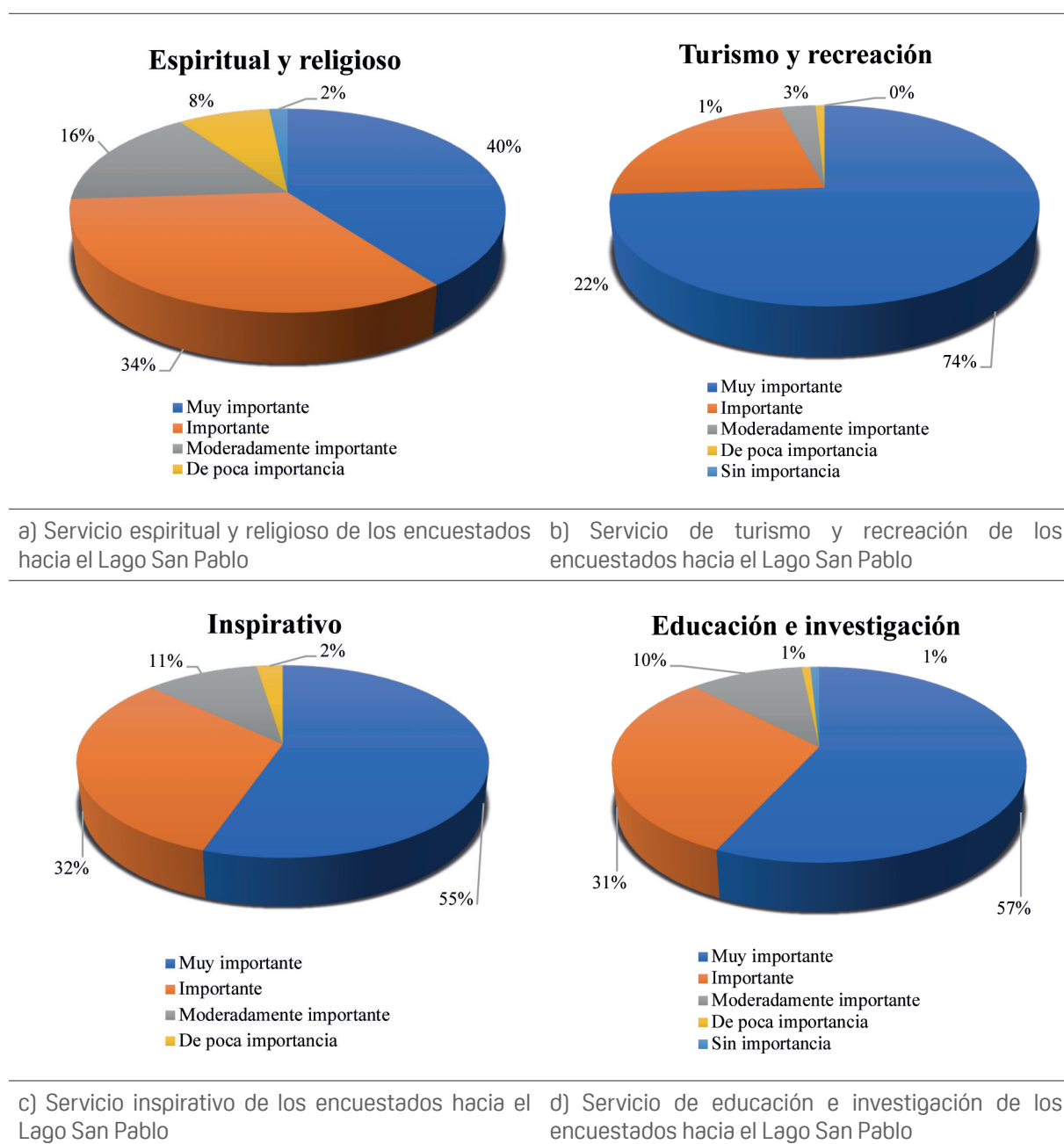
En la última fase del estudio se aplicó un análisis sistemático, en donde se relacionó la información obtenida en las encuestas con bibliografía estudiada para conocer en qué medida las variaciones climáticas afectarían a los SEC del Lago San Pablo.

Resultados y discusión

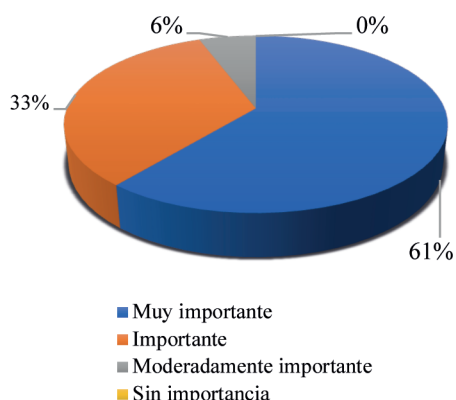
De acuerdo con los resultados obtenidos en las encuestas a 123 personas sobre los servicios ecosistémicos y su importancia en el Lago San Pablo se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 2.

Porcentaje de importancia de los servicios ecosistémicos culturales para la población encuestada

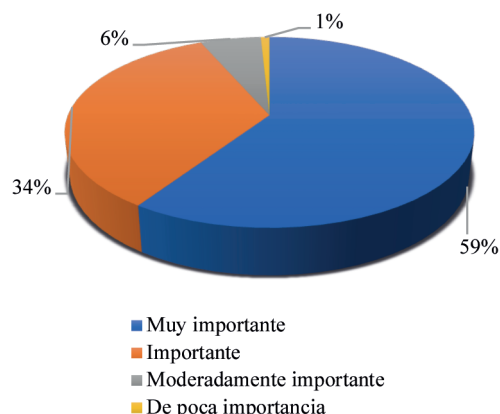


Identidad del sitio



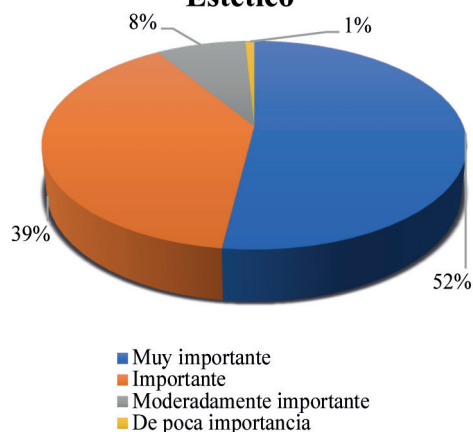
e) Servicio de identidad de los encuestados hacia el Lago San Pablo

Herencia cultural



f) Servicio de herencia cultural de los encuestados hacia el Lago San Pablo

Estético



g) Servicio de estética de los encuestados hacia el Lago San Pablo

El servicio espiritual y religioso de acuerdo con Cotacachi (2002) menciona que tiene mucha relación con el Lago San Pablo debido a que esta conexión sienten los pobladores de sus alrededores con los lugares sobre todo que poseen agua. De la misma manera el turismo y recreación que brinda el lago posee estrechas relaciones entre la comunidad utawalu y los sitios sagrados considerando el 74% de encuestados que el tema de turismo y recreación es muy importante.

De acuerdo con el servicio inspirativo el 55% lo considera muy importante ya que en el lugar se llevan a cabo varias prácticas de conservación además de mantenerse vivos varios conocimientos autóctonos por parte de los ancestros (Cotacachi, 2002). El servicio de educación e investigación considera que el 57% de los encuestados como un servicio muy importante, estos saberes ancestrales son incentivados y enseñados por los Kichwas Otavalo a las nuevas generaciones.

El servicio de identidad del sitio el 61% considera que lo que brinda el Lago San Pablo es muy importante, esta identidad es representada y creada desde la perspectiva basada en rasgos y conocimientos indígenas que consolidan la identidad cultural (Sarmiento et al, 2008). La herencia cultural para el 59% de los encuestados permite conectarse con la cultura del pasado creando bases

sólidas para la conservación de los lugares y saberes ancestrales (Cotacachi 2002). Finalmente, el servicio estético represento para el 52% de los encuestados un servicio muy importante, la estética en lagos es considerada como fuente de inspiración de la poesía y pintura del paisaje en donde el lago es fuente de inspiración para creaciones de poesías, canciones entre otras (Mallarach y Papayannis 2007).

Estudio de Temperatura y Precipitaciones

De acuerdo con el estudio de temperatura y precipitaciones entre el periodo 2000-2020 se obtiene lo siguiente:

Tabla 3.

Estudio de Precipitación y temperatura para el periodo 2000-2020

Año	Temperatura	Precipitación
2000	14,2	1113,10
2001	14,53	533,20
2002	14,9	750,30
2003	15,0	771,00
2004	15,04	660,00
2005	15,1	653,90
2006	14,9	1162,4
2007	14,4	937,4
2008	14,2	1254,2
2009	14,9	841
2010	14,8	987
2011	14,3	1193,2
2012	14,5	736,5
2013	14,7	790
2014	13,87	864,8
2015	13,17	1128,5

2016	13,74	1228,7
2017	13,1	1513,5
2018	12,83	1334,2
2019	12,99	1402,17
2020	13,76	1017,78

Pruebas estadísticas

Con el programa XLSAT se realizó la prueba de tendencia de Mann-Kendall para temperatura y precipitación y conocer la variabilidad de los datos entre los años 2000 al 2020.

H0.- no existen cambios de temperatura ni precipitación.

H1.- existen cambios significativos en la temperatura y precipitación.

Temperatura

Tabla 4.
Estadísticos descriptivos

Variable	Observaciones	Obs. con datos perdidos	Obs. sin datos perdidos	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
14,2	20	0	20	12,830	15,100	14,235	0,744

Tabla 5.
Prueba de tendencia de Mann-Kendall / Prueba bilateral (14,2):

Tau de Kendall	-0,649
S	-122
Var(S)	945,333
valor-p (bilateral)	<0,0001 ***
alfa	0,05

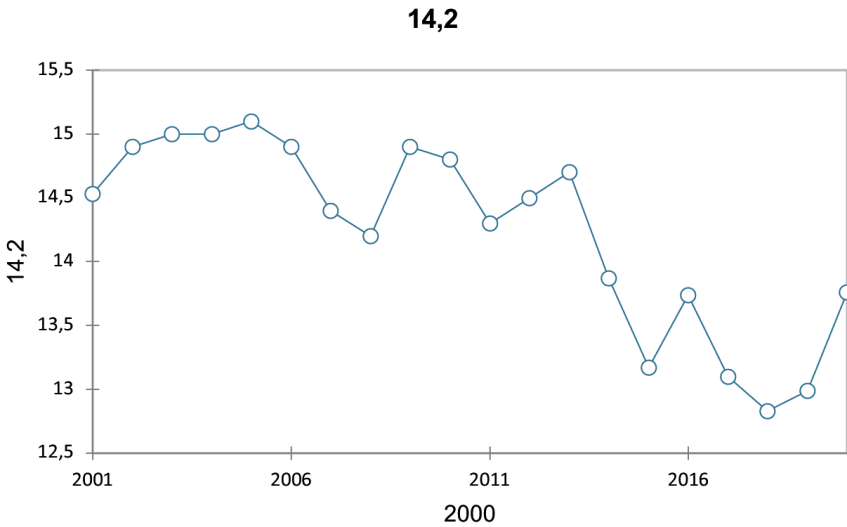
Se ha utilizado una aproximación para calcular el valor-p.

Signification codes: 0 < "****" < 0.001 < "***" < 0.01 < "**" < 0.05 < "." < 0.1 < " " < 1

Tabla 6.
Pendiente de Sen

	Valor	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)
Pendiente	-0,100	-0,143	-0,053
Intercepción	215,320	167,743	258,860

Figura 2.
Prueba de tendencia de Mann Kendall para temperatura periodo 2000-2020



Precipitación

Tabla 7.
Estadísticos descriptivos

Variable	Observaciones	Obs. con datos perdidos	Obs. sin datos perdidos	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
1113,1	20	0	20	533,200	1513,500	974,808	276,526

Tabla 8.

Prueba de tendencia de Mann-Kendall / Prueba bilateral (1113,1):

Tau de Kendall	0,516	
S	98	
Var(S)	950,000	
valor-p (bilateral)	0,002	**
alfa	0,05	

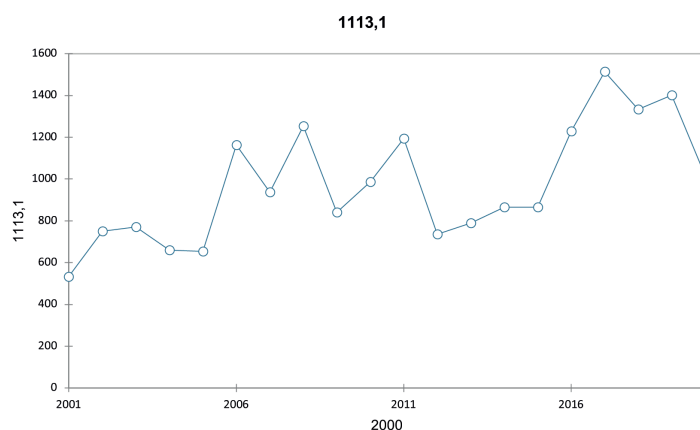
Tabla 9.

Pendiente de Sen:

	Valor	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)
Pendiente	32,142	12,957	49,478
Intercepción	-63614,774	-81052,094	-44396,216

Figura 3.

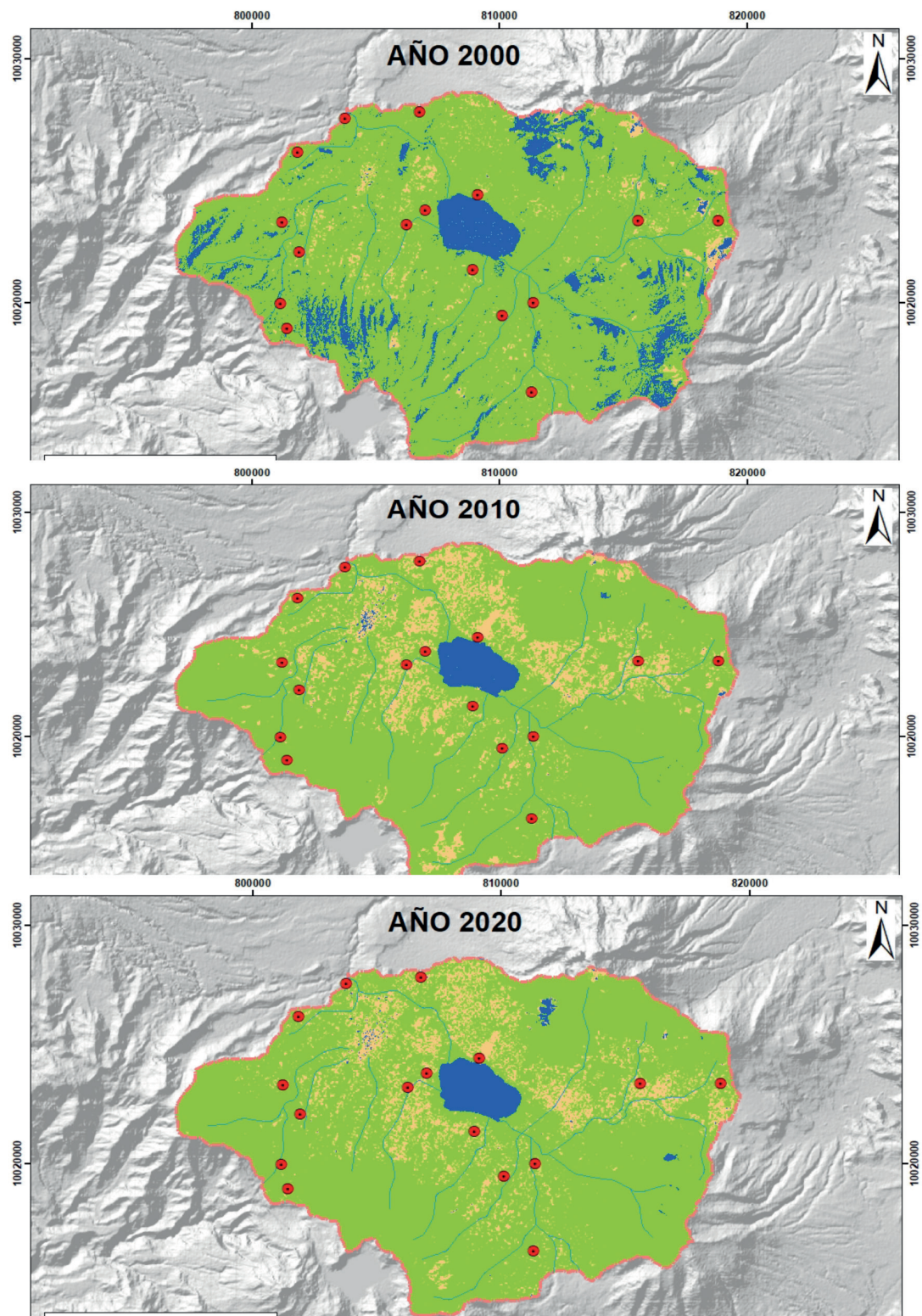
Prueba de tendencia de Mann Kendall para temperatura periodo 2000-2020



De acuerdo a la prueba estadística aplicada se obtiene que tanto en temperatura como precipitación el nivel de significancia $\alpha=0,05$ en donde se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa en la investigación la cual indica que ha existido variabilidad climática entre los 20 años estudiados. Se registra a partir del año 2013 una evidente baja de temperatura y elevación en las precipitaciones, estos cambios drásticos de clima provocan la pérdida en los servicios ecosistémicos culturales, pero además estos datos sirven como indicadores de cambio climático (Hayhoe et al 2007).

Análisis de cambios

Figura 4.
Mapas de sequía para los años 2000-2010-2020



Efectuando un análisis de los periodos antes mencionados se analizaron 3 categorías las cuales indicaron lo siguiente:

Tabla 10.

Categorías de estudio presentes en los mapas de sequía, años 2000-2010-2020

CATEGORÍAS	2000		2010		2020	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Superficie Cubierta de Agua	812.25	3.6	623.21	2.77	676.17	3.002
Cobertura Vegetal	19205.02	85.29	18943.44	84.11	19241.13	85.43
Área sin vegetación	2501.28	11.11	2955.67	13.12	2606.02	11.57

Fuente y elaboración propias con base en los mapas de índice de sequía 2000-2020.

La superficie cubierta de agua entre los años 2000 y 2020 fue de 136.08 ha en porcentaje es 0.598%. La cobertura vegetal fue 36.11 ha un aumento de 0.12%, y el área sin vegetación de 105.74 ha representado en 0.46%, la mayoría de las actividades a la que se dedican los comuneros del Lago San Pablo es la agricultura existiendo una afectación en el año 2007 la cual fue afectada por la sequía. A partir del año 2010 las zonas cubiertas de agua aumentan en extensión por las intensas precipitaciones es por eso por lo que varios de los turismos comunitarios se han visto afectadas por un sinnúmero de inundaciones que han afectado económicamente y a su vez la de los servicios ecosistémicos. (CBCO 2022).

Finalmente, la relación existente entre las variaciones climáticas globales y los servicios ecosistémicos culturales del Lago San Pablo se obtuvo lo siguiente:

Tabla 11.

Discutir las potenciales relaciones que existen entre las variaciones climáticas globales y servicios ecosistémicos culturales

Servicio	Lugares alrededor del lago San Pablo que cuentan con este servicio	Estudio	Autor	Afectación al humedal	Resultados de la población
Espiritual y religioso	Kalluma: espacio ceremonial festivo de Inti Raymi	La sequía y los incendios forestales afectan a los alrededores del Lago San Pablo	El Telégrafo 2019	Sequía por falta de lluvias, incendios forestales en las partes altas que sirven como reservas de agua del lago.	El 4,07% de la población encuestada menciona que la importancia del lago san pablo es de carácter espiritual y religioso.

Recreativo y turístico	Lago San Pablo y los alrededores de los ecoturismos	Inundación en Parque Acuático	CBCO, 2022	Lluvias intensas que en los últimos años han ocasionado inundaciones en turismo comunitarios alrededor del lago.	42,28% de la población menciona que para ellos el lago san pablo posee un significado recreativo y turístico.
Inspirativo	Lago San Pablo y Kallumas		El Telégrafo 2019	Sequía por falta de lluvias, incendios forestales en las partes altas que sirven como reservas de agua del lago.	7,32% de la población menciona que el significado que tiene el lago para ellos es inspirativo
Educativo/ investigación	Allpas, senderos de ecosistema y Lago San Pablo		El Telégrafo 2019 CBCO, 2022	Sequía por falta de lluvias, incendios forestales en las partes altas que sirven como reservas de agua del lago. Lluvias intensas que en los últimos años han ocasionado inundaciones en turismo comunitarios alrededor del lago.	3,25% de la población supo manifestar que el lago san pablo lo consideran para educación e investigación
Identidad del sitio	Bordado en Angla Sombrerería en Angla		El Telégrafo 2019	Sequía por falta de lluvias, incendios forestales en las partes altas que sirven como reservas de agua del lago.	17,89% de la población consideran al lago san pablo como parte de la identidad del sitio tanto para el cantón Otavalo, como para la provincia de Imbabura
Herencia cultural	Lago San Pablo, conocimiento ancestral de la comunidad kichwa otavalo		El Telégrafo 2019	Sequía por falta de lluvias, incendios forestales en las partes altas que sirven como reservas de agua del lago.	12,20% de la población menciona que el Lago San Pablo forma parte de la herencia cultural para otavaleños e imbabureños.
Estética	Lago San Pablo Kalluma: espacio ceremonial festivo de Inti Raymi		El Telégrafo 2019	Sequía por falta de lluvias, incendios forestales en las partes altas que sirven como reservas de agua del lago.	El 13,01% de la población menciona que el lago san pablo es considerado como parte de la estética

Fuente y elaboración propias con base en (Borja, Camacho y Florín, 2012) (Gómez 2020) y (Betancurt et al. 2017)

Conclusiones

Los 7 servicios ecosistémicos culturales fueron caracterización y priorizados de acuerdo a las 123 personas encuestadas determinándose que el 74% considera al turismo y recreación como el mayor servicio cultural que brinda el Lago San Pablo por ser un lugar de descanso y relajación seguido del 61% en identidad del sitio, 59% de herencia cultural, 57% educación e investigación, 55% inspirativo, 52% estético y el 40% el servicio espiritual y religioso.

En base a los datos de precipitación y temperatura para los 20 años de estudio se identifica que entre los años 2000 hasta el 2013 la temperatura fue estable bordeando los 14°C y es a partir del año 2014 que la temperatura disminuye y se encontró entre 12°C y 13°C, en base a las precipitaciones hasta el año 2014 se encontraron en una escala entre 500 mm hasta 800 mm, a partir del año 2015 existe un alza desde los 1000 mm que se ha mantenido hasta el año 2020, siendo la tendencia en el periodo de tiempo estudiado, una mayor cantidad de precipitaciones con disminución en la temperatura.

El análisis sistemático identificó que son varios los efectos del cambio climático en los servicios ecosistémicos culturales, con respecto al turismo y recreación en las variaciones de precipitación y temperatura en los últimos años afectan las actividades de navegación y recreación, la herencia cultural de igual forma estará afectada en caso de inundaciones más frecuentes o sequías ya que los lugares ceremoniales se verán afectados a su vez de los eventos realizados en los alrededores.

Recomendaciones

Ejecutar programas y proyectos de educación y conciencia ambiental en donde el cambio climático sea el punto principal dando a conocer los efectos que el cambio climático tiene hacia los lagos altoandinos de la provincia de Imbabura, conforme los efectos se vayan evidenciando se pueda adoptar práctica sostenible para que las variaciones y las afectaciones que tenga el clima no sean tan severas.

En futuros estudios se recomienda utilizar datos de precipitaciones y temperaturas máximas extremas y mínimas extremas en un periodo mucho más amplio de alrededor de 60 años para conocer como ha sido la variabilidad interanual y conocer los riesgos futuros de los SEC, ecosistemas y como se verá afectada la población.

Referencias

- Bahri, T., De Young, C., Cochrane, K., y Soto, D. (2012). *Consecuencias del cambio climático para la pesca y la acuicultura: visión de conjunto del estado actual de los conocimientos científicos*. FAO.
- Barrow, E., y Pathak, N. (2005). Conserving ‘unprotected’protected areas–communities can and do conserve landscapes of all sorts. *Brown et al., op. cit.*
- Cotacachi, C. (2002). “Etnoecología de Imbakucha”. Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador- Sede Ibarra.
- Cuerpo de Bomberos del Cantón Otavalo. “Inundación en el Parque Acuático”, Cuerpo de Bomberos del Cantón Otavalo, 09 de junio de 2022.
- El Telégrafo. “La sequía y los incendios afectan a la cascada de Peguche”, *El Telégrafo*, 12 de septiembre de 2019. Redacción general.
- Franco Vidal, L., Delgado, J., & Andrade, G. I. (2013). Factores de la vulnerabilidad de los humedales altoandinos de Colombia al cambio climático global. *Cuadernos de geografía: revista colombiana de geografía*, 22(2), 69-85.
- García- Lozano, L, y Llano-Franco, J. (2018). Jurisprudencia constitucional y los derechos culturales de las comunidades étnicas en Colombia. En Jairo Vladimir Llano Franco y Nicole Velasco Cano (Coordinadores). *Globalización Hegemónica y alternativas locales de justicia por las comunidades étnicas*. Bogotá: Editorial Ibáñez y Universidad Libre de Colombia
- Hansen, K. T. (2004). The world in dress: Anthropological perspectives on clothing, fashion, and culture. *Annu. Rev. Anthropol.*, 33, 369-392.
- Hayhoe, K., Wake, CP, Huntington, TG, Luo, L., Schwartz, MD, Sheffield, J. y Wolfe, D. (2007). Cambios pasados y futuros en los indicadores climáticos e hidrológicos en el noreste de Estados Unidos. *Dinámica del clima*, 28, 381-407.
- Instituto Geográfico Militar del Ecuador. (2013). Geoportal IGM. <https://www.geoportaligm.gob.ec/portal/>
- IPCC. 2007. Summary for Policymakers In: Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Wworking Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change . UK.
- IPCC. 2013. Annex III: Glossary. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press
- Mallarach, JM y Papayannis, T. (2007). Áreas protegidas y espiritualidad: Actas del Primer Taller de la iniciativa Delos. ¿?
- Martinez, R., Jørgensen, P. M., y Tiessen, H. (2012). *Cambio climático y biodiversidad en los Andes tropicales* (pp. 235-253). S. K. Herzog (Ed.). MacArthur Foundation
- Minaverry, C. M. (2021). Bosques nativos, servicios ecosistémicos culturales y cambio climático: interrelaciones en el ámbito legal argentino-chileno.

- Moya, B. V., Hernández, A. E., & Borrell, H. E. (2005). Los humedales ante el cambio climático. *Investigaciones Geográficas (Esp)*, (37), 127-132.
- Sarmiento, F. O., Cotacachi, C., & Carter, L. E. (2008). El sagrado Imbakucha: intangibles en la conservación de los paisajes culturales del Ecuador. *Valores culturales y espirituales de los paisajes protegidos*, 125.
- Seimon, TA, Seimon, A., Daszak, P., Halloy, SR, Schloegel, LM, Aguilar, CA, y E Simmons, John (2007). Extensión ascendente del rango de anuros andinos y quitridiomicosis a elevaciones extremas en respuesta a la deglaciación tropical. *Biología del cambio global*, 13 (1), 288-299.
- Valencia Rojas, M. P., y Figueroa Casas, A. (2015). Vulnerabilidad de humedales altoandinos ante procesos de cambio: tendencias del análisis. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 14(26), 29-42.
- Valverde, S., Minaverry, C. M., & Stecher, G. (2021). Examining the “Forest Law” in Los Lagos, Argentina, Through the Lens of Mapuche Organisations. *Journal of Intercultural Studies*, 42(2), 160-176.
- Zavala, J, y Romero, R. (2007). “Cambio climático ¿Qué sigue?”. *¿Cómo ves?* 109: 10-17.