

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA AMBIENTAL**

“INFLUENCIA DE LA PRECIPITACIÓN Y LA
TEMPERATURA SOBRE LA DINAMICA DE LA
COBERTURA GLACIAR DEL NEVADO COLLQUEPUCRO
DURANTE EL PERIODO 1990-2016”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniera Ambiental

Autor:

Allison Brighite Yactayo Llanos

Asesor:

Mg. Leonidas Fernando Contreras Blanco

<https://orcid.org/0000-0002-6459-0412>

Lima - Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	MARGARITA DEL CARMEN CATERIANO CALDERÓN	40529938
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	MARGEO JAVIER CHUMAN LOPEZ	45997406
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	ELIFIO GUSTAVO CASTILLO GOMERO	07594283
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

}

Tabla de contenido

JURADO CALIFICADOR	2
DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
TABLA DE CONTENIDO	4
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	8
RESUMEN	10
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	11
1.1. Realidad problemática	11
1.2. Antecedentes	13
1.3. Bases Teóricas	18
1.4. Justificación	38
1.5. Formulación del problema	39
1.5.1. Problema general	39
1.5.2. Problemas Específicos	39
1.6. Objetivos	40
1.6.1. Objetivo General	40
1.6.2. Objetivos Específicos	40
1.7. Hipótesis	41
1.7.1. Hipótesis General	41
1.7.2. Hipótesis Específicas	41
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	42
2.1. Tipo de Investigación	42
2.2. Población y muestra	42
2.3. Materiales e instrumentos	43
2.4. Procedimientos	43
2.4.1. Obtención de Datos	43
2.4.2. Tratamiento de imágenes satelitales	44
2.4.3. Determinación de cobertura glaciar	44
2.4.4. Determinación de precipitación y temperatura superficial	45
2.6. Aspectos Éticos	48
CAPÍTULO III: RESULTADOS	49

3.1.	Características geográficas, climáticas y ecológicas del nevado Collquepucro	49
3.2.	Cambios superficiales de la cobertura glaciar del nevado Collquepucro	50
2016	3.2.1. Tasa de cambio de la superficie de la cobertura glaciar del nevado Collquepucro 1986-50	
	3.2.2. Tendencia superficial de la cobertura glaciar del nevado Collquepucro 1986-2016	53
	3.2.3. Análisis cartográfico	54
3.3.	Dinámica de la precipitación ambiental superficial en el nevado Collquepucro	56
3.4.	Dinámica de la temperatura ambiental superficial en el nevado Collquepucro	57
3.5.	Correlación de la precipitación, temperatura y la cobertura glaciar del nevado Collquepucro 1986-2016	61
	CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	63
	CAPÍTULO V. CONCLUSIONES	66
	BIBLIOGRAFÍA	67
	ANEXOS	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Imágenes Landsat requeridos, según el periodo de estudio.	44
Tabla 2. Datos temporales de la cobertura glaciaria del nevado Collquepucro	51
Tabla 3. Datos temporales de la precipitación superficial.....	56
Tabla 4. Datos temporales de temperatura superficial.....	58
Tabla 5. Prueba de Normalidad Shapiro wills	61
Tabla 6. Grado de correlación y significancia bilateral	61

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Cálculo para el NDSI	44
Ecuación 2. Tasa de Cambio	45
Ecuación 3. Fórmula para determinar la precipitación media en una superficie terrestre ..	46
Ecuación 4. Fórmula para determinar la temperatura media en una superficie terrestre	46

INDICES DE ANEXOS

Anexo 1. Ficha de Registro de Imágenes Satelitales	81
Anexo 2. Registro de precipitación y temperatura	81
Anexo 3. Registro de la cuantificación de variables.....	82
Anexo 4. Código para extraer los datos de precipitación y temperatura	82
Anexo 5. Matriz de Operacionalización de Variables.....	84

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

SENAMHI: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.

NCYT: Noticias de la Ciencia y la tecnología.

IDEAM: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

MINAGRI: Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego.

ANA: Autoridad Nacional del Agua

INAIGEM: Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistema de Montaña.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de los glaciares en tres grupos de clima en los andes tropicales....	22
Figura 2. Componente de un sistema de Teledetección.....	24
Figura 3. Radiaciones electromagnéticas	25
Figura 4. Plataforma virtual USGS-Estados Unidos.....	26
Figura 5. Imagenes Satelitales	27
Figura 6. Error de bandeado de imagenes Landsat 7	28
Figura 7. Formacion de la cobertura Glaciar	31
Figura 8. zonas de acumulación y de ablación de un nevado	32
Figura 9. Partes de un glaciar	34
Figura 10. Ejemplos de la aplicacion del indice NDSI.....	37
<i>Figura 11.</i> Flujograma de los procedimientos	47
Figura 12. Ubicación espacial del Nevado Collquepucro.....	50
<i>Figura 13.</i> Tasa de cambio anual de la cobertura glaciar del nevado Collquepucro.....	52
<i>Figura 14.</i> Dinámica de la cobertura glaciar del nevado Collquepucro (km ²).....	53
<i>Figura 15.</i> Análisis cartográfico de la cobertura glaciar del nevado Collquepucro.....	55
<i>Figura 16.</i> Dinámica de la precipitación ambiental.....	57

RESUMEN

La pérdida cobertura glaciar provoca cambios en los sistemas hidrológicos, esto influye en la generación de conflictos sociales por la escasez de agua. Estas pérdidas están asociadas a distintos factores, los de mayor relevancia y significancia son los climáticos como la temperatura y la precipitación. La presente investigación tiene como propósito conocer el grado de influencia de la precipitación y la temperatura sobre los cambios de la cobertura glaciar del nevado Collquepucro, la importancia de esta unidad de estudio radica en su función como serva de agua para las cuencas de Mala, Cañete y Mantaro. Para tal propósito, se analizaron las imágenes satelitales de Landsat, el cual permite conocer los cambios superficiales de la cobertura glaciar, asimismo se utilizó los datos climáticos precipitación y temperatura medidos por el SENAMHI. La investigación demuestra que la precipitación influye en los cambios superficiales del glaciar en 8.9 % y la temperatura promedio en un 62.3%, además se evidencia que la cobertura glaciar perdió 51.8% en superficie durante el periodo de análisis (1990-2016). Se concluye que la temperatura es el factor con mayor impacto sobre las coberturas glaciares. Asimismo, la magnitud de pérdida es comparable al derretimiento observado en otros glaciares altoandinos.

PALABRAS CLAVES: Temperatura, precipitación, Cobertura glaciar, teledetección, imágenes satelitales Landsat.

NOTA DE ACCESO

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales.

Bibliografía

- Adler-Golden, S. (2002). Corrección atmosférica de imágenes espectrales: Evaluación del algoritmo FLAASH con datos AVIRIS. *ResearchGate*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/4004904_Atmospheric_correction_of_spectral_imagery_Evaluation_of_the_FLAASH_algorithm_with_AVIRIS_data
- Agresta, A. (2015). *Protocolo Metodológico para análisis de imágenes satelitales*. Costa Rica. Obtenido de http://reddcr.go.cr/sites/default/files/centro-de-documentacion/agresta_et_al._2015.a_-_protocolo_metodol_gico_para_el_an_lisis_de_im_genes_de_sat_lite.pdf
- Aguilar. (2016). *Distribución de incendios y recuperación de matorrales en el noroeste de Baja California*. México: Maestría en Ciencias de la Tierra con orientación Geociencias Ambientales.
- Aguilar-Arias, Mora, Z., & Vargas. (2014). METODOLOGÍA PARA LA CORRECCIÓN ATMOSFÉRICA DE IMÁGENES ASTER, RAPIDEYE, SPOT 2 Y LANDSAT 8 CON EL MÓDULO FLAASH DEL SOFTWARE ENVI. *Revista Geográfica de América Central*, 39-59. Obtenido de <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/6609/6743>
- Aliaga et al. (2015). Efectos de las anomalías climáticas en la cobertura de nieve de los glaciares centrales del Perú. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12816/924>
- Aliaga et al. (2015). Efectos de las anomalías climáticas en la cobertura de nieve de los glaciares centrales del Perú. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12816/924>
- Alva, M., & Meléndez, J. (2009). Aplicación de la teledetección para el análisis multitemporal de la regresión glaciar en la cordillera blanca.
- Alva, M., & Meléndez, J. (2009). Aplicación de la teledetección para el análisis multitemporal de la regresión glaciar en la cordillera blanca.
- Alva, M., & Ramos, R. (2017). Evolución de los glaciares de los nevados Colquepucre, Llongote, Pariacaca, y Ticcla en la cuenca del río Cañete.
- Alva, M., & Ramos, R. (2017). Evolución de los glaciares de los nevados Colquepucre, Llongote, Pariacaca, y Ticcla en la cuenca del río Cañete.
- Alzerreca, H., Prieto, G., Laura, J., Luna, D., & Laguna, S. (2001). *Características y distribución de los bofedales en el ámbito boliviano*. La Paz: Asociación Integral de Ganaderos en Camélidos de los Andes Altos (AIGACAA).

- ANA. (2012). INVENTARIO DE GLACIARES DE LAS CORDILLERAS LA VIUDA / CENTRAL / CHONTA / HUAYTAPALLANA / HUAGORUNCHO. 1-78.
- ANA. (2013). *Elaboración de mapas de Isoyetas para ámbitos políticos, administrativos y unidades hidrográficas*. Lima: Autoridad Nacional del Agua. Obtenido de <https://es.calameo.com/books/001271945f0850843975e>
- ANA. (Julio de 2020). MIDAGRI. Obtenido de <https://www.ana.gob.pe/noticia/peru-perdio-el-51-de-sus-glaciares-debido-al-cambio-climatico#:~:text=El%20Ministerio%20de%20Agricultura%20y,estas%20reservas%20de%20agua%20s%C3%B3lida>.
- ANA. (Julio de 2020). MIDAGRI. Obtenido de <https://www.ana.gob.pe/noticia/peru-perdio-el-51-de-sus-glaciares-debido-al-cambio-climatico#:~:text=El%20Ministerio%20de%20Agricultura%20y,estas%20reservas%20de%20agua%20s%C3%B3lida>.
- Baker et al. (2018). Atlas de glaciares y aguas andinos. UNESCO.
- BCR. (2009). Caracterización del departamento de Junín. Obtenido de <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Sucursales/Huancayo/Junin-Characterizacion.pdf>
- Blanes, J., & De la Quintana, D. (2008). Cambio climático , adaptación y retroceso de glaciares. *REDESMA*, 2. Obtenido de <https://keneamazon.net/Documents/Publications/Virtual-Library/Ecosistemas/29.pdf#page=9>.
- Brenning, A., & Azócar, G. (2010). Minería y glaciares rocosos: impactos ambientales, antecedentes políticos y legales, y perspectivas futuras.
- Calizaya Latasi, Elmer y Mejía Marcacuzco, Jesús.(2018).Modelamiento de la desglaciacion de los nevados de la cuenca del Río Santa y su impacto en los residuos hídricos. Lima : redalyc.org
- Camacho et al. (2017). Cambios de la cobertura /uso del suelo en una porción de la Zona de Transición Mexicana de Montaña. Madera y bosques, 93-112. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/mb/v21n1/v21n1a8.pdf>
- Cantillo, Lesly Jineth García. (2016). "ANÁLISIS MULTITEMPORAL DEL RETROCESO GLACIAR DEL VOLCÁN NEVADO DEL HUILA UBICADO EN LOS DEPARTAMENTOS DEL CAUCA Y HUILA EN LOS AÑOS 1989, 1999, 2002, 2014 y 2016." Bogotá D.C. : s.n., 2016.
- Carelli, J. &. (2016). *Teledetección*. Perú: Obtenido de: <file:///C:/Users/user/Google%20Drive/Bases%20Teoricas/Imagen%20Satelital%20y%20correcciones/2.pdf>.

- Carmona, A. (2019). *Tendencia , validación y generación de caudales usando la data grillada Pisco para las cuencas del Río Biabo*. Lima: UNALM.
- Cavalcanti , K. (2016). Caracterización espacio - temporal de la precipitación en la cuenca alta del río Mantaro durante eventos La Niña.
- Chuvieco , E. (1998). El factor temporal en teledetección: evolución fenomenológica y análisis de cambios. *Revista de teledetección, 10*, 1-9.
- Chuvieco, E. (1995). *Fundamentos de teledetección espacial*. Madrid-España: Editorial Rialp.
- Chuvieco, E. (2002). *Teledetección Ambiental, la observación de la tierra desde el espacio*. Barcelona: ARIEL.
- Cogley, J.G., Hock, R., Rasmussen, L., Arendt, A., Bauder, A., Braithwite, P., . . . Zemp, M. (2011). *Glossary of Glacier Mass Balance and Related terms*. Paris: UNESCO-IHP.
- Colonia, & Torres. (2012). DETERMINACIÓN DEL RETROCESO GLACIAR EN LA MICROCUENCA DE LLANGANUCO, A TRAVÉS DEL ANÁLISIS MULTITEMPORAL EN EL PERIODO 1987-2007. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo., 7-9.
- Comisión Ambiental Regional de Junín. (2014). *Estrategia regional de diversidad biológica y plan de acción de Junín*.
- Correa, A. & Gallardo, Y. (2015). *El cambio climático y sus evidencias en las precipitaciones*. Cuba: Obtenido de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382015000100007.
- Cuartas, E. &. (2020). *Análisis espacio-temporal del SARS-coV-2* . Colombia: Obtenido de: <file:///C:/Users/user/Google%20Drive/Bases%20Teoricas/Analisis%20Temporal/2.pdf>.
- Custodio, M., & Bulege, W. (2020). Cambio climático y retroceso glaciar en la Cordillera Huaytapallana, Perú. *Tecnología y ciencia del agua*.
- Custodio, M., & Bulege, W. (2020). Cambio climático y retroceso glaciar en la Cordillera Huaytapallana, Perú. *Tecnología y ciencia del agua*.
- Delgado, J. & Tenjo, C. (2016). *Aplicaciones de Sentinel-2 a estudios de vegetación y calidad de aguas continentales*. Argentina: Obtenido de: https://www.researchgate.net/publication/311572244_Aplicaciones_de_Sentinel-2_a_estudios_de_vegetacion_y_calidad_de_aguas_continental.
- Díaz et al. (2017). Análisis multi - temporal entre 1975 y 2015 sobre cambios de la cobertura glaciar en los nevados Allin Capac y Chichi Capac ,Perú. *Investigación altoandin*, 265-274.
- Diaz, Renny Daniel. (2017). Análisis multi-temporal entre 1975 y 2015 sobre cambios de la cobertura glaciar en los nevados Allin Capac y Chichi Capac, Perú. *puno : Akut*, 2017.

- Dietrichson, Aleksander. (2019). Métodos Cuantitativos: Prueba de Shapiro-Wilks. Obtenido de <https://bookdown.org/dietrichson/metodos-cuantitativos/test-de-normalidad.html>
- Dioses Cardenas, Alexander. (2017). "Dinámica de la cobertura glaciar del nevado Huascarán y de las lagunas glaciares adyacentes entre 1990 y el 2017 mediante la teledetección" [En línea] 2017. http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/35309/Dioses_CA.pdf?sequence=1
- Dioses Cardenas, Alexander.(2017). "Dinámica de la cobertura glaciar del nevado Huascarán y de las lagunas glaciares adyacentes entre 1990 y el 2017 mediante la teledetección" [En línea] 2017. http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/35309/Dioses_CA.pdf?sequence=1 .
- Dioses, A. (2017). Dinámica de la cobertura glaciar del nevado Huascarán y de las lagunas glaciares adyacentes entre 1990 y el 2017 mediante teledetección.
- Domingo, G.y Agüero, J. (2013). *Sistemas de Información y Ordenamiento Territorial EEA La Rioja*. Chile: Obtenido de: <file:///C:/Users/user/Google%20Drive/Bases%20Teoricas/Software%20QGis/2.pdf>.
- Droppelmann, G. (2018). Pruebas de normalidad. *Actualizaciones medicas MEDS*, 39-45. Obtenido de <https://www.meds.cl/wp-content/uploads/Art-5.-Guillermo-Droppelmann.pdf>
- Eduardo, U. (2015). *El cambio climático y sus efectos en la biodiversidad en América Latina* . EE.UU: Obtenido de: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39855/S1501295_en.pdf?sequence=1.
- Escobar, R. (2016). *Estimación de la biomasa forestal de la sierra San Miguelito por medio de imagenes de satelite*. Mexico: Maestra en Geociencias Aplicadas.
- ESRI. (11 de Mayo de 2016). *ModelBuilder*. Obtenido de ¿Qué es ModelBuilder?: <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/analyze/modelbuilder/what-is-modelbuilder.htm>
- ESRI. (2002). *Qué es ArcGIS*. EE.UU: Obtenido de: <file:///C:/Users/user/Google%20Drive/Bases%20Teoricas/arcgis/2.pdf>.
- ESRI. (24 de Mayo de 2016). *Conjunto de Herramientas de Reclasificar*. Obtenido de Reclasificar: <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/reclassify.htm>
- ESRI. (27 de Mayo de 2016). *Proyectar ráster*. Obtenido de Conjunto de herramientas raster: <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/tools/data-management-toolbox/project-raster.htm>
- Evans, M., & Rosenthal, J. (2004). Probabilidad y estadística: la ciencia de la incertidumbre. España: Reverte S.A.

- Flores, P., Muñoz, L., & Sánchez, T. (2019). Estudio de potencia de pruebas de normalidad usando distribuciones desconocidas con distintos niveles de no normalidad. *Perfiles*, 3-11. Obtenido de <http://ceaa.esPOCH.edu.ec:8080/revista.perfiles/Articulos/Perfiles21Art1.pdf>
- Francou, B., & Pouyaud, B. (2008). Glaciares: ¿Cómo y dónde estudiarlos? *REDESMA*, 9-17.
- Francou, B., Rabatel, A., Soruco, A., Sicart, J., Silvestre, E., Ginot, P., . . . Mendoza, J. (2014). Glaciares de los Andes Tropicales, Víctimas del Cambio Climático. CAN (Comunidad Andina de Naciones), PRAA (Proyecto de Adaptación al Impacto del Retroceso Acelerado de Glaciares en los Andes Tropicales) & IRD (Institut de Recherche Pour Le Developpement).
- Francou, B., Vuille, M., Wagnon, P., Mendoza, J., & Sicart, J. (2003). Tropical climate change recorded by a glacier in the central Andes during the last decades of the twentieth century: Chacaltaya, Bolivia, 16°S. *Journal of Geophysical Research*. Vol. 108.
- Fuentes, J. (2016). *Iniciación a la Meteorología y Climatología*. España: Obtenido de: <https://www.redalyc.org/pdf/3761/376146819013.pdf>.
- GEOESTUDIOS LTDA. (2008). Manual de Glaciología de Chile. Santiago: Dirección General de Aguas.
- Gerardo, B., Priego-Santander, A., Mendoza, M., & Burgos, A. (2009). La cartografía de sistemas naturales como base geográfica para la planeación territorial. Una revisión de la bibliografía. *Research Gate*, 1-73. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/281320384>
- German, I. & Franco, L. (2013). *Factores de la vulnerabilidad de los humedales altoandinos de Colombia al cambio climático global*. Colombia: Obtenido de: [file:///C:/Users/user/Downloads/Dialnet-FactoresDeLaVulnerabilidadDeLosHumedalesAltoandino-4410560%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/Dialnet-FactoresDeLaVulnerabilidadDeLosHumedalesAltoandino-4410560%20(1).pdf).
- Giaccone et al. (2015). Climate variations in a high altitude Alpine basin and their effects on a glacial environment (Italian Western Alps). *Atmósfera*, 117-128.
- Gis & Beers. (2018). Corrección radiométrica de imágenes satélite. Recuperado de <http://www.gisandbeers.com/correccion-radiometrica-imagenes-satelite/>
- Gonzalez, F. (2015). *Manual introductorio ArcGis 10.2*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/50837/>
- Gonzales, J. (2009). *Manual Básico SPSS: Manual de introducción a SPSS*. Chile: Universidad de Talca Centro de Inserción Laboral Programa Jóvenes Profesionales. Obtenido de https://www.fibao.es/media/uploads/manual_basico_spss_universidad_de_talca.pdf

- Guardamino, L., & Drenkhan, F. (2016). Evolución y potencial amenaza de lagunas glaciares en La Cordillera de Vilcabamba (Cusco y Apurímac, Perú) entre 1991-2014).
- Hernández et al. (2020). Sobre el uso adecuado del coeficiente de correlación de Pearson: definición, propiedades y suposiciones. Departamento de Ciencias Sociales y Humanas. Obtenido de: revistaavft.com/images/revistas/2018/avft_5_2018/25sobre_uso_adecuado_coeficiente.pdf
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico: McGrawHill. Obtenido de <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- Hooke, R. (1998). Principles of Glacier Mechanics. Vol. Second Edition. Cambridge.
- Hou, W., Gao, J., Wu, S., & Dai, E. (2015). Interannual Variations in Growing-Season NDVI and Its Correlation with Climate Variables in the Southwestern Karst Region of China. *Remote Sens*, 11105-11124. doi:10.3390/rs70911105
- Iberdrola. (13 de Julio de 2020). Iberdrola. Obtenido de <https://www.iberdrola.com/medio-ambiente/derretimiento-glaciares-causas-efectos-soluciones>
- IDEAM. (2018). La variabilidad climática y el cambio climático en Colombia. Universidad Nacional de Colombia: José Daniel Pabón Caicedo [en línea], pp. 28. Disponible en: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023778/variabilidad.pdf>.
- IDEAM. (2020). IDEAM. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/glaciares>
- IDEAM. (2020). IDEAM. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/glaciares>
- IGN. (2017). *Teledetección*. Madrid - España: Obtenido de: file:///C:/Users/user/Google%20Drive/Bases%20Teoricas/teledeteccion/OBS-Teledeteccion.pdf.
- INAIGEM. (2019). [En línea] NOVIEMBRE de 2019. file:///C:/Users/Usuario/Downloads/2-Texto%20del%20art%C3%ADculo-10-2-10-20191016.pdf.
- INEI. (2018). *Anuario de Estadísticas Ambientales*. Perú: Obtenido de: <https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/archivos/public/docs/anuario-inei-2018.pdf>.
- INRENA. (2007). Evaluación de los Recursos Hídricos en la Cuenca del Río Mala .
- Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico. (2005). teledetección aplicada a geotermia. extraido de: <https://portal.ingemmet.gob.pe/documents/59082/977521/TELEDETECCION-GEOTERMIA.pdf/7acfbf85-d425-49cb-9999-4bb09139c439>

- Javier. A & Carlos E. (2017). *Teledetección*. Argentina: Obtenido de:
file:///C:/Users/user/Google%20Drive/Bases%20Teoricas/teledeteccion/TELEDETECCI%C3%93N.pdf.
- Jiménez, J., Sobrino, J. y Sória, G. (2011). Procesamiento Digital de Imágenes de Satélite. [en Línea]. Recuperado de https://www.uv.es/ucg/CURSO_TD4.pdf
- Jumbo, F. (2015). Delimitación automática de microcuencas utilizando datos SRTM de la NASA. *Scielo*, 81-97. doi:https://issuu.com/unigis_latina/docs/jumbo
- Kaser, G., & Georges, C. (1997). Changes of the equilibrium-line altitude in the tropical Cordillera Blanca, Peru, 1930- 1950, and their spatial variations. *Annals of Glaciology*, 24, 344-349.
- Lajornada. (20 de Enero de 2009). Desaparece el glaciar Quilca de Perú. Obtenido de [https://www.jornada.com.mx/2009/01/20/index.php?section=ciencias&article=a03n1cie#:~:text=Lima%2019%20de%20enero.,de%20Recursos%20Naturales%20\(Inrena\)](https://www.jornada.com.mx/2009/01/20/index.php?section=ciencias&article=a03n1cie#:~:text=Lima%2019%20de%20enero.,de%20Recursos%20Naturales%20(Inrena)).
- Lavanguardia. (Abril de 2019). Cambio climático. Obtenido de <https://www.lavanguardia.com/natural/actualidad/20190408/461469402021/glaciares-zemp-deshielos.html>
- Legarda, L., & Viveros, M. (1996). La importancia de la hidrología en el manejo de cuencas hidrográficas. *Ciencias Agrícolas*, 33-51. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6191602#:~:text=La%20hidrolog%C3%A1Da%20aporta%20los%20elementos,ordenamiento%20de%20las%20cuencas%20hidrogr%C3%A1ficas>.
- Leiva, Jenny Lorena Leiva. (2018). "ANÁLISIS MULTITEMPORAL DEL RETROCESO GLACIAR DE LOS NEVADOS DE COLOMBIA A TRAVÉS DE LA UTILIZACIÓN DE HERRAMIENTAS SIG". Bogotá Colombia : s.n., 2018, Scielo, pág. 11.
- Lizmová, N. (2007). Análisis de mapas como un método de investigación de fenómenos naturales y socioeconómicos. *Luna azul*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/3217/321727226010.pdf>
- Lizmová, N. (2007). Análisis de mapas como un método de investigación de fenómenos naturales y socioeconómicos. *Luna azul*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/3217/321727226010.pdf>
- Lliboutry, L. (1956). *Nieves y glaciares: fundamento de glaciología*. Santiago: Universidad de Chile.
- Londoño-Bonilla, Jhon Makario, & Samsonov, Sergey, & Monterroso-Tobar, Mario Fernando (2018). Estimación del retroceso glaciar en los volcanes Nevado del Ruiz, Tolima y Santa Isabel, Colombia a través de imágenes ópticas y Din-SAR. *Dyna*, 85(206),329-337.[fecha de

- Consulta 20 de Julio de 2022]. ISSN: 0012-7353. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49659032039>
- Lopez, D. &. (2014). *Diplomado de análisis de información Geoespacial*. Perú: Obtenido de:
<file:///C:/Users/user/Google%20Drive/Bases%20Teoricas/Imagen%20Satelital%20y%20correcciones/1.pdf>.
- Lopez, J., Vasquez, V., Gomez, L., & Priego, A. (2010). *Humedales*. Mexico: Gobierno del Estado de Veracruz. Obtenido de <https://cdigital.uv.mx/handle/123456789/9655>
- López, M., & Peña, V. (2013). Tasa anual de cambio de la superficie cubierta por diferentes coberturas. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/suelo-y-tierra>
- López, M., & Peña, V. (2013). Tasa anual de cambio de la superficie cubierta por diferentes coberturas. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/suelo-y-tierra>
- Lopez, T. (2017). *Fundamentos de SIG*. Perú: Obtenido de:
<file:///C:/Users/user/Google%20Drive/Bases%20Teoricas/arcgis/1.pdf>.
- Loro, M. (2012). *Calculo de una cuenca vertiente apartir de un DTM*. Madrid: Universidad Politecnica de Madrid. Obtenido de http://oa.upm.es/19455/1/C%C3%A1lculo_de_cuenca_vertiente_con_ArcGIS._Por_Manuel_Loro_%282012%29._License_Creative_Commons.pdf
- Maldonado, J., Alatorre, L., & Torres, M. (2015). Análisis de las tendencias del NDVI con imágenes satelitales en Cuauhtémoc, Chihuahua (2000-2014). *ResearchGate*, 1-7. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/302510079_Analisis_de_las_tendencias_del_NDVI_con_imagenes_satelitales_en_Cuauhtemoc_Chihuahua_2000-2014
- Maria & Gloria. (2017). *Gestion Sustentables de Bofedales del Salar del Huasca*. Chile: Ontenido de:
file:///C:/Users/user/Google%20Drive/Bases%20Teoricas/Bofedal/Guia_Metodologica_Bofedales.pdf.
- Martín & Rivera. (2018). *Cambio Climatico y Desarrollo Sostenible*. España: Obtenido de:
<https://www.fundacioncarolina.es/wp-content/uploads/2019/06/SEGIB-Informe-La-Ra%CC%81bida-2018-completo.pdf>.
- Martin, Carreño, & Pablo. (2007). Aplicación de imágenes Landsat (tm y etm+) en estudios geoestructurales en el NO del Macizo Ibérico. 47 - 62.
- Mayo, A. (2016). Pérdida de glaciares por cambio climático en Perú. Obtenido de <https://ambiental.net/2016/08/perdida-de-glaciares-por-cambio-climatico-en-peru/>

- Medina, Gilberto y Mejia, Alberto. (2014). Análisis multitemporal y multifractal de la deglaciación de la Cordillera Parón en los Andes de Perú. [En línea] 2014. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162014000100004&lang=es .
- Meier, Wolfgang, y otros.(2018).Frontiers en Ciencias de la tierra, pág. 21.
- MIDAGRI. (2017). Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. Obtenido de <https://www.minagri.gob.pe/portal/42-sector-agrario/recurso-agua/328-glaciares>
- MINAM. (16 de Noviembre de 2017). *GDEM Aster*. Obtenido de Mapa de cobertura de imagen Aster para el Perú: http://geoservidorperu.minam.gob.pe/geoservidor/download_raster.aspx
- MINAM. (2010). *El Perú y el cambio climático*. Perú: Obtenido de: <https://unfccc.int/resource/docs/natc/pernc2s.pdf>.
- MINAM. (2016). *Tercera Comunicación Nacional del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Perú: obtenido de: <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/tercera-comunicacion-nacional-peru-convencion-marco-las-naciones>.
- Mora, Juan Eduardo Gil. s.f.. Retroceso glaciar y cambio climático en los andes peruanos: principales impactos. Cusco : s.n., s.f.
- Moreno G. (1996). Introducción a la metodología de la investigación educativa. 2ª ed. Mexico, Guadalajara: Progreso S.A de C.V. p. p.128
- Muattar et al. (2012). Aplicación del modelo de escorrentía de deshielo (SRM) en cuencas hidrográficas montañosas: una revisión. Ciencias e Ingeniería del Agua, 123-136.
- Muños, P. (2013). *Apuntes de Teledetección: Índices de vegetación*. Chile: Centro de Información de Recursos Naturales.
- Muñoz, D. y Montenegro. (2008). Analisis Multitemporal De Cambios De Uso Del SueloY Coberturas, En La Microcuenca Las Minas, Corregimiento De La Laguna,Municipio De Pasto, Departamento De Nariño Colombia.
- Muray, S. (1993). Remote sensing note. Tokyo, Japan: JARS
- Navarro, S. (2018). *Apuntes de estadísticas con SPSS*. Nicaragua. Obtenido de <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2018/05/estadc3adstica-para-no-estadc3adsticos.pdf>
- NCYT. (Mayo de 2014). El primer inventario completo de todos los glaciares de la Tierra. Obtenido de <https://noticiasdelaciencia.com/art/10321/el-primer-inventario-completo-de-todos-los-glaciares-de-la-tierra>

- Nina, J. (2015). *Cambios de la cobertura del suelo en la reserva nacional salinas y aguada blanca Arequipa, Moquegua - Perú, en relación a la variación de la temperatura y precipitación durante el periodo 1986-2010*. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/517>
- Olivo, A. (2017). *Clasificación de la vegetación del karst de Sierra de las Nieves utilizando imágenes Landsat*. Madrid: Universidad Politecnica de Madrid.
- Paredes et al. (2020). Efectos del cambio climático sobre los glaciares del complejo volcánico nevados de Chillán. *Revista Geográfica de Chile*.
- Paz, A. (Febrero de 2019). MONGABAY. Obtenido de <https://es.mongabay.com/2019/02/glaciares-andinos-se-derriten-rapidamente/>
- Peguro, C. (2016). *Sensores remotos y aplicaciones en teledetección*. Perú: SAMBA
- Pizarro, R., Ramirez, C., & Flores, J. (2003). Análisis comparativo de cinco métodos para la estimación de precipitaciones areales anuales en períodos extremos. *SciELO*. doi:10.4067/S0717-92002003000300003
- Prado, J. (2017). *Dinámica de cobertura vegetal debido al cambio de uso del suelo, a través del análisis multitemporal de imágenes satelitales del distrito de Yurimaguas, 2017*. Lima: Universidad Cesar Vallejo.
- Quispe, M. (2019). *Deforestacion en el distrito de Luyando periodo 2001-2011 y 2011-2018*. Tingo Maria: Universidad Nacional Agraria de la Selva. Obtenido de <https://portal.unas.edu.pe/sites/default/files/epirnr/DEFORESTACI%C3%93N%20EN%20EL%20DISTRITO%20DE%20LUYANDO%2C%20PERIODO%202001-2011%20Y%202011-2018.pdf>
- R.G.C. (1956). *"L. Lliboutry, Nieves y glaciares de Chile*. Santiago de Chile: Universidad Nacional de Cuyo.
- Rabatel, A., Bermejo, A., Loarte, E., Soruco, A., Gomez, J., Leonardini, G., . . . Sicart, J. (2012). Can the snowline be used as an indicator of the equilibrium line and mass balance for glaciers in the outer tropics? *Journal of Glaciology*, 58, 1027-1036.
- Rebollar, A., & Campos, W. (2015). Correlación entre Actividades de Interacción Social Registradas con Nuevas Tecnologías y el grado de Aislamiento Social en los Adultos Mayores. *Revista mexicana de ingeniería biomédica*. doi:<https://doi.org/10.17488/RMIB.36.3.4>
- Restrepo, L., & González, J. (2007). De Pearson a Spearman. *revista colombiana de ciencias pecuarias*, 1-11. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/2950/295023034010.pdf>
- Richards, J. & Jia, X. (2006). *Remote Sensing Digital Image Analysis*. Berlin, Germany: Springer

- Rivas-Tovar, L. (2016). *Capítulo 8. Tipos de hipótesis o preguntas de investigación*. Instituto Politécnico Nacional. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/299820295_Capitulo_8_Tipos_de_hipotesis_o_preguntas_de_investigacion
- Rivera Mantilla, H. (2011). *Geología General*. Lima: Megabyte S.A.C
- Rodriguez, E. (2019). *Manual de prácticas de laboratorio para el procesamiento de imágenes de satélite*. Mexico: Universidad Nacional Autónoma de México. Obtenido de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/16682/Materia%20Did%C3%A1ctico.pdf?sequence=3>
- Rodríguez, J., & Rubianes, B. (2019). *Variación temporal 2007-2019 del área florística para la identificación de factores de fragilidad en el ecosistema de las Lomas de Carabayllo - 2019*. Lima: Universidad Cesar Vallejo.
- Romero-Saldaña, M. (2016). Pruebas de bondad de ajuste a una distribución normal. *Revista Enfermería del Trabajo*, 35-45.
- Rosa, M. (2019). *Humedales y Cambio Climático*. Perú.
- Sabins, F. (1978). *Sensoramiento Remoto: Principios e Interpretación*. (3aEd). Freeman.Oceanografía & ingeniería.
- Sagredo, E., & Lowell, T. (2012). Climatology of Andean glaciers: A framework to understand glacierresponse to climate change. *Global and Planetary Change*. Vol.86, 101-109.
- Santillán et al. (Lunes de Junio de 2020). OpenEdition books. Obtenido de <https://books.openedition.org/irdeditions/19832?lang=es>
- Santillán et al. (Lunes de Junio de 2020). OpenEdition books. Obtenido de <https://books.openedition.org/irdeditions/19832?lang=es>
- Schauwecker et al. (2019). *El futuro del clima y de los glaciares en el Perú*. CARE Perú. Obtenido de <https://www.proyectoglaciares.pe/wp-content/uploads/2018/05/Informe-Futuro-del-Clima-y-de-los-Glaciares-en-el-Peru.pdf>
- SEMARNAT. (2012). *Los humedales en México: Oportunidades para la sociedad*. Mexico: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- SENAMHI. (05 de Agosto de 2017). SENAMHI. Obtenido de Sistema de Observación de Inundaciones Potenciales del Senamhi (SONICS) - (Producto Experimental): <https://www.senamhi.gob.pe/?p=observacion-de-inundaciones>
- SENAMHI. (2013). *Caracterización hidroclimática de la cuenca del río Chicama*. Cajamarca: Dirección General de Cajamarca. Obtenido de

<http://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/SENAMHI/Caracterizacion%20hidroclimatica,%20Cuenca%20Rio%20Chicama.pdf>

Senamhi. (2017). Uso del producto grillado Pisco de precipitación en estudios , investigaciones y sistemas operacionales de monitoreo y pronóstico hidrometeorológico. Obtenido de <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01402SENA-8.pdf>

Senamhi. (2017). Uso del producto grillado Pisco de precipitación en estudios , investigaciones y sistemas operacionales de monitoreo y pronóstico hidrometeorológico. Obtenido de <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01402SENA-8.pdf>

SENAMHI. (2019). *Orientación para el análisis del clima y determinación de los peligros asociados al cambio climático*. Lima: Nota Técnica N° 001-2019/SENAMHI/DMA . Obtenido de <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01402SENA-12.pdf>

Serrano, M. (2018). Impacto del cambio climático en el retroceso glaciar de la subcuenca del Río Sahuanay , Provincia de Abancay en el 2017.

Servicio Geológico de los Estados Unidos USGS. (2013). Misiones Landsat. Recuperado de: <https://www.usgs.gov/land-resources/nli/landsat>.

Siabato, W. (2017). *Sobre la evolución de la información geográfica: Sobre la evolución de la información geográfica*. Colombia: Obtenido de: <file:///C:/Users/user/Google%20Drive/Bases%20Teoricas/Analisis%20Temporal/1.pdf>.

Silva, A.B, y otros. (2020). Spatial and temporal analysis of changes in the glaciers of the Antarctic Peninsula. 2020, *Global and Planetary Change*, Vol. 184, pág. 103.

Software y Soluciones de Analítica. (2015). Análisis estadístico: Definición de análisis estadístico. Obtenido de: https://www.sas.com/es_pe/insights/analytics/statistical-analysis.html#:~:text=Definici%C3%B3n%20de%20an%C3%A1lisis%20estad%C3%ADstico&text=Es%20la%20ciencia%20de%20recopilar,descubrir%20patrones%20y%20tendencias%20impl%C3%ADcitos.

Suárez, Jeimy Carolina Peña. (2015). “Análisis multitemporal del retroceso glaciar de la sierra nevada del cocuy ubicada en los departamentos de boyacá y arauca entre los años 1992, 2003 y 2014”. Bogotá

Tarbutck, E., & Lutgens, F. (2005). *Ciencias de la tierra. Una introducción a la geología física*. Pearson Educación.

Tobar et al. (2016). Estimación del retroceso glaciar en el parque nacional natural de los nevados a través del uso de imágenes ópticas e interferometría diferencial -dinsar-. (2010-2015). MANIZALES COLOMBIA

- Tordocillo, J. (2011). Estimación del retroceso y flujo glaciar por teledetección del Nevado Champará. UNAC. Obtenido de <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/UNAC/149>
- Torres, H. (2019). Influencia de los parámetros climáticos en las fluctuaciones frontales y areales de los glaciares tropicales. Estudio de caso :Cordillera Real La Paz.
- Torres, H. (2019). Influencia de los parámetros climáticos en las fluctuaciones frontales y areales de los glaciares tropicales. Estudio de caso :Cordillera Real La Paz.
- Trujillo, R. (2019). *Respuesta del índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) a la actividad antrópica, variabilidad climática y ambiental en bosque de encino*. Mexico: Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica. Obtenido de <https://repositorio.ipicyt.edu.mx/bitstream/handle/11627/5006/TMIPICYTT7R42019.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
- Úbeda, J. (2013). Cronologías Glaciales del sector NE del Nevado Coropuna (Perú): Implicaciones Geomorfológicas y Paleoclimáticas. Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles. 62.
- Unai, A. (2016). Evolución del Balance de Masas y Retroceso Glaciar en el Nevado Artesonraju (Cordillera Blanca, Perú).
- UNESCO. (2006). *Guía metodológica para la elaboración del mapa de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas de América Latina y El Caribe*. Uruguay: UNESCO. Obtenido de https://unesdoc.unesco.org/in/documentViewer.xhtml?v=2.1.196&id=p::usmarcdef_0000228113&file=/in/rest/annotationSVC/DownloadWatermarkedAttachment/attach_import_b77e8f33-e7fe-4cd2-9e1f-0822557c1bd6%3F_%3D228113spa.pdf&locale=es&multi=true&ark=/ark:/48223/p
- Uribe, E. (2015). *El cambio climático y sus efectos en la biodiversidad en América Latina*. México: Obtenido de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39855/S1501295_en.pdf?sequence=1.
- USGSS. (17 de Octubre de 2000). USGSS. Obtenido de Explorador de Tierra: <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- Valdiviezo, A. (2019). *Manejo del software QGIS para gestionar datos de redes de distribución de agua en a Urb. Miraflores*. Perú: Obtenido de <file:///C:/Users/user/Google%20Drive/Bases%20Teoricas/Software%20QGis/1.pdf>.
- Vargas, P. (2009). *El Cambio Climático y Sus Efectos en el Perú*. Perú: Obtenido de <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Documentos-de-Trabajo/2009/Documento-de-Trabajo-14-2009.pdf>.

- Veettil, B., Ruiz, S., Shanshan, W., Valente, P., Bica, A., Becerra, A., . . . Simoes, J. (2016). Un análisis comparativo del retroceso glaciar en los Andes Tropicales usando teledetección. *Investig. Geogr. Chile*. 51, 3-36.
- Villar, Lucia. (2019). "Efectos De La Variabilidad Climática (Temperatura Y Precipitación) En La Seguridad Alimentaria En Acomayo - Cusco". [en línea], pp. 8. Disponible: en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3866/villar-bernalucia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vuille, M. (2013). *El Cambio Climático y los Recursos Hídricos en los Andes Tropicales* .
- Wang et al. (2016). Un análisis comparativo del retroceso glaciar en los Andes Tropicales usando teledetección.
- WWF. (Abril de 2019). WWF. Obtenido de <https://www.worldwildlife.org/descubre-wwf/historias/porque-se-estan-derritiendo-los-glaciares-y-el-hielo-marino>
- Yang et al. (2016). Impactos del cambio climático reciente en la hidrología en la región de origen de la cuenca del río Amarillo. *EL Sevier*, 66-81.
- Yap Arevalo, Aderly Andres. (2015). Análisis multitemporal de glaciares y lagunas glaciares en la Cordillera Blanca e identificación de potenciales amenazas GLOF. [En línea] 2015. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/PUCP_fef8fe39c0a64dd8208b8e11c241cc95 .
- Yap, A. (2015). Análisis multitemporal de glaciares y lagunas , glaciares en la cordillera blanca e identificación de potenciales amenazas GLOFs.
- Zazulie, N. (2016). Estudio de los distintos factores que afectaron la evolución de los glaciares en los Andes centrales del Sur y sus proyecciones ante posibles escenarios de cambio climático.
- Zeballos, Gabriel, y otros. (2014). Scielo. Scielo. [En línea] 2014. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1605-25282014000300003&lang=es .
- Zemp, M. (Abril de 2019). National Geographic España. Obtenido de https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/glaciares-han-perdido-96-billones-toneladas-hielo-50-anos_14140
- Zemp, M. (Abril de 2019). National Geographic España. Obtenido de https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/glaciares-han-perdido-96-billones-toneladas-hielo-50-anos_14140
- Zimmermann et al. (2015). Modelos de estudio en investigación aplicada : conceptos y criterios para el diseño.