



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Evaluación de la regresión glaciar de los nevados Salkantay y
Veronica mediante el análisis multi-temporal entre los años 1990-
2020, Cusco**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Follanos Molero, Alexandra (ORCID: 0000-0003-4138-1121)

Sarmientos Fuentes, Joaquín Alejandro (ORCID: 0000-0003-2891-5256)

ASESOR:

Mg. Sc. Pillpa Aliaga, Freddy (ORCID: 0000-0002-8312-6973)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión de Riesgo y Adaptación al Cambio Climático

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria

Dedicamos este trabajo de investigación; En primer lugar, a Dios por habernos dado sabiduría y poder seguir el camino adecuado para lograr nuestras metas; En segundo lugar, a nuestros padres por brindarnos el apoyo moral, emocional y económico, poder así nosotros llegar a concluir esta etapa de nuestras vidas académicas.

Agradecimiento

Queremos agradecer a la Universidad Cesar Vallejo, directivos por darnos una oportunidad de graduarnos en esta casa de estudios, de manera especial a mi asesor de tesis, por habernos guiado en la elaboración de nuestro trabajo de investigación y habernos brindado el apoyo para desarrollarnos profesionalmente y seguir adelante.

Seguidamente agradecer a nuestros padres, familiares y amigos que estuvieron compartiendo con nosotros todo el proceso formativo que hemos logrado durante todos estos años.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	
13 3.1. Tipo y diseño de Investigación	
3.2. Variables operacionalización:	13
3.3. Población, muestra y muestreo	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	15
3.5. Procedimiento.....	16
3.6. Método de análisis de datos.	21
3.7. Aspectos éticos.	21
IV. RESULTADOS	22
V. DISCUSIÓN	24
VI. CONCLUSIONES	44
VII. RECOMENDACIONES	45
REFERENCIAS	46
ANEXOS	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Características del Satélite Landsat 5.....	11
Tabla 2: Características del Satélite Landsat 8.....	12
Tabla 3: Matriz de Operacionalización de variables	14
Tabla 4: Área del retroceso glaciar	22
Tabla 5: Retroceso Glaciar de los Nevados en porcentaje	25
Tabla 6: Temperatura de los años estudiados.....	27
Tabla 7: Geomorfología del Nevado la Verónica	40
Tabla 8: Geomorfología del Nevado la Verónica	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Fundamentos de la teledetección	10
Figura 2: Diagrama de flujo del proceso de investigación	17
Figura 3: Descarga de imágenes satelitales.....	18
Figura 4: Delimitación de área de estudio	19
Figura 5: Calculadora raster.....	19
Figura 6: Reclasificación	20
Figura 7: Pixeles de los nevados.....	20
Figura 8: Polígonos de los nevados.	21
Figura 9: Retroceso glaciar del nevado Salkantay	23
Figura 10: Retroceso glaciar del nevado la Verónica	24
Figura 11: Retroceso Glaciar de los Nevados en porcentaje	25
Figura 12: Retroceso Glaciar de los Nevados en porcentaje	26
Figura 13: Nevado Verónica año 1990.....	28
Figura 14: Nevado Verónica año 1997.....	29
Figura 15: Nevado Verónica año 2004.....	30
Figura 16: Nevado Verónica año 2011	31
Figura 17: Diagrama de flujo del tipo de investigación	32
Figura 18: Nevado Salkantay año 1990	33
Figura 19: Nevado Salkantay año 1997	34
Figura 20: Nevado Salkantay año 2004	35
Figura 21: Nevado Salkantay año 2011	36
Figura 22: Nevado Salkantay año 2018	37
Figura 23: Superposición del nevado Salkantay.	38
Figura 24: Superposición del nevado la Verónica	39

RESUMEN

En este trabajo de investigación el objetivo principal ha sido determinar el área del retroceso glaciar en los nevados Verónica y Salkantay entre los años 1990-2020 mediante el análisis multitemporal-Cusco. Donde se empleó una metodología de investigación de método no experimental, descriptivo, longitudinal y comparativo. Asimismo, la muestra es toda el área glaciar que comprenden los nevados La Verónica y Salkantay.

Se utilizó imágenes satelitales del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) de los años 1990, 1997, 2004, 2011 y 2020 para poder elaborar los mapas temáticos a través del programa de ArcGIS 10.6.

Se concluye que los nevados presentaron un retroceso glaciar significativamente alto en un lapso de tiempo de 30 años (1990-2020) donde se pudo comprobar que en el nevado Salkantay se perdió 1691.65ha (16.9165 km²) de área glaciar y en el nevado Verónica 1851.47ha (18.5147 km²), por tanto es significativo el cambio de ambos nevados, con el cambio de clima que se dan con frecuencia en estos últimos años se espera que siga exponencialmente el retroceso glaciar el cual tendrá muchas consecuencias negativas para todo ser vivo en la cuenca de influencia de dichos nevados.

Palabras clave: Retroceso glaciar, análisis multi-temporal, Cambio climático.

ABSTRACT

In this research work, the main objective has been to determine the area of glacial retreat in the Veronica and Salkantay mountains between 1990 and 2020 by means of multi-temporal-Cusco analysis. A non-experimental, descriptive, longitudinal and comparative research methodology was used. Likewise, the sample is the whole glacial area comprised by the Veronica and Salkantay snow-capped mountains.

Satellite images from the United States Geological Survey (USGS) from 1990, 1997, 2004, 2011 and 2020 were used to produce the thematic maps through the ArcGIS 10.6 program.

It was concluded that the snowy peaks presented a significantly high glacial retreat in a 30-year period (1990-2020) where it was possible to verify that 1691.65ha (16,9165 km²) of glacial area was lost in Salkantay and 1851.47ha (18) in Veronica. Therefore, the change in both snow-capped mountains is significant, and with the climate change that has occurred frequently in recent years, it is expected that the glacial retreat will continue exponentially, which will have many negative consequences for all living beings in the basin of influence of these snow-capped mountains.

Keywords: glacier retreat, multi-temporal analysis, climate change.

I. INTRODUCCIÓN

El retroceso de los glaciares en el mundo se debe al incremento de la temperatura ambiente que es por el cambio climático; sin embargo, el calentamiento global, ha ido incremento por la actividad humana, ocasionando el retroceso de los glaciares asimismo tendrán impactos negativos sobre la población ya que depende del recurso hídrico. Olvera, (2019)

Aproximadamente en el territorio peruano se localizan el 77% de los glaciares tropicales del mundo, que alimenta gran parte de los ríos costeros, ríos andinos y amazónicos, cuyas aguas son utilizadas por el 85% de la población peruana. Por esta razón el Perú sería uno de los países más afectados con el cambio climático y el incremento de la temperatura, causantes de la desglaciación. Gil Mora, (2012)

En el Perú, las cordilleras son vulnerables al retroceso glaciar, donde sus capas de hielo han ido disminuyendo al pasar de los años, la autoridad Nacional del Agua (ANA), aseguro que afectará a las poblaciones futuras. El aumento de temperatura del planeta ha ido incrementando asimismo viene acelerando el retroceso glaciar de los nevados. A este ritmo del proceso de retracción que estamos viviendo, sabemos que el retroceso glaciar en los siguientes años será mayor en porcentaje. Mayo,(2016)

Según ANA, (2020), el Perú perdió el 51% de su superficie glaciar, en los últimos 50 años, esto se debe al incremento de temperatura que es el cambio climático en estas reservas de agua sólida. Donde el Perú cuenta con 18 cordilleras de nevados: Blanca, Huallanca, Huayhuash, Raura, Huagoruncho, La Viuda, Central, Huaytapallana, Chonta, Ampato, Urubamba, Vilcabamba, Huanzo, Chila, La Raya, Vilcanota, Carabaya y Apolobamba; sin embargo, en los registro anteriores da a conocer que existencia de 20 cordilleras. Es por ello que debemos de tomar conciencia sobre el estado actual de los nevados Veronica y Salkantay ya que estos son parte de una fuente importante de reserva de agua para toda la población que se encuentra en sectores aledaños a dichos nevados.

En el Perú en la cordillera del Carabaya la superficie glaciar del AllinCapac y Chichi Capac en 1975 era de 52.3 km², donde perdió un área de 33.5 km² en

1985, a 24.9 km² en 1995, a 20.1 km² en el 2005 y a 16.9 km² para el año 2015, donde perdió un total 35.6 km² de área glaciar, que equivale a una pérdida del 67% en 40 años (17% por década), donde se estimó una tasa de pérdida de glaciar de 0.89 km²/año aproximadamente. Que el porcentaje máximo de pérdida, se produjo durante los años 1985 y 1995, el cual es congruente con una mayor presencia de eventos. Diaz et al , (2017)

Respecto al contexto local de los glaciares de la cordillera de Urubamba presentan 117 glaciares y una superficie total de 26,39 km², donde el cambio de la superficie glaciar del año 2009 con relación a la cobertura obtenida parcialmente en el año 1970. Se ha perdido el 25,59 km² (61,69%) en base a la cobertura de 1970, inventariada parcialmente con 41,48 km² AUTORIDAD NACIONAL DE AGUA, (2014). Se entiende que hay una existencia notable de un buen número de glaciares los cuales de acuerdo a los estudios y análisis se pudo comprobar la pérdida de estas coberturas, durante el año 2009 se pudo observar que la cobertura que se consiguió en el año 1970 mostró una pérdida de 25,59km esto indica que estas coberturas están en descenso por todos los cambios que se suscitan en el clima, el clima muestra cambios radicales fuera de sí por las actividades y daños que ocasiona el ser humano

Los glaciares desempeñan una función importante en la hidrología, en especial en las regiones áridas o semiáridas. Dada su capacidad para almacenar agua durante los periodos más frío y liberarla en forma de agua de deshielo durante la estación seca, actúa como reserva para la población y los ecosistemas. Synnove,(2019)

Se justifica por la preocupación que genera actualmente la pérdida acelerada de los cuerpos glaciares de los andes centrales en los últimos años, por lo cual planteó este tema de investigación para determinar el área del retroceso glaciar en los nevados Verónica y Salkantay entre los años 1990-2020 utilizando el análisis multitemporal, donde nos servirá para tomar mejores decisiones que tengan que ver con la disponibilidad de agua para el consumo humano, a que los ríos provenientes de los andes son la mayor fuente de agua para dichas poblaciones y que se adopten estrategias de adaptación y mitigación de los cambios que se podrían generar al disminuir o desaparecer los glaciares.

Sobre la base de la realidad problemática presentada se planteó. El problema general de la investigación fue ¿Cuánto de área glaciar se perdió en los nevados Verónica y Salkantay entre los años 1990-2020? Los problemas específicos de la investigación fueron las siguientes:

- **PE1:** ¿Cuáles son los cambios geomorfológicos del nevado La Verónica?
- **PE2:** ¿Cuales son cambios geomorfológicos del nevado Salkantay?
- **PE3:** ¿Cuál es el porcentaje de la pérdida de área glaciar de los nevados Verónica y Salkantay?

El objetivo general fue Determinar el área del retroceso glaciar en los nevados Verónica y Salkantay entre los años 1990-2020 utilizando el análisis multitemporal, Cusco. Los objetivos específicos fueron los siguientes:

- **OE1:** Analizar los cambios en la geomorfología del nevado la Verónica.
- **OE2:** Analizar los cambios en la geomorfología del nevado Salkantay.
- **OE3:** Determinar el porcentaje de pérdida del área glaciar de los nevados la Verónica y Salkantay.

La hipótesis general fue: La aplicación del análisis multitemporal en el programa de ArcGIS sobre los nevado Salkantay y la Verónica permite cuantificar el área de la pérdida de nevados desde 1990 al 2020. Las hipótesis específicas fueron las siguientes:

- **HE1:** Con el actual calentamiento global y teniendo en cuenta otros factores se alteró la geomorfología existente del nevado Verónica.
- **HE2:** Con el actual calentamiento global y teniendo en cuenta otros factores se alteró la geomorfología existente del nevado Salkantay.
- **HE3:** La aplicación del análisis multitemporal permite cuantificar la cobertura glaciar de los nevados Sakantay y la Verónica entre 1990 al 2020.

II. MARCO TEÓRICO

Este capítulo recoge el análisis de investigaciones que se han desarrollado tanto a nivel Nacional como Internacional, respecto a la evaluación de la regresión glaciaria de los nevados mediante el uso del análisis multitemporal, además de la importancia de los nevados. Describe diversas herramientas e instrumentos aplicadas por los investigadores para el recojo de información, así como metodologías para la absolución de la problemática. Además, colecta las principales teorías que coadyuvarán al mejor entendimiento de la investigación.

Díaz *et al*, (2017) realizaron un estudio y el análisis del comportamiento glaciario del volcán nevado de Cotopaxi entre los años 1998, 2007 y 2016 para determinar la pérdida de la cobertura glaciaria, donde utilizaron el método de la clasificación supervisada utilizando el programa del ArcGIS e imágenes satelitales, teniendo como resultado el área de la pérdida de la cobertura glaciaria del volcán nevado Cotopaxi contaba con un área aproximada de 28 de km² de glaciaria hacia el año de 1998, asimismo en el año 2007 el nevado presenta un cambio en la cobertura glaciaria, con un área de promedio 16 km². Finalmente, para el año 2016 el volcán nevado Cotopaxi, contaba con un área glaciaria de aproximadamente 13 km².

Medina *et al*, (2014) utilizaron imágenes satelitales Landsat de los años 1987 hasta el 2011 con una resolución de 30 metros por pixel, donde utilizaron el método de box counting, que fue empleado para cuantificar los píxeles de la superficie glaciaria así para poder hallar el volumen del glaciario así mismo la utilización del Índice de Diferencia de Nieve Normalizada (NDSI), que aplicaron una fórmula para obtener la extensión glaciaria de la Cordillera Parón con la fórmula de Klein & Isac, donde la extensión glaciaria tuvo un comportamiento variable en el tiempo y la reducción promedio del volumen glaciario de la Cordillera Parón obtenido por SIG y Multifractales que fue del 18% en el periodo 1987 al 2011.

Yap, (2015) Calcularon el retroceso glaciario de la cordillera blanca que hasta la actualidad que se redujo a 900 - 850 Km², permitió el desarrollo de identificación de las amenazas por desborde de lagunas glaciares. Donde se

desarrollo mediante el uso de los índices de cocientes NDSI, asimismo identificaron y analizaron el incremento de la superficie lagunar.

Según Franca, pg 2, (2015). Los glaciares son denominadas reservas ya que juegan un papel muy importante. Ya que los glaciares son las reservas de agua para el futuro, lo cual es necesario cuantificar que parte del escurrimiento actual pertenece a la descarga de los glaciares y como esto podría cambiar hacia el futuro, bajo escenarios de los cambios climáticos.

Según Suárez, (2015) “La pérdida glacial del Nevado del Cocuy, entre los años 1992 a 2003 dio como resultado que la pérdida de la cobertura glacial en un periodo de 11 años es de 7.7% Km², mientras la pérdida entre los años 2003 y 2014 un periodo de 11 años es de 9.2% Km²” Estos valores fueron obtenidos mediante un análisis de las imágenes satelitales a través de la clasificación supervisada cuyos resultados fueron, que para el año 1992 el área glacial que ocupaba la sierra nevada del Cocuy era de 28.1 km², y que para el año 2014 es de 11.12 km² el cual representa una gran pérdida de área glacial en dicho nevado.

Leiva, (2018) “Mediante el uso de las imágenes Landsat y las herramientas que nos brindan los Sistemas de Información Geográfica se logró establecer en general un acelerado proceso de pérdida de glacial en los Nevados de Colombia, dejando una preocupación de una posible desaparición de la cobertura glacial de los territorio Colombiano, Donde el suceso fue registrado de los periodos de 1940 y 1985 con una pérdida de ocho nevados de Colombia” lo cual demuestra que las herramientas SIG y las imágenes satelitales, son de gran ayuda para determinar el área de retroceso glacial como se pudo ver en el trabajo citado se perdieron ocho nevados en el país vecino de Colombia, con una pérdida glacial en el volcán nevado Ruiz del 82% en tan solo 10 años, así como también en el nevado del Tolima se vio una pérdida del 81% en el mismo periodo de tiempo, que es el más próximo a desaparecer al tener este menos cantidad de área glacial también se vio el caso del nevado Santa Isabel que tuvo una pérdida del 61% y se registra como el nevado más pequeño. También se pudo obtener que en la Sierra nevada de Santa Marta una pérdida menos que es del 49% en un periodo de tiempo de 29 años aproximadamente y en el Nevado de Huila con una pérdida del 55%

aproximadamente en un periodo aproximado de 17 años por lo que se puede afirmar que estos nevados tendrán un tiempo de vida más largo en relación a los anteriores nevados antes mencionados. También en trabajo antes mencionado se concluyó que en el nevado del Cocuy tiene actualmente la mayor área glaciar en Colombia y que tuvo una pérdida aproximada de 61% en tan solo 16 años en un periodo de 30 años evaluados entre 1986 hasta el 2016, lo cual representa un retroceso acelerado y preocupante en los nevados de Colombia.

Según Cantillo, (2016) logró obtener “el área glaciar a través de una clasificación supervisada en el cual se obtuvo que en el volcán nevado Huila tiene una tasa de cambio anual promedio de -4.08%, valor negativo que confirma la innegable disminución del glaciar, para un periodo de 26 años desde 1989 a 2016 pérdida de 11.73km²”

Según Tobar, (2016) “se puede concluir que los índices óptimos a utilizar la delimitación y cuantificación de área glaciar del nevado del Ruiz, es el Índice de Nieve Diferencial Normalizado -NDSI- y el Índice de Nieve y Hielo Diferencial Normalizado –NDSII debido a que en dichos índices se consigue mirar la más grande forma de la cobertura glaciar que tenía el Volcán Nevado del Ruiz, como para el 24 de Marzo como para el 26 de Diciembre del 2014”

Tobar, (2016) Utilizaron el Índice de Nieve Diferencial Normalizado -NDSI- que es una herramienta esencial para realizar trabajos de superficie glaciar ya que esto permite delimitar el área de la superficie glaciar mediante operaciones algorítmicas entre las bandas espectrales, las cuales nos permiten diferenciar la nieve y el hielo de los glaciares que conforman el Parque Nacional Natural de los Nevados ante otras coberturas. Sin embargo, en zonas de nieve cubiertas de ceniza, es importante acompañar esta técnica con procesos de digitalización manual para la reidentificación de nieve o hielo en un objeto de estudio, basados en otros criterios como visitas a campo o fotos y videos de sobrevuelos.

Según Dioses, (2017) realizó un estudio de la dinámica del nevado Huascarán y las lagunas glaciares adyacentes. Donde utilizaron el NDSI (El Índice Diferencial Normalizado de Nieve) y NDWI (Índice de agua de diferencia normalizada) con el objetivo de identificar la cobertura glaciar y de las lagunas

glaciares adyacentes al nevado durante el periodo de 1990 al 2017 que realizo en su metodologia descargo imágenes satelitales (landsat 5, 7 y 8) para trabajar en el programa del ArcGIS y trabajo utilizando los indices NDSI y NDWI, como resultados obtenidos dieron a conocer una pérdida de 12.858 km², de cobertura glaciaria que equivale al 12.68% del nevado, se concluyo que mediante la aplicación de la teledeteccion se obtuvieron resultados precisos.

Zeballos, *et al*, (2014). Realizaon una invetsigacion de la dinamica espacial de glaciares y humedales de alta montaña.Lo realizaron con un fin de comprender la dinamicas de los glaciares tanto los humedales, utilizaron un metodo que permite elacionar con la variacion de los factores internos tanto externos, asi como la variacion de la precipitacion y la morfologia fisica. Donde se descragaron imágenes satelitales y asimismo se corrigieron geometricamente y atmosféricamente previante con un algoritmo y aplicando la clasificacion no supervisaday NDSI, lo cual se obtuvo la regresion de los de los glaciares tanto de los humedales.

Meier, *et al* ,(2018). Utilizaron imágenes satelitales Landsat TM/ETM + y OLI,para asi detectar cambios de la cobertura glaciaria entre los años 1986,2005 y 2016, asimismo e utilizo la identificacion de las geomorfologia para identificar morrenas y lineas de corte, asi para identificar el area glaciaria.El resultado del articulo indica que los gaciares estudiades sufrieron una variacion entre el 2005 y 2016 superando un 0,92 a 1,22%, los grandes glaciares muestran una tasa de disminucion relativa que esto representa a la perdida de area mas absoluta.Donde llegaron a una conclusion que el retroceso glaciario se debe influenciado por la latitud y del entorno de terminacion.

Geissler, (2020). Realizo un estudio del potencial de la fotogrametria de alta resolucion para analizar el retroceso glaciario en los Alpes de Austria. Donde la mayor preocupacion fue el retroceso glaciario. La metodologia empleada fue la fotogrametria donde se pudo apreciar el area de estudio de alta resolucion asi para identificar el retroceso glaciario con gran detalle espacial y temporal,asimismo porcedieron a descargar imágenes satelitales con una resolucion de 20cm durante un periodo de 10 años, donde se realizo una coreccion utilizando un

relevamiento que esto nos ayudo a comparar los balances de masa de las tecnicas geodesicas. Que permite cuantificar la influencia de la cobertura.

Silva, *et al*, (2020). Desarrollaron la investigacion en analisis temporal y espacial en los cambios glaciares de la Peninsula de Artartida, donde observaron una muestra espacial los cambios del glaciar que indicaron que esto se debe al cambio climatico que provocaron la perdida de cobertura glaciar. Como objetivo indicaron caracterizar geomorfológicamente los glaciares de la Península Antártica e identificar los patrones espaciales de cambios en su posición frontal. El estudio se realizo entre 1991 y 2015 que utilizaron imágenes satelitales y aplicaron el metodo de la clasificacion supervisada. como resultado obtuvieron que en en año 2001 y 2015 se perdio un area de 1339,68 km² que esto coresponde a 1093 glaciarrres, asimismo indicaron que se estimo en 91,34 km² que esto corresponde a 255 glaciares y 240 oscilantes donde se perdio un 39% de la cobertura glaciar. Como conclusion que los gaciares clasificacdos fueron identificados coo los mas sencibles al cambio climatico ya que ocasiona la perdida de cobertura glaciar.

Según Bulege, *et al* (2020) realizaron un estudio del cambio climatico y retroceso glaciar en la coordillera Huaytapallana, que describieron y determinaron la relacion con la temperatura, donde obtubieron datos de tempeatura de senamhi y IGP datos de la superficie glaciar de la cordillera Huaytapallana, realizaron la estimacion de los datos falantes donde se hizo una ecuacion cuadratica, los reultados obetenidos de los periodso 1986 y 2016 se observo un incremento de temperatura entre los valores 3.435 y 5.227 °C, asimismo se obserservo un retroceso glaciar del periodo 2016 de 11.86.km², donse se lleo a una conclusion que el incremento de temperatura minima incide en el retoceso glaciar .

Según Calizaya & Mejía, (2018), realizaron un modelamiento de la desglaciacion de los nevados de la cuenca del rio Santa y su impacto en recurso hidrico, donde avarcaron distintos puntos como la la geomorfologia y fisiografia que utilizaron la informacion metereologica de la insitucion de senamhi de los años del 2005 al 2008 que se clasificaron por zonas para asi delimitar el area de estudio con el programa del ArcGIS, que se aprecio las variaciones temporales de la cobertura glaciar ya que en el año 2000 habia un area de 300 km² y en el año

2009 un promedio de área de 226,3 km² y en el año 2017 se observó un área de 184,3 km², como conclusión que en los últimos 18 años el área de la cobertura glaciar continúa disminuyendo y esto se debe al incremento de la temperatura a nivel mundial.

En los siguientes párrafos se precisan los conceptos que coadyuvarán al entendimiento de la presente investigación

Glaciares: Los glaciares son masas de hielo que están presentes en la tierra, Por la acumulación de nieve a gran altura. INAIGEM, (2019)

Cobertura glaciar: “Se conoce como grandes masa de hielo, donde se originan por las condiciones meteorológica como la precipitación atmosférica sólida (nieve y granizo), que van siendo acumuladas durante años, las condiciones climáticas que cumplen principalmente en los lugares más altos de las cordilleras, es donde las temperaturas se mantienen o son inferiores a 0°C.” Dioses, (2017)

Retroceso Glaciar: En las últimas décadas es un fenómeno que evidencia el calentamiento global. Se dice al ascenso de la línea inferior de las nieves permanentes de alta montaña cada vez a más altitud, hasta desaparecer por completo, en varios casos, como resultado del deshielo o fusión glaciar. En medio de las razones concurrentes en la fusión glaciar apresurada y el consecuente retroceso, adelgazamiento del espesor, disminución de la extensión y el volumen de la masa glaciar, tienen la posibilidad de mencionarse. Mora, s.f.

Geomorfología: La geomorfología de los glaciares es el estudio de los accidentes geográficos producidos por procesos glaciares y fluvioglaciares. Kaul, pg 111, (1990).

Morrena: Las morrenas se forman en la traslación y deposición de los sedimentos en los límites de nieve, donde las morrenas son claves para interpretar su comportamiento de la nieve en el lugar y tiempo. Fernández, (2020)

Grietas: Son glaciares que se encuentran en constante movimiento donde tiene una cierta capacidad de adaptación, cuando el hielo ya no puede adaptarse a la variación de velocidad glaciar es donde ahí empieza a formarse las grietas. Camins Just s.f

Circos: Los circos glaciares se forman por la depresión glaciar, aparentemente es por la erosión de una depresión preexistente en la ladera de una montaña. Monroe, et al. (2008)

Teledetección: La teledetección tiene como fin el reconocimiento de las características de la superficie terrestre y de los fenómenos que en ella tiene lugar a partir de los datos registrados por el sensor. Sobrino,(2000).

Análisis multitemporal: Por medio del análisis multitemporal permitirá realizar comparaciones de imágenes obtenidas que permitan interpretar imágenes obtenidas por medio de programas lo cual ayudara al investigador estudiar la cubierta para saber cuál es la situación actual en las que se encuentran. Chuvieco,(1990).

Fundamentos de la observación remota: La teledetección es aquella técnica que posibilita obtener información a distancia de los objetos situados sobre la extensión de la tierra. Para que esta observación remota se logre ofrecer, al menos debería existir una relación entre un objeto a estudiar y así para que exista una interacción. Nuestros sentidos nos permiten observar objetos solo si son capaces de decodificarlos. Chuvieco, pg 45, (1995)

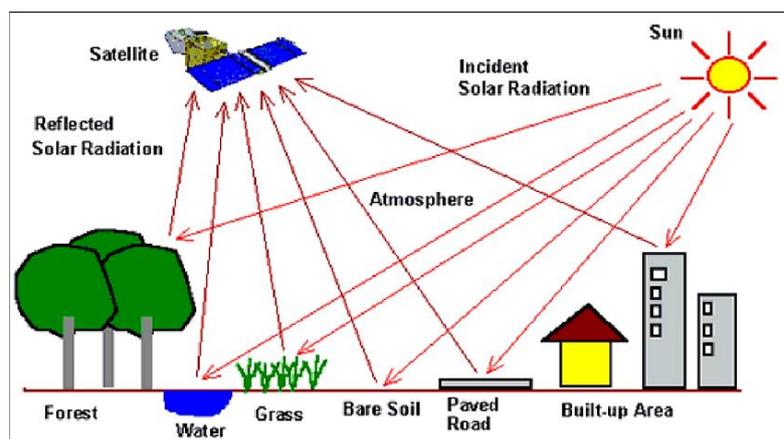


Figura 1: Fundamentos de la teledetección
Fuente: chuveco 1995

Resolución espacial: Es un sensor que viene dada por el campo de visión instantánea la resolución espacial cuanto menor tamaño del pixel tiende tener

una mejor resolución la imagen ya que esta resolución nos facilitara a interpretar las imágenes satelitales. Sobrino,pg 42, (2000).

Resolucion espectral: Indica el numero y el ancho de las bandas espectrales de un sensor que registra radiacion. Sobrino,pg 42, (2000).

Resolucion Radiometrica: Se refiere a la sencisibilidad de un sensor donde expresa su aptitud de bandas espectrales donde detecta uan diferencia de I en la radiacion espectral que recibe capacidad para detectar variaciones en la radiancia espectral que recibe. Chuvieco,pg 94,(1990).

Georreferenciacion: Es el proceso que se utiliza para relacionar la posicion de un objeto o superficie en un plano con su posicion sobre la superfici terrestre. Pérez, pg 56, (2011).

Clasificacion no supervisada:Es donde el usuario no cuenta con un conocimiento previo del área de estudio y desarrolla la clasificación en forma automática que se apoya en reducir las desviaciones entre las observaciones que pertenecen al mismo grupo y maximizar las distancias entre los centros de los grupos. Macedo, (2010)

Landsat 5: Se lanzó desde la base de la Fuerza aérea Vandenberg en California el 1 de marzo 1984, donde llevaba los instrumentos Multiespectrales Scanner y Thematic Mapper (TM). USGS, (2013).

Tabla 1: Características del Satélite Landsat 5

Sensor	Banda	Espectral (μm)	Resolución Espacial (m)	Resolución Temporal (días)	Área de cobertura. (Km^2)
Landsat 5	1	0,45 - 0,52	30	16	185 x 170
	2	0,52 - 0,60	30		
	3	0,63 - 0,69	30		
	4	0,76 - 0,90	30		
	5	1,55 - 1,75	30		
	6	10,40 - 12,50	120		
	7	2,08 - 2,35	30		

Fuente: Elaboración Propia

Landsat 8: Fue puesto en órbita el 11 de Febrero del 2013, que fue diseñada para continuar con las capturas de imágenes especiales a nivel global, el satélite

lleva los instrumentos Operational Land Imager (OLI) Y Thermal infrared Sensor (TIRS).USGS,(2013). Las siguientes características del satélite Landsat 8 son:

Tabla 2: Características del Satélite Landsat 8

Sensor	Banda	Espectral (μm)	Resolución Espacial (m)	Resolución Temporal (días)	Área de Cobertura (Km^2)
Landsat 8	1	0.43 - 0.45	30		
	2	0.45 - 0.51	30		
	3	0.53 - 0.59	30		
	4	0.64 - 0.67	30		
	5	0.85 - 0.88	30		
	6	1.57 - 1.65	30	16	185 x 180
	7	2.11 - 2.29	30		
	8	0.50 - 0.68	15		
	9	1.36 - 1.38	30		
	10	10.60 - 11.19	100		
	11	11.50 - 12.51	100		

Fuente: Elaboración Propia

Índice de nieve de diferencia normalizada (NDSI): Este índice nos ayudara a elaborar mapas de la distribución de la nieve de la superficie, esto se realizara utilizando la teledetección. Donde la nieve es muy reflectante en la parte visible del espectro y muy absorbente en la parte del infrarrojo cercano o infrarrojo de onda corta del espectro, mientras que la reflectancia de la mayoría de las nubes permanece alta en esas mismas partes del espectro, Es decir que el NDSI permite distinguir entre las nubes y la nieve. (Normalized-Difference Snow Index (NDSI), 2011)

Se utiliza la siguiente fórmula para realizar Mapas de cobertura glaciar.

$$\text{NDSI (Landsat 8)} = (B3 - B6) / (B3 + B6)$$

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de Investigación

El tipo de investigación es cuantitativo, ya que utilizaremos para la recolección de datos y así para poder probar la hipótesis con base de la medición numérica con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías Hernandez Sampieri, et al, pg 5, (2014).

El proyecto de investigación es Longitudinal, ya que estudiaremos diferentes años para la evaluación del retroceso glaciar en los nevados la Verónica y Salkantay.

Es descriptivo, porque determina las características de las variables en estudio del retroceso glaciar de los nevados Salkantay y la Verónica. Así para poder obtener la información deseada, la presente investigación se utilizó el diseño no experimental, ya que no se realizará ningún tipo de experimento. Hernandez Sampieri, (2014).

3.2. Variables operacionalización:

3.2.1. Variable Independiente:

Pérdida de cobertura glaciar

Definición Conceptual: Es un aspecto notorio de la aceleración del proceso de desglaciación o pérdida de las masas glaciares. Moya, (2008).

3.2.2. Variable Dependiente:

Análisis Multitemporal

Definición Conceptual: Por medio del análisis multitemporal permitirá realizar comparaciones de imágenes obtenidas que permitan interpretar imágenes obtenidas por medio de programas lo cual ayudara al investigador estudiar la cubierta para saber cuál es la situación actual en las que se encuentran. Chuvieco, (1990).

Tabla 3: Matriz de Operacionalizacion de variables

Variables	Definición	Definición Operacional	Dimensiones	Indicador	Unidad
V.I Pérdida de cobertura glaciar	Es un aspecto notorio de la aceleración del proceso de desglaciación o pedida de las masas glaciares. Moya, (2008).	La cobertura glaciar de los nevados Salkantay y la Veronica se podrá obtener mediante el procesamiento digital de las imágenes satelitales capturadas por el satélite Landsat 5 y Lansdsst 8 en los años 1990,1997, 2004, 20011 y 2020. Se elaboró mapas sobre la variación en la cobertura de los nevados, con ayuda de los software: ArcGIS 10.6	<ul style="list-style-type: none"> • Superficie • Formaciones geomorfológicas 	<ul style="list-style-type: none"> • Área • Morrenas • Grietas • Circos 	Km ² Descripción
V.D Análisis multitemporal	Por medio del análisis multitemporal permitirá realizar comparaciones de imágenes obtenidas que permitan interpretar imágenes obtenidas por medio de programas lo cual ayudara al investigador estudiar la cubierta para saber cuál es la situación actual en las que se encuentran. Chuvieco, (1990).	Se utilizará para obtener información del área del retroceso glaciar de los nevados. Asimismo permitirá realizar la extracción del área de la cobertura glaciar.	<ul style="list-style-type: none"> • Años de estudio 	<ul style="list-style-type: none"> • Área • Formaciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Km2 • Descriptiva

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

La investigación se realizara en todo el área glaciaria que comprenden los nevados Verónica y Salkantay.

3.3.2. Muestra

Toda el área glaciaria que comprenden los nevados Verónica y Salkantay.

3.3.3. Muestreo

Muestreo no probabilístico ya que la elección de los elementos de estudio no depende de una probabilidad. Donde tomamos las necesidades de la investigación. “El procedimiento no es mecánico ni se basa en fórmulas de probabilidad, sino que depende del proceso de toma de decisiones de un investigador” Hernandez Sampieri & Fernandez Collado, pág. 176 (2014).

- a) Análisis de imágenes satelitales de los años 1990,1997, 2004, 20011 y 2020
- b) Identificar los rasgos geomorfológicos que evidencien el retroceso glaciario.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Se utilizó la técnica de observación que consiste identificar la geomorfología de los nevados de Salkantay y la Verónica. Asimismo con el registro de las características de los satélites que esto nos permitirá obtener datos sobre el retroceso glaciario. Dichas características se realizó con una ficha de recolección de datos.

Instrumentos de la investigación

- Cámara fotográfica.
- ArcGIS 10.6
- Imágenes Satelitales LandSat 8 y 5.

3.5. Procedimiento

Para establecer los niveles de avance de los nevados estudiados, se recurrirá al manejo de imágenes de satélite Landsat 5 y Landsat 8, esto permitirá conocer y precisar el desarrollo que han tenido las capas de hielo que están en la superficie. Las imágenes se obtendrán del programa USGS del área de estudio.

Por medio de imágenes satelitales tendremos información para establecer si existe un repliegue o desgaste de los nevados, el limitante para el estudio será que no se obtendrá información en cuanto al espesor de la cubierta del hielo de los glaciares.

Las imágenes satelitales que serán utilizadas para el desarrollo de la investigación corresponderá a los años 1990 – 2020 estas imágenes serán obtenidas por medio del Landsat 5 y Landsat 8, con un intervalo de 7 años. Con estas imágenes se podrá procesar así obtener las áreas de los glaciares para dichos años como también se podrá generar los mapas de cada año en ambos nevados Salkantay y La Verónica, el trabajo de investigación se desarrollaran de la siguiente manera.

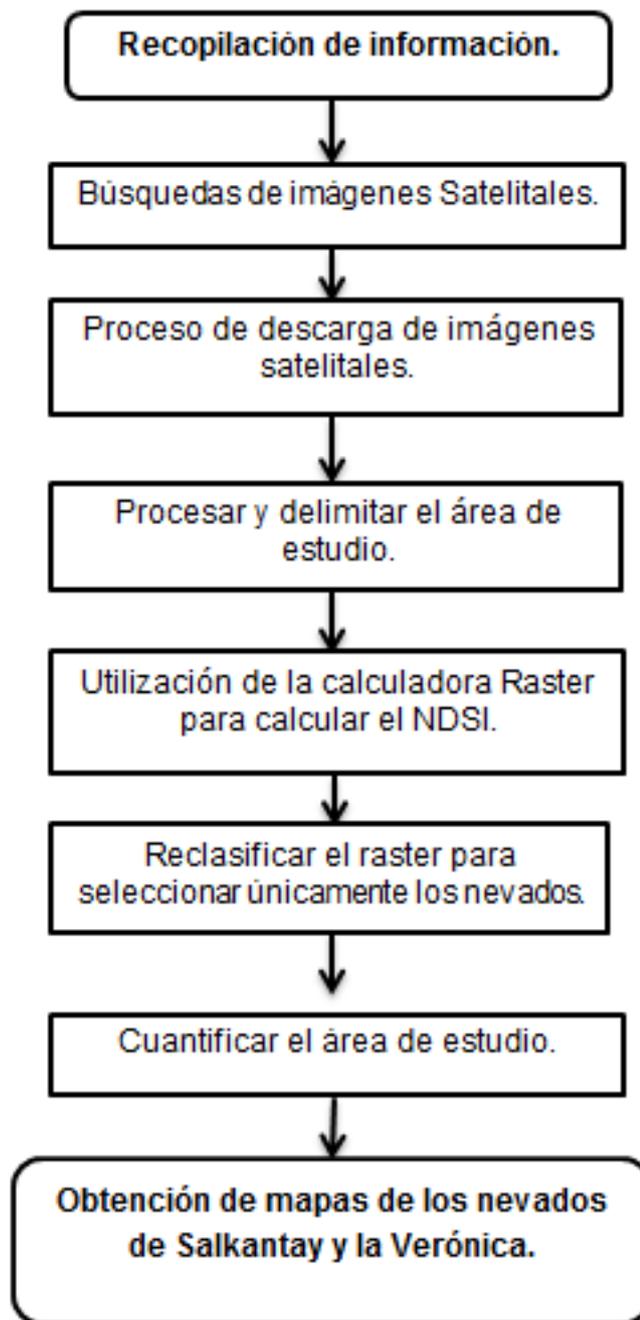


Figura 2: Diagrama de flujo del proceso de investigación
Fuente: Elaboración Propia

Descarga de imágenes satelitales

Las imágenes satelitales fueron obtenidas de la base de datos del Servicio Geológico de los Estados Unidos o USGS por sus siglas en inglés (United States Geological Survey), en la página se encuentra un catálogo de las imágenes satelitales de todo el planeta en distintos años a partir de 1990, las imágenes cuentan con un ancho de barrido de 185km y de 30 metros de resolución de cada pixel, tomados desde una altura de 705km.

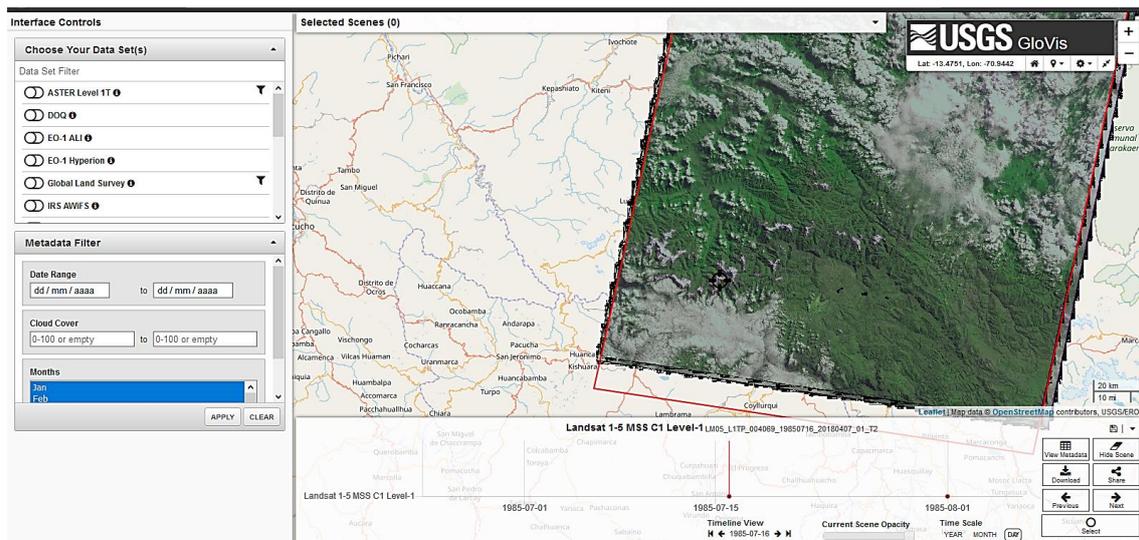


Figura 3: Descarga de imágenes satelitales
Fuente: Elaboración Propia

Delimitación del área de estudio

Delimitación del área de estudio, para ambos casos solo fue necesario la descarga de una sola imagen por año de estudio ya que ambos nevados se encuentran próximos.



Figura 4: Delimitación de área de estudio

Fuente: Elaboración propia

Utilización de la calculadora Raster para calcular el NDSI

Se utilizó el NDSI (Índice de Diferencia Normalizada), la diferencia normalizada de dos bandas (una en las partes del espectro visible y otras en el infrarrojo cercano o infrarrojo de onda corta)

$$\text{NDSI} = \frac{\text{Landsat 5 (band 2)} - \text{band5}}{\text{band 2} + \text{band5}}$$

$$\text{NDSI} = \frac{\text{Landsat 8 (band 3)} - \text{band6}}{\text{band 3} + \text{band6}}$$

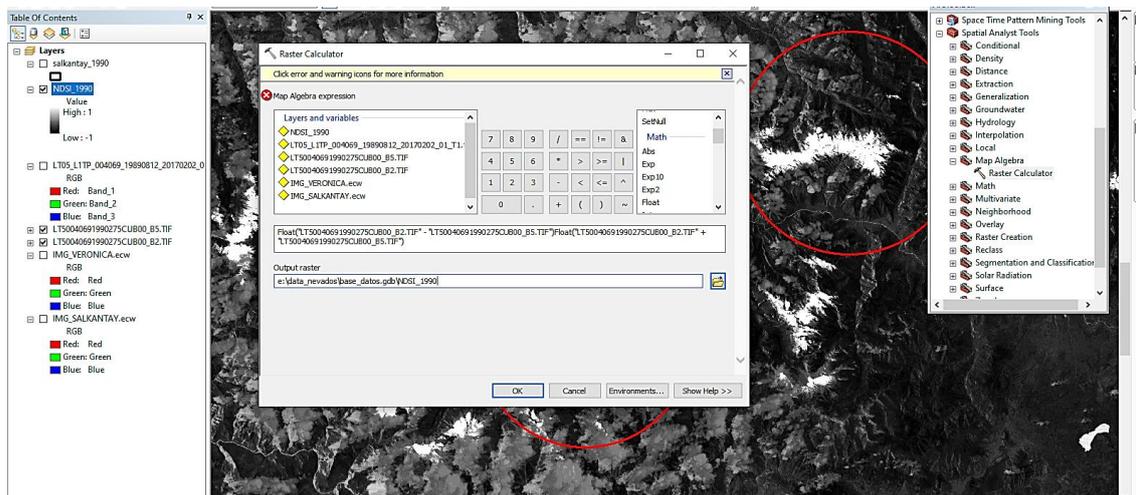


Figura 5: Calculadora raster

Fuente: Elaboración Propia

Reclasificar el raster para seleccionar únicamente los nevados.

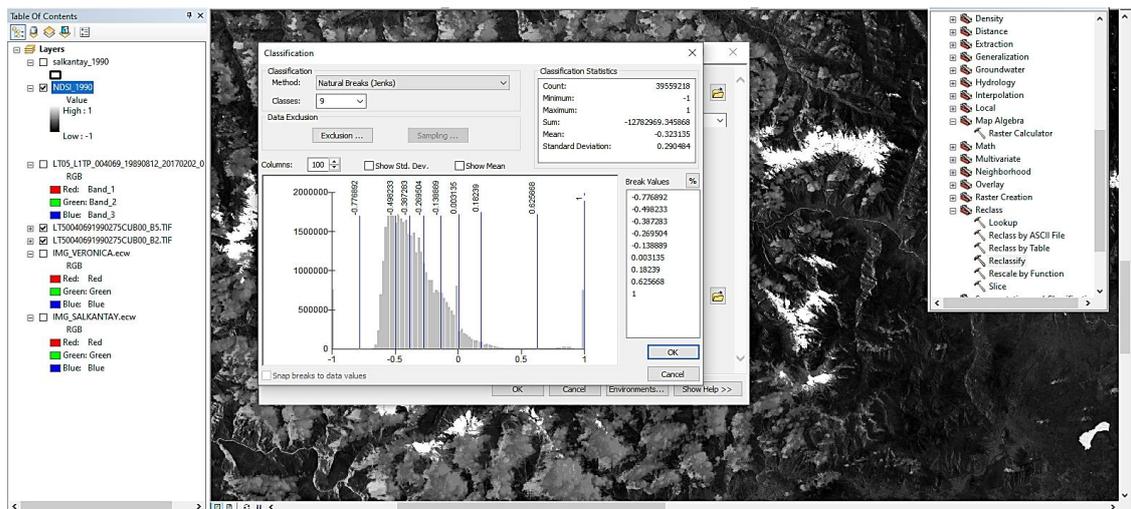


Figura 6: Reclasificación
Fuente Elaboración propia

A continuación, se muestra de color rojo los pixeles que vienen a ser los nevados:

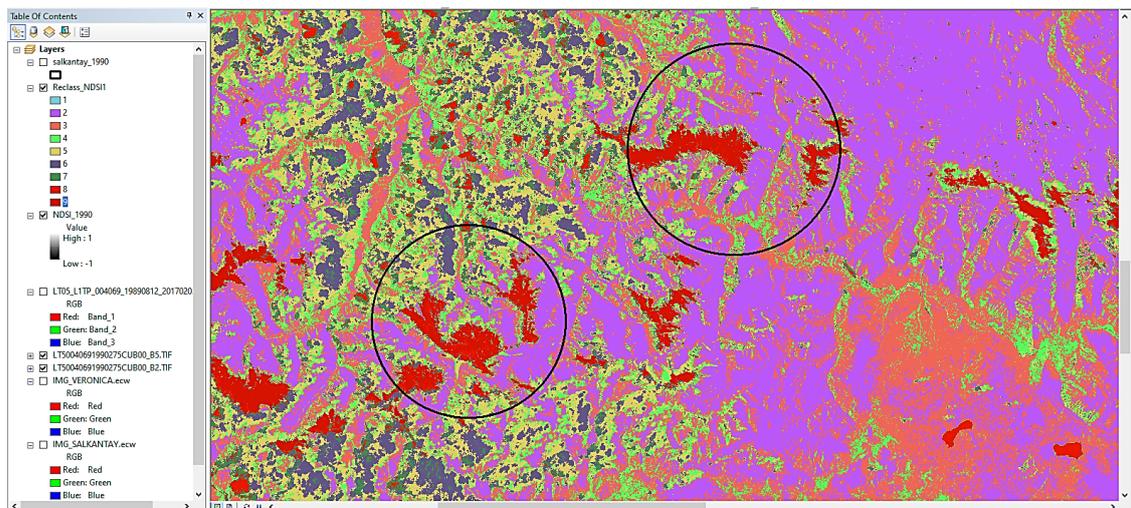


Figura 7: Pixeles de los nevados
Fuente: Elaboración Propia

El raster de la reclasificación se convirtió en polígonos para poder cuantificarlos (área)

A continuación, el raster obtenido después de haber reclasificado y seleccionado solo los nevados de interés se convierte a polígonos para que así en el programa (tabla de propiedades) te pueda mostrar las áreas de los nevados de interés en

los distintos años. Los mismos pasos se realizan para los distintos años (1990-1997-2004-2011-2020).

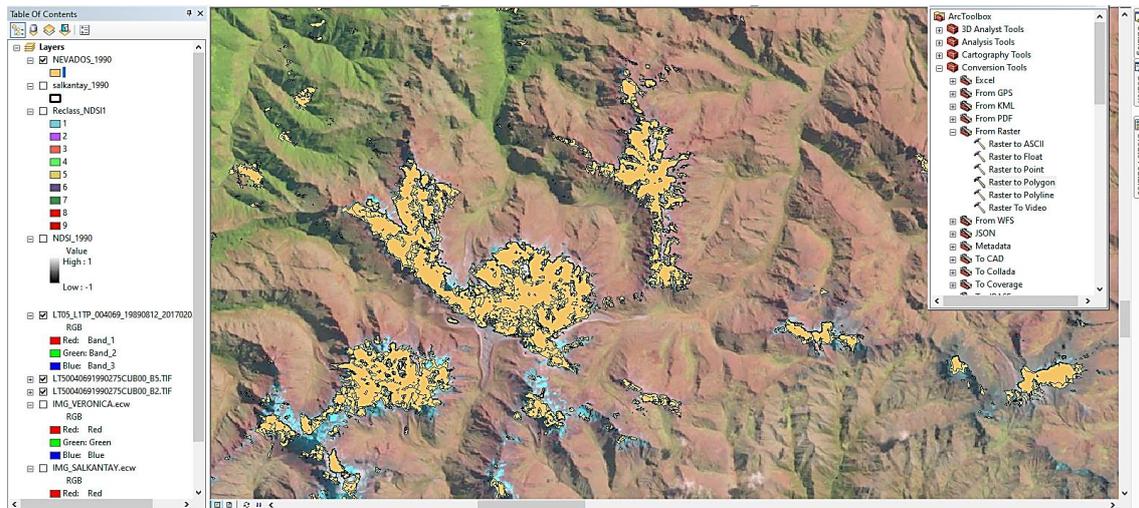


Figura 8: Polígonos de los nevados.

Fuente: Elaboración Propia

3.6. Método de análisis de datos.

Los datos del retroceso glaciar de los nevados la Verónica y Salkantay fueron adquiridos por las imágenes satelitales Landsat 5 y Landsat 8, donde se interpretaron los datos cuantitativos.

3.7. Aspectos éticos.

Para la investigación se cumplieron los aspectos éticos que están en la política de la Universidad Cesar Vallejo, que se respetó los derechos de los autores en el citado tanto la referencia.

IV. RESULTADOS

4.1. Determinación del retroceso glaciar para los nevados Verónica y Salkantay.

Los mapas recolectados a través del programa (USGS) fueron analizados mediante el uso del software (ArcGis 10.6) donde se pudo obtener los resultados sobre el retroceso glaciar en los nevados Verónica y Salkantay. Del cual se calculará un valor (km²) para cada año de estudio, se obtuvo lo siguiente:

Tabla 4: Área del retroceso glaciar

	1990	1997	2004	2011	2020
Salkantay	3999.93ha	3448.18ha	2687.69ha	2452.28ha	2307.35ha
	39.9993km²	34.4818 km²	26.8769 km²	24.5228 km²	23.0735 km²
Veronica	3356.49ha	2433.85ha	1880.28ha	1650.28ha	1505.02ha
	33.5649 km²	24.3385 km²	18.8028 km²	16.5028 km²	15.0502 km²

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: En la tabla N°4: se puede observar como a partir del año 1990 hasta el año 2020 hubo un retroceso considerable de 39.9993 km² hasta los 23.0735 km² en el caso del nevado Salkantay, para el caso del nevado Verónica en el año 1990 tiene un área glaciar similar al del nevado la Verónica, pero para el año 2020 el nevado Verónica tiene un área glaciar de 15.0502 km²; teniendo este último un mayor retroceso glaciar en comparación con el nevado Salkantay.

Por lo que la geomorfología de los nevados también tiene que influir en el retroceso glaciar.

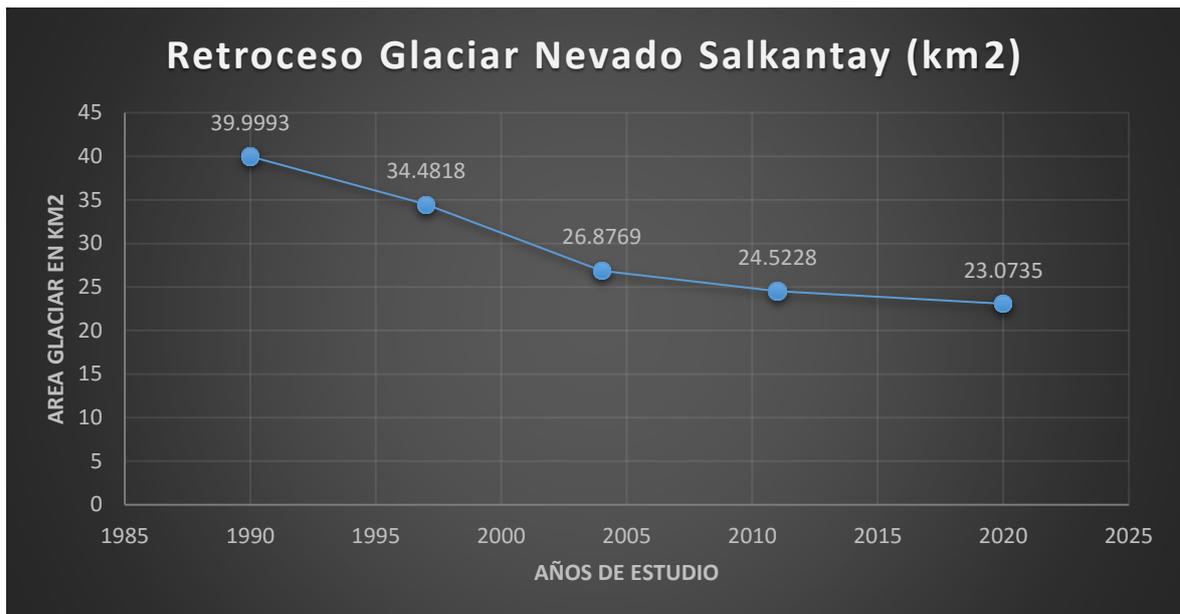


Figura 9: Retroceso glaciar del nevado Salkantay

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la figura N°10, se puede observar que el nevado Salkantay contaba con un área glaciar de 39.9993 km² para el año 1990. Durante todo el tiempo de análisis se puede observar que en los años 1997 al 2004 hubo mayor retroceso glaciar con un total de área perdida de 7.6049 km², esto relacionado a que “las temperaturas superficiales en 1998 se intensificaron por el fenómeno El Niño de 1997 – 1998, pero esta anomalía no se presentó en 2005.” según (Susan Solomon, 2018).

Seguida del primer intervalo de tiempo que comprende de 1990 a 1997 con un total de retroceso glaciar de 5.5175 km²,

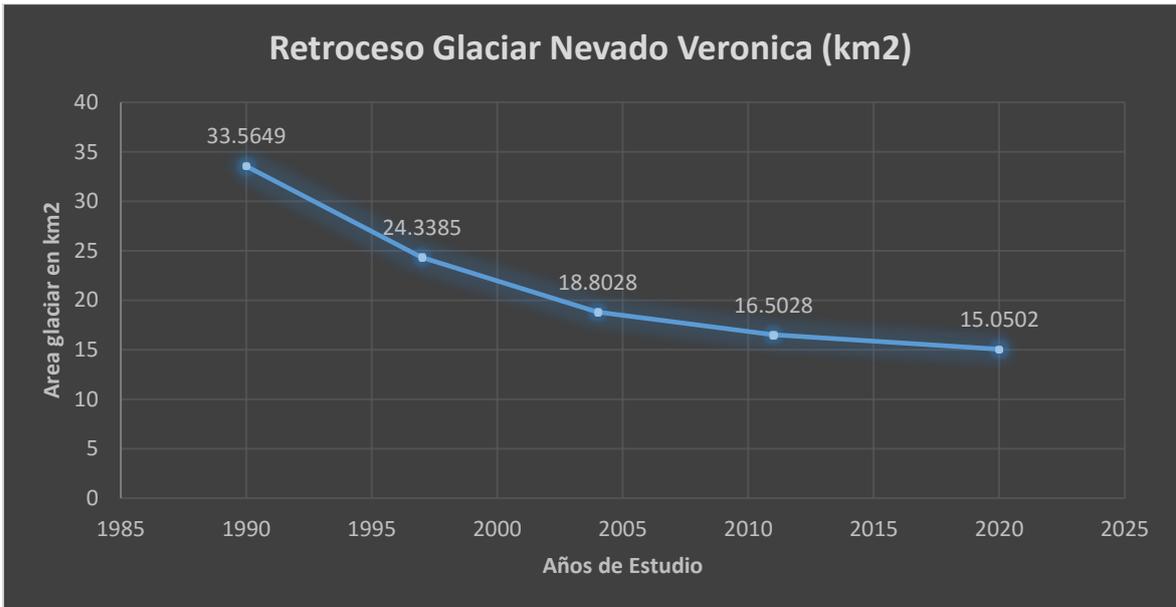


Figura 10: Retroceso glaciar del nevado la Verónica

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: De la figura N°11, que representa el retroceso glaciar en el nevado Verónica que tuvo un retroceso glaciar significativo en los primeros 7 de la evaluación realizada al dicho nevado, con un área glaciar perdida de 9.2264 km² entre los años 1990 a 1997, seguida del intervalo de 1997 al 2004 donde hubo igualmente un retroceso significativo esta vez de 5.5357 km² los cuales pueden estar asociados a la geomorfología del nevado Verónica ya que a diferencia del nevado Salkantay; esta no presenta una geomorfología accidentada ni tampoco hay mucha pendiente en el nevado Verónica lo cual influenciaría directamente al retroceso glaciar debido a que en este nevado la masa glaciar se encuentra más extendida y no presenta mucha profundidad por lo que se hace más sencillo el derretimiento de la nieve por ende hay un mayor retroceso glaciar.

A partir de los datos obtenidos anteriormente se podrá generar otro cuadro considerando los datos del año 1990 para ambos nevados Verónica y Salkantay como el 100% de cobertura glaciar.

Tabla 5: Retroceso Glaciar de los Nevados en porcentaje

	1990	1997	2004	2011	2020
Salkantay	100%	86.21%	67.19%	61.31%	57.68%
Verónica	100%	72.51%	56.02%	49.17%	44.83%

Fuente: Elaboración propia

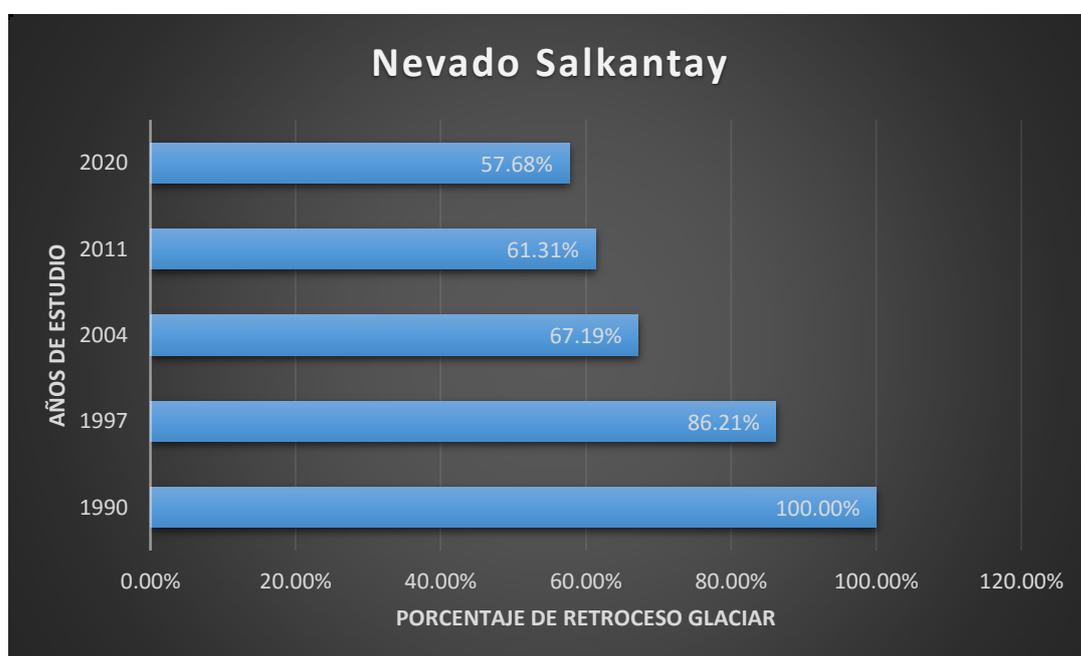


Figura 11: Retroceso Glaciar de los Nevados en porcentaje

Fuente: Elaboración propia

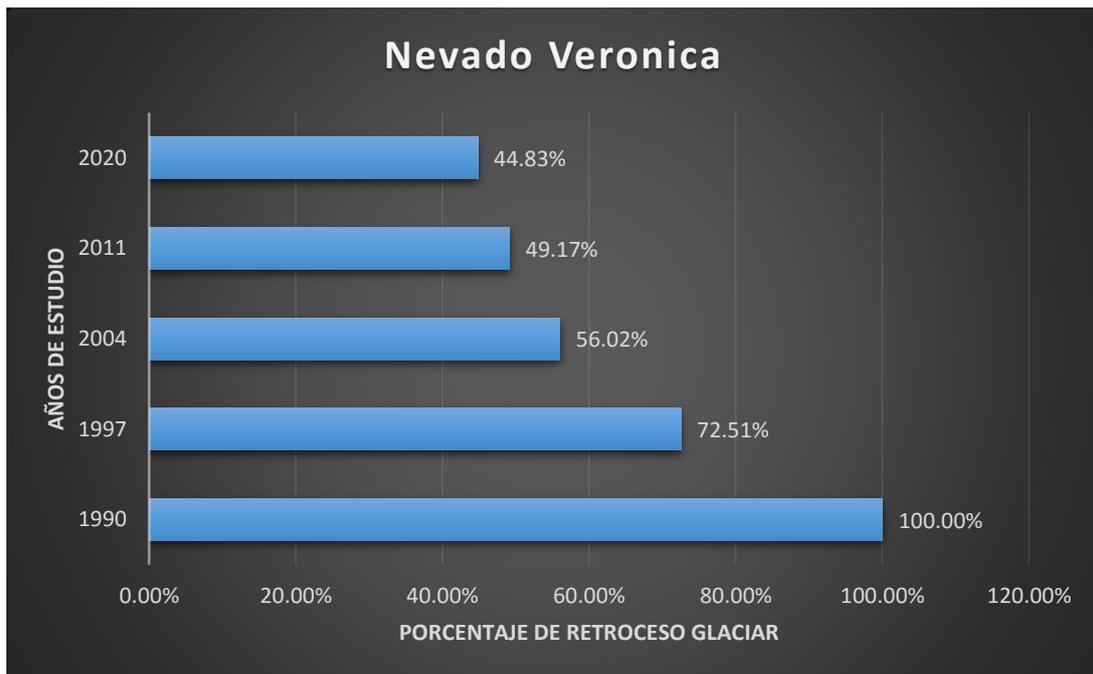


Figura 12: Retroceso Glaciar de los Nevados en porcentaje

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En las Figuras N°12 y Figura N°13, se puede apreciar que el área glaciar que queda para los nevados Salkantay y Verónica son de 57.68% y 44.83% respectivamente, lo cual nos indica que fue el nevado Verónica el que perdió más de la mitad del área glaciar en un intervalo de 30 años, esto sea posiblemente a que dicho nevado no cuenta con mucha pendiente como la que tiene el nevado Salkantay, ya que el programa no logra obtener los datos de profundidad de los nevados.

Temperatura

Tabla 6: Temperatura de los años estudiados

Año	TMin	TMax
1990	11.7	19.8
1997	7.17	23.4
2004	8.21	22.2
2011	8.17	22.69
2020	11.4	21.7

Fuente: Elaboración propia

Se obtuvieron los datos de Temperatura de los años 1990 al 2020 de SENAMHI de la Ciudad de Cusco, donde lo relacionamos con la pérdida de cobertura glaciaria de los nevados Salkantay y La Verónica.

Mapas obtenidos de 1990-1997-2004-2011-2020 del nevado La Verónica.

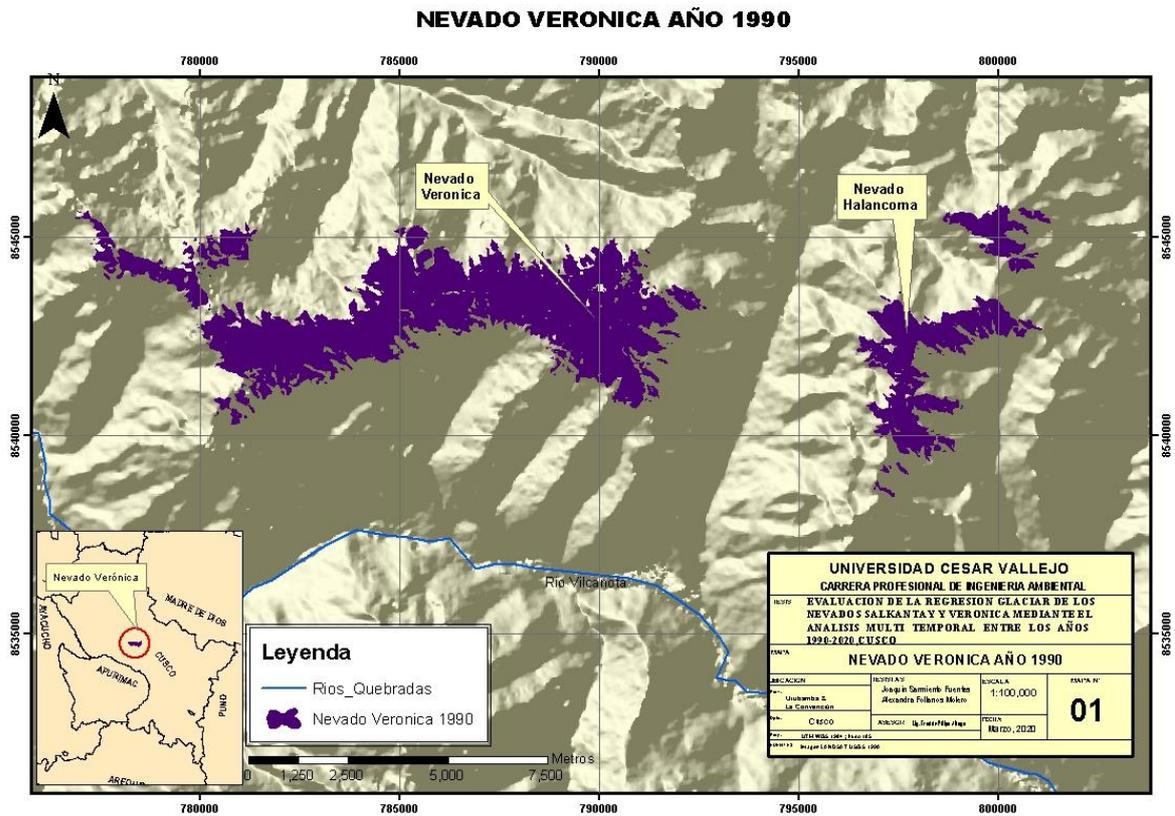


Figura 13: Nevado Verónica año 1990

Fuente: Elaboración propia

Interpretacion: Como se pudo obtener del análisis multi temporal en el nevado Verónica para el año de 1990, el área era de 33.5649 km². También se puede llegar a observar que se tiene una vista extensa del nevado lo cual aún no está siendo afectado por la variación del clima, ocasionado generalmente por actividades antrópicas y trópicas.

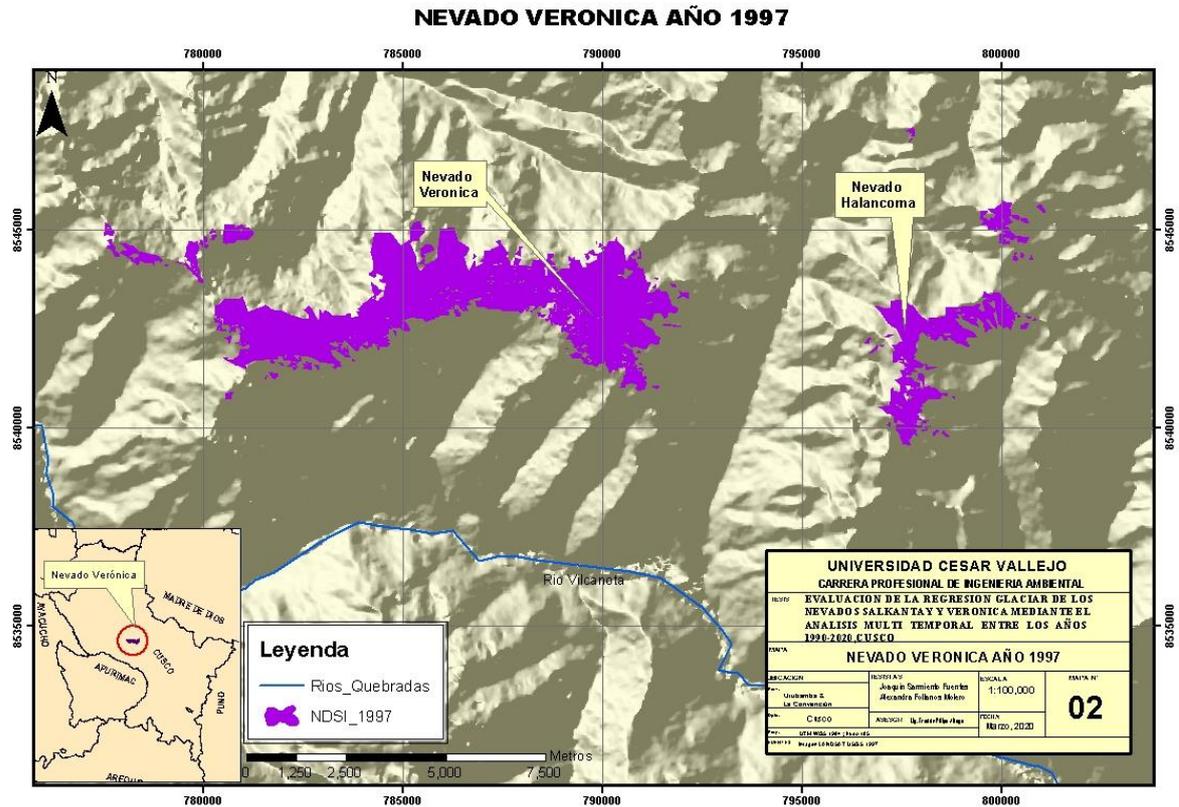


Figura 14: Nevado Verónica año 1997

Fuente: Elaboración propia

Interpretacion: A continuacion es este mapa se pudo obtener que el nevado Verónica para el año 1997 tiene un área de 24.3385 km², perdiendo un total de 9.2264 km² con relación al año de 1990 (un intervalo de 7 años). Siendo este el intervalo que tiene una mayor pérdida de área glaciar.

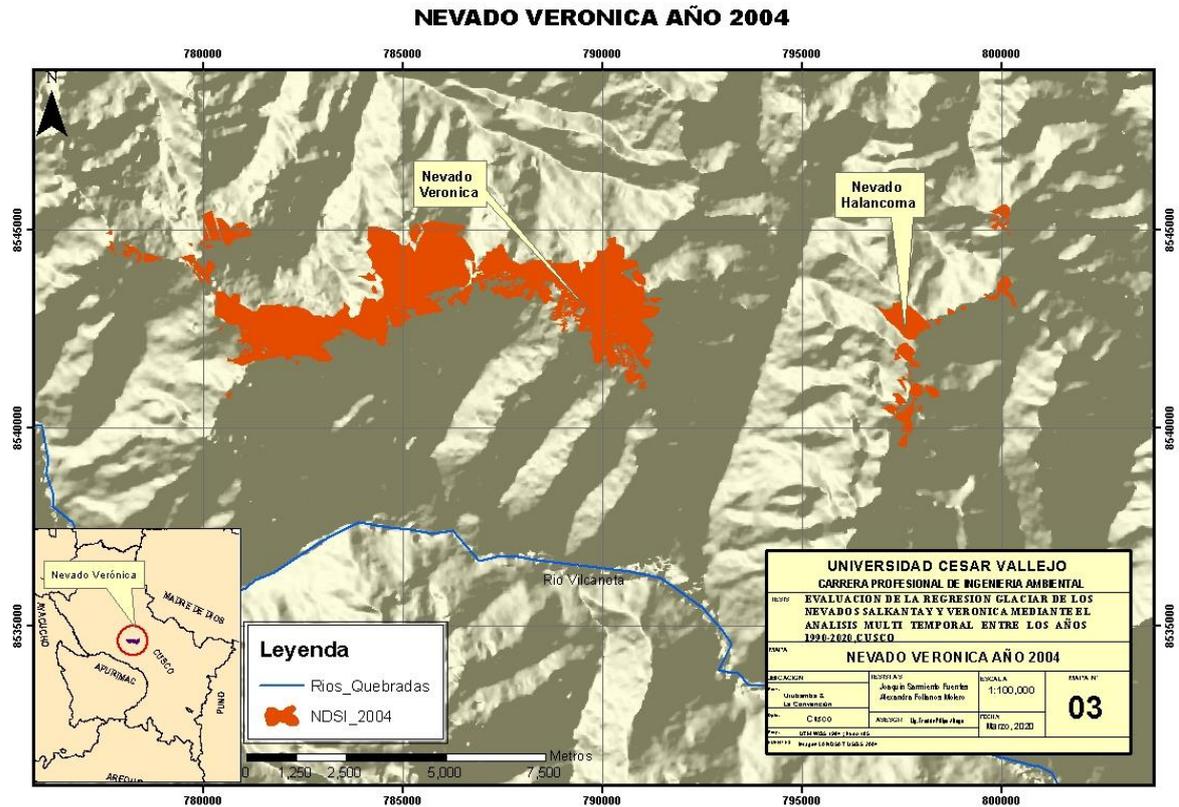


Figura 15: Nevado Verónica año 2004

Fuente: Elaboración propia

Interpretacion: En este mapa, que es el mapa del nevado la Veronica para el año 2004 se obtuvo que el area glaciara se redujo a un area de 18.8024 km² esto quiere decir que con relacion al año de 1997 se perdio un total de 5.5357 km² de bobertura glaciara siendo este el segundo lugar en cuanto a la perdida de area glaciara.

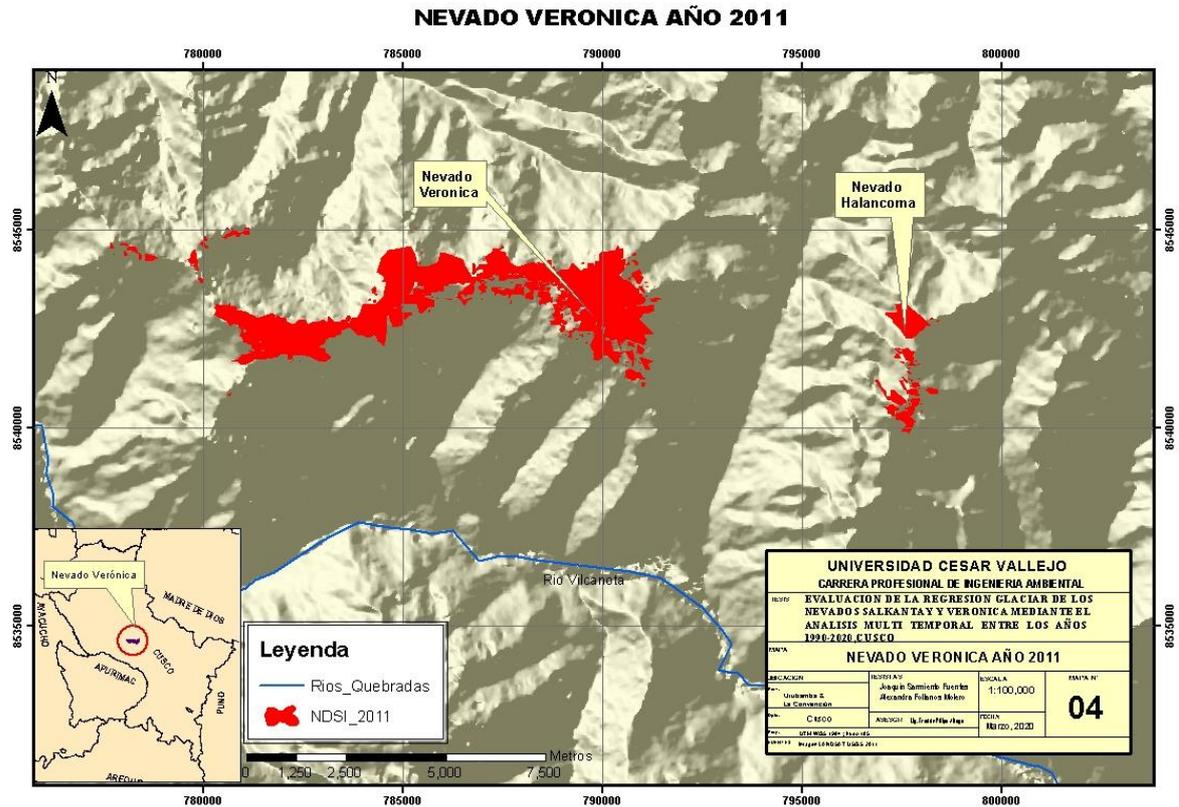


Figura 16: Nevado Verónica año 2011

Fuente: Elaboración propia

Interpretacion: A continuación para el mapa del nevado la Verónica para el año 2011 se obtuvo un área glaciaria de 16.5028 km², al igual que los mapas anteriores hubo un retroceso glaciario significativo de 2.3 km² con relación al año de 2004.

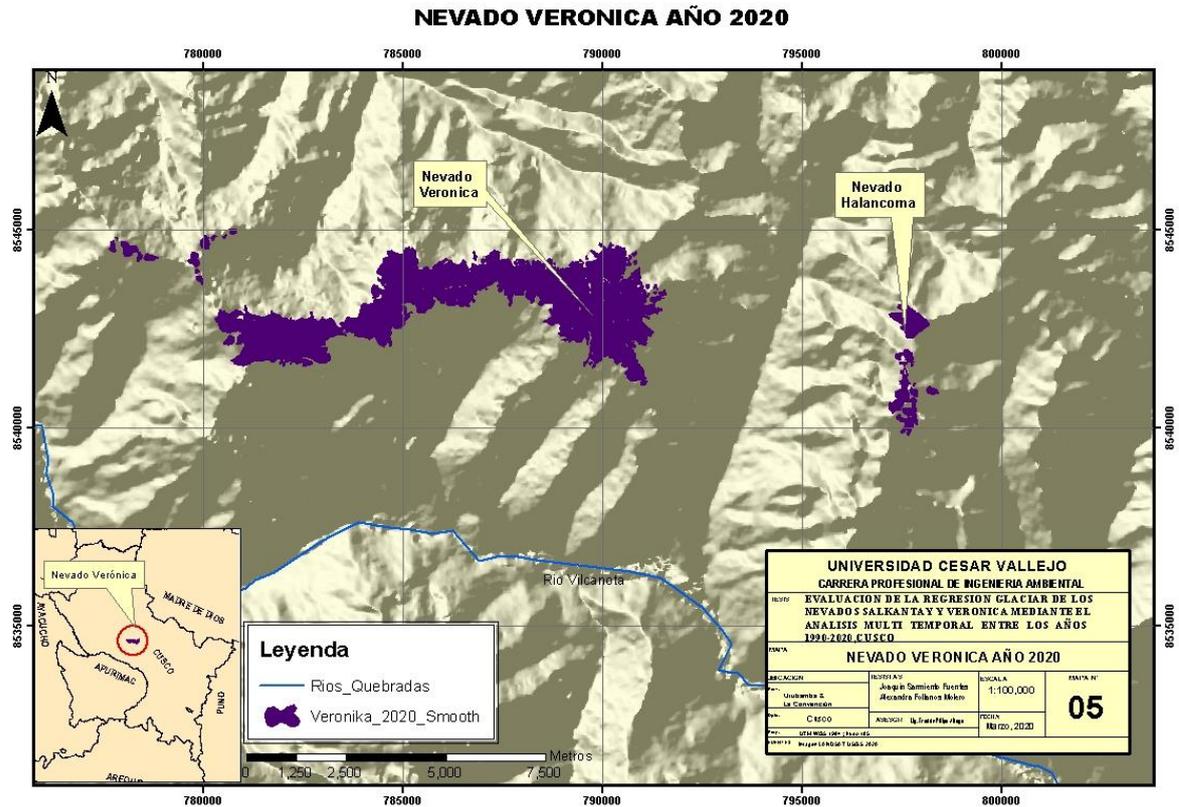


Figura 17: Diagrama de flujo del tipo de investigación

Fuente: Elaboración propia

Interpretacion: En el mapa a continuacion se puede ver que el area total del glaciar para el año 2020 es de 15.0502 km², lo cual es muy preocupante debido a que en comparacion con el año 2011 se produjo una perdida de masa glaciar total de 1.4526 km², y es aun mas alarmante si hacemos la comparacion con el mapa del año 1990 donde nos muestra una diferencia de 18.5147 km² perdidas de area glaciar en un transcurso de 30 años, aproximadamente un 55.17% perdida de area glaciar, todo esto debido a al proceso de calentamiento global y otras actividades que pudieran generar una perdida de area glaciar.

Mapas obtenidos de 1990-1997-2004-2011-2020 del nevado Salkantay.

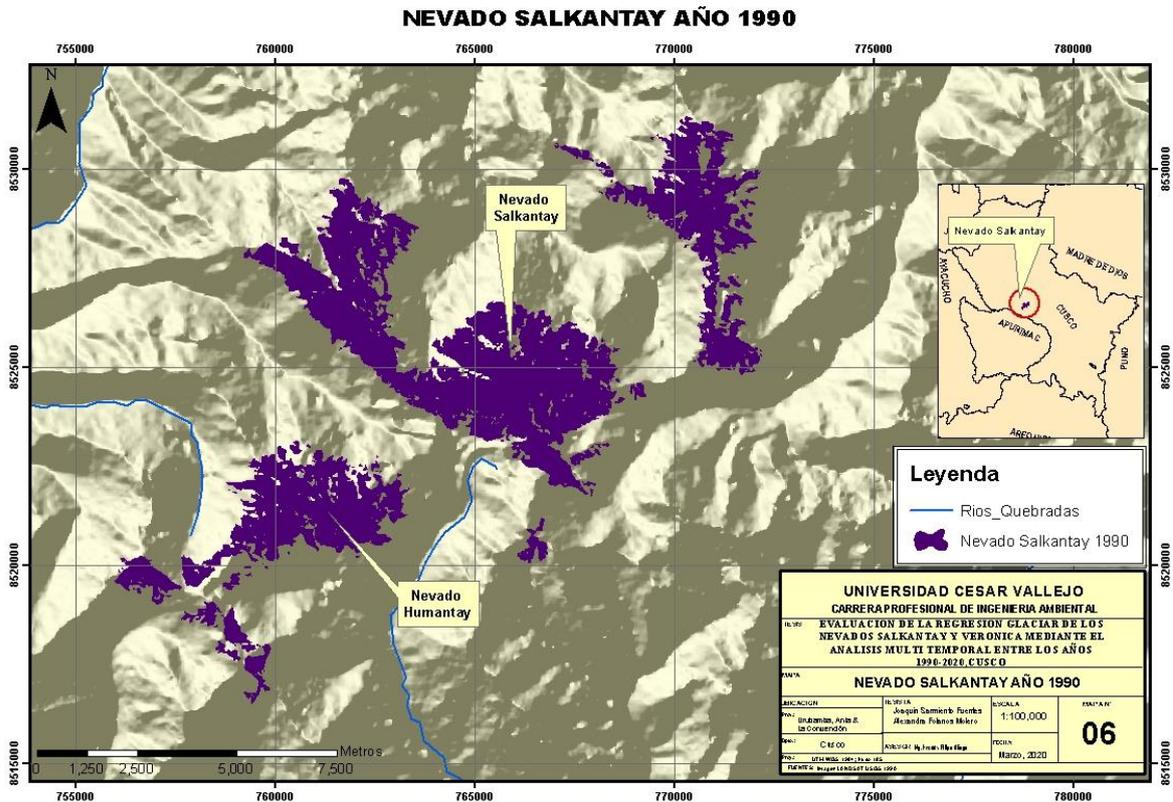


Figura 18: Nevado Salkantay año 1990

Fuente: Elaboración propia

Interpretacion: En el presente mapa que corresponde al del nevado Salkantay para el año de 1990 en el cual cuenta con un área glaciara de 39.9993 km².

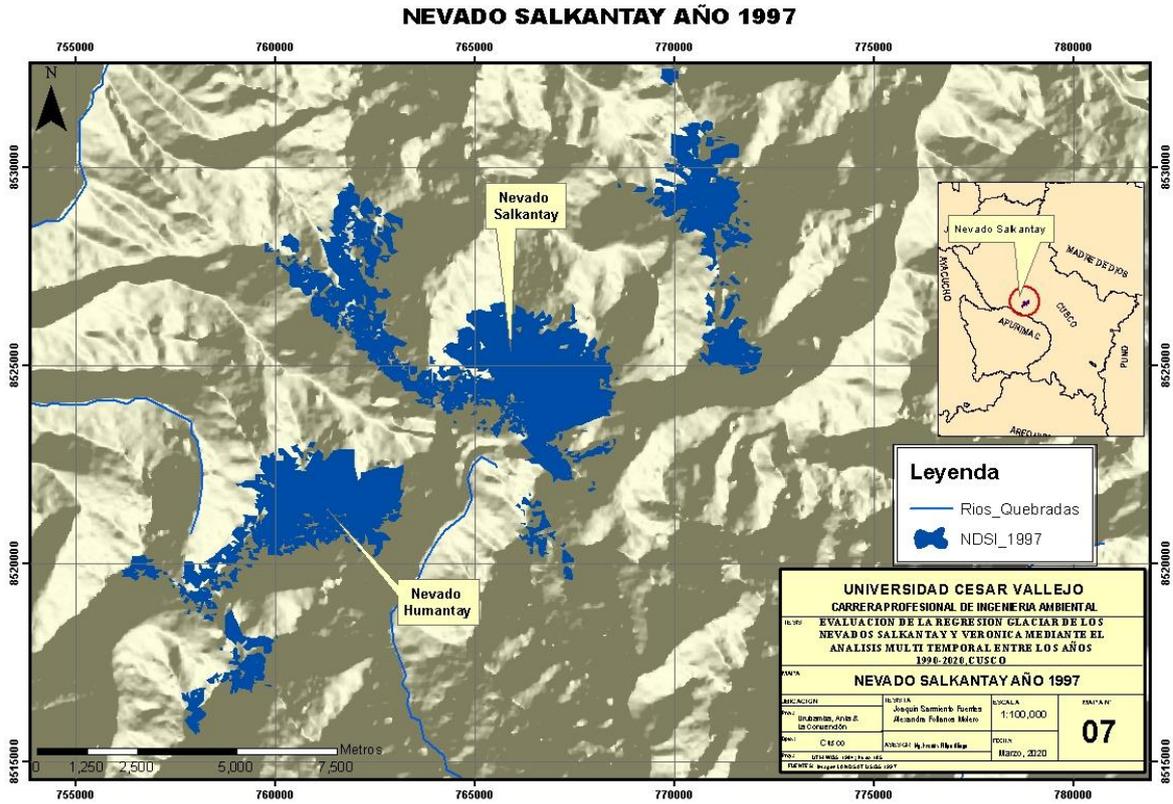


Figura 19: Nevado Salkantay año 1997

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: A continuación, en el presente mapa que corresponde al nevado de Salkantay para el año 1997 se obtuvo que la masa glaciar es de 34.4818 km², perdiendo un total de 5.5175 km² en comparación con el año de 1990 en un intervalo de siete años.

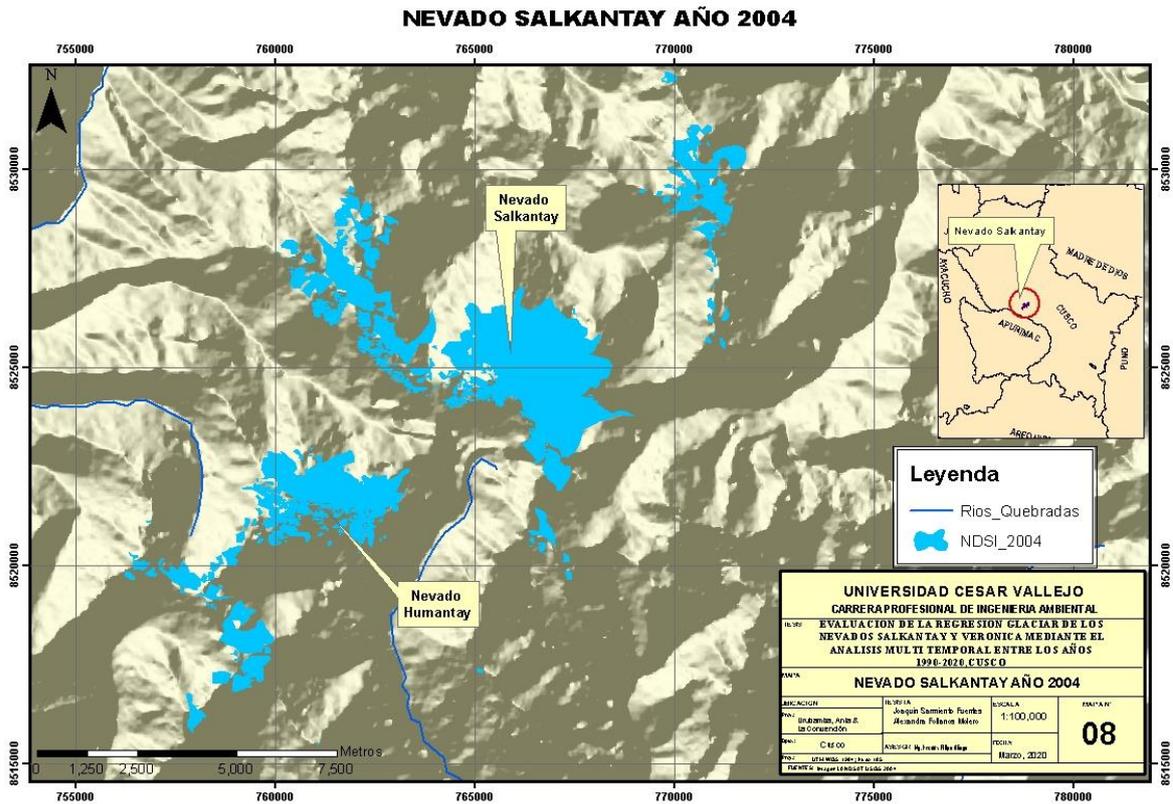


Figura 20: Nevado Salkantay año 2004

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En este mapa que es el del nevado Salkantay para el año de 2004 se obtuvo un área glaciaria de 26.8769 km², que si la comparamos con el mapa anterior que corresponde al del año 1997 se perdió un área total de masa glaciaria de 7.6049 hectáreas.

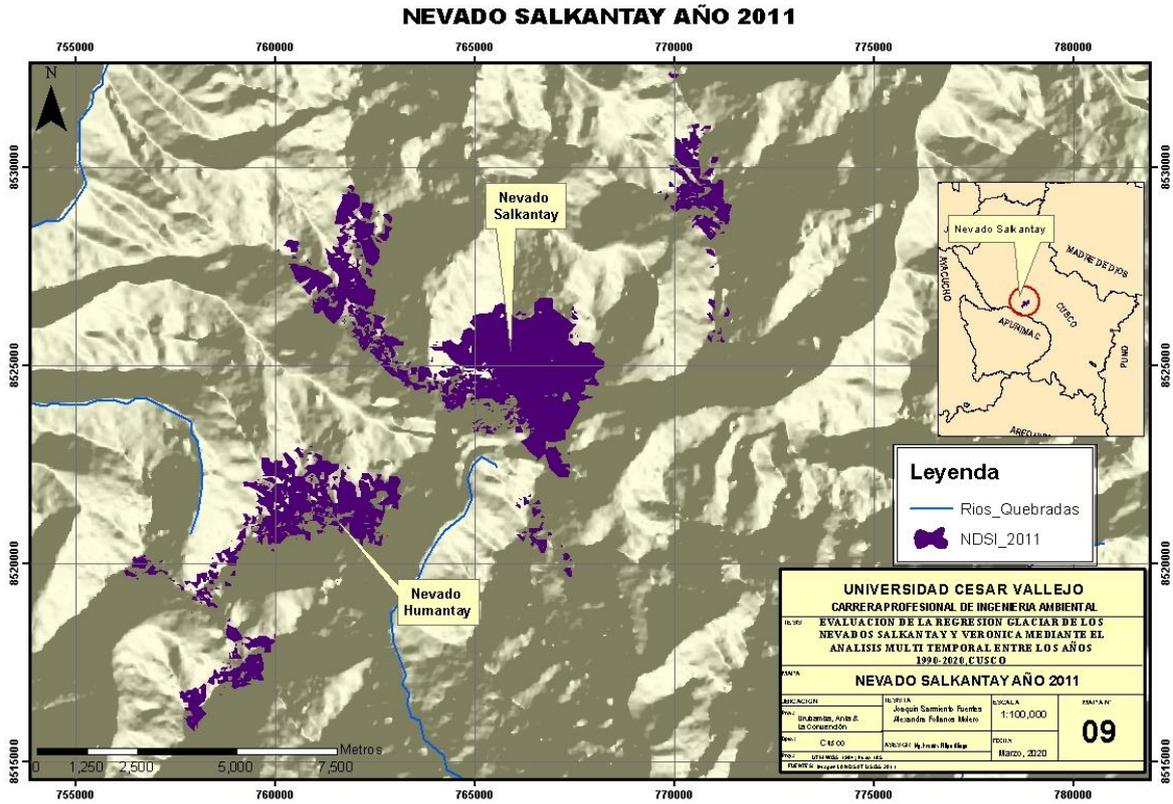


Figura 21: Nevado Salkantay año 2011

Fuente: Elaboración propia

Interpretacion: En el mapa a continuación que corresponde al nevado Salkantay del año 2011 se pudo ver que el área de la masa glaciara es de 24.5228 km² y en comparación con el año 2004 se perdió un área total de masa glaciara de 2.3541 km².

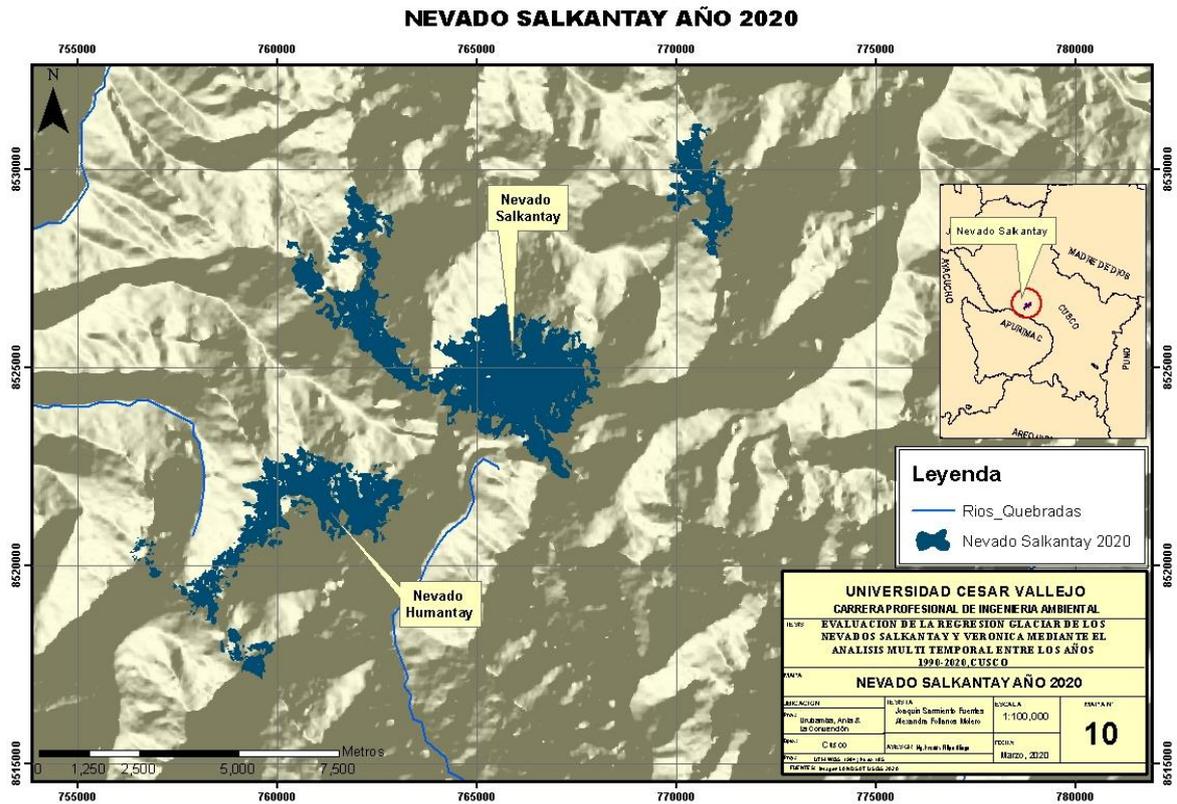


Figura 22: Nevado Salkantay año 2018

Fuente: Elaboración propia

Interpretacion: En el presente mapa que corresponde al nevado del Salkantay se puede obtener un área total de masa glaciar de 23.0735 km^2 que si la comparamos con el mapa del año 2011 se produjo una pérdida en el área de la masa glaciar de 1.4493 km^2 .

Que si tomamos con referencia el Salkantay para el año 1990 y la comparamos con el año 2020 se produjo una pérdida glaciar de 16.9258 km^2 de área glaciar perdidas en un lapso de 30 años cifra que representa el 42.32% de pérdida del nevado Salkantay.

Imágenes satelitales superpuestas.

Se realizó una superposición de con las imágenes satelitales del 1990 y 2020 para así observar la perdida de cobertura glaciar del nevado Salkantay

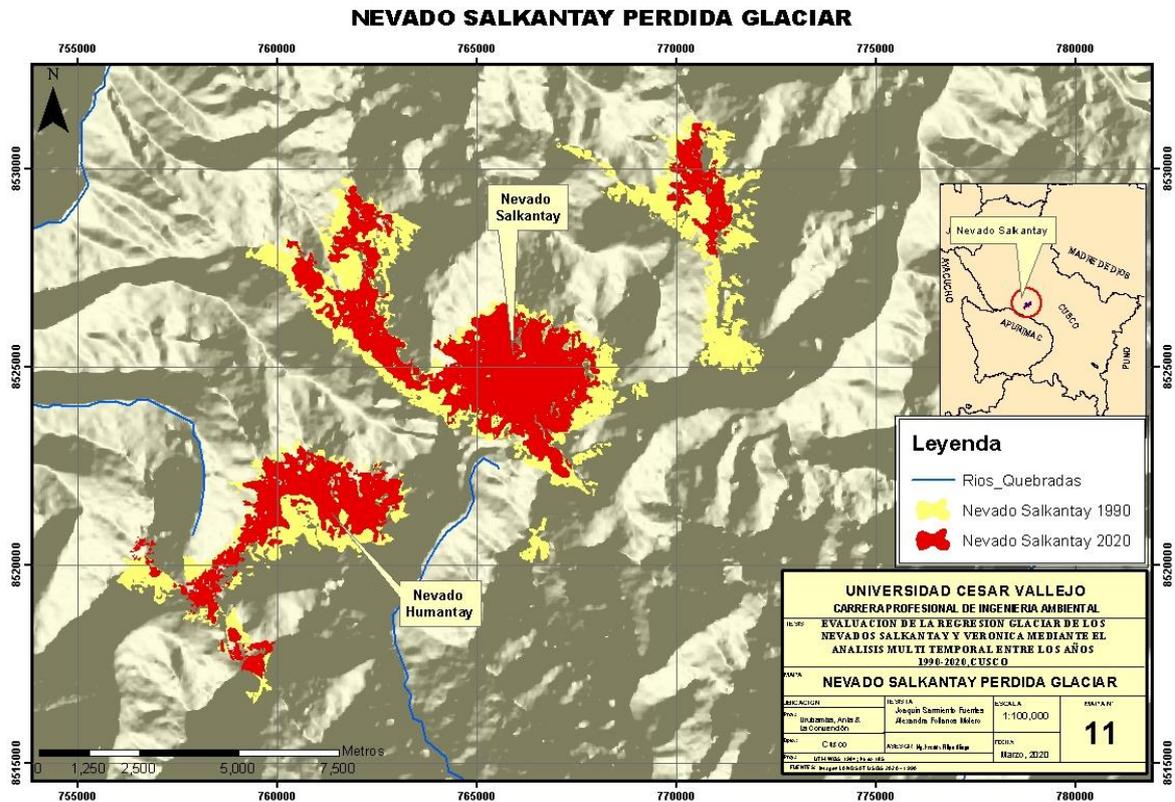


Figura 23: Superposición del nevado Salkantay.

Fuente: Elaboración propia.

Se realizó una superposición de con las imágenes satelitales del 1990 y 2020 para así observar la perdida de cobertura glaciar del nevado Salkantay..

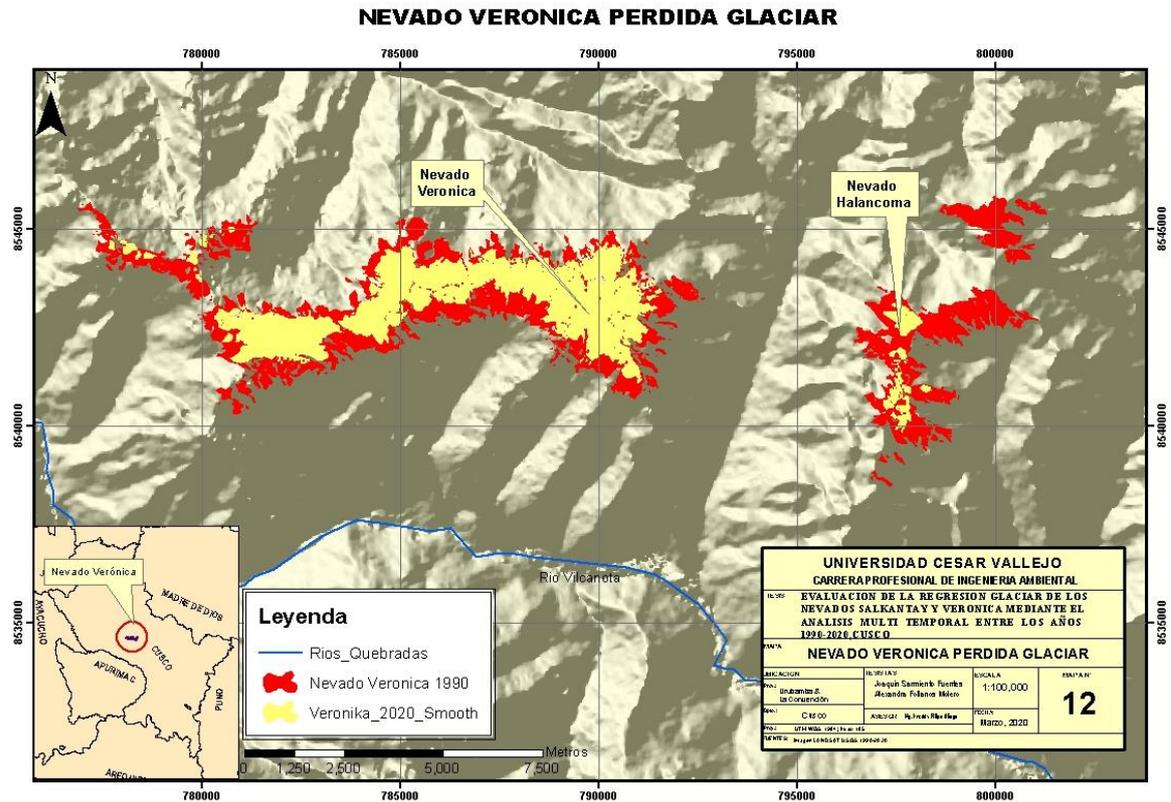


Figura 24: Superposición del nevado la Verónica

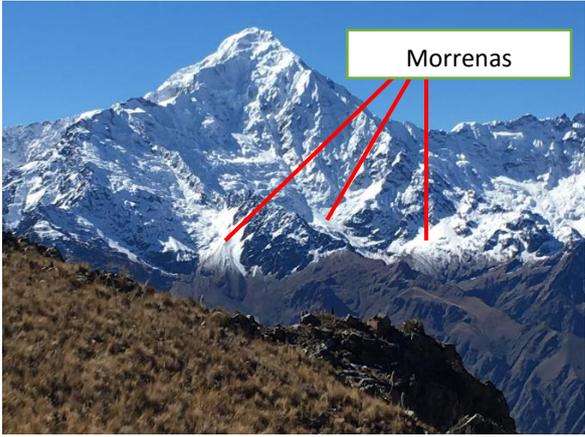
Fuente: Elaboración propia.

Se realizó una superposición de con las imágenes satelitales del 1990 y 2020 para así observar la perdida de cobertura glaciar del nevado la Verónica.

Geomorfología del nevado La Verónica.

A continuación en la tabla N°7, se dará a conocer la geomorfología presente del nevado la verónica, donde se pudo observar morrenas, grietas y circos glaciares.

Tabla 7: Geomorfología del Nevado la Verónica

Evidencia fotografica	Descripción geomorfológica
	<p>Como se puede observar en la imagen existe la presencia de morrenas, que son depósitos de derrubios (formaciones superficiales) en la zona de la perdida de cobertura glaciar.</p>
	<p>Como se ve a continuación se pudo identificar la presencia de dos grietas glaciares en el flanco derecho del nevado la Verónica, el hielo glaciar fluye al deformarse como consecuencia a las presiones que se producen en su interior, en un periodo de tiempo representativo la aparición o desaparición de grietas puede ser un parámetro de control para estudiar la evolución y estado glaciar. Rios, (2015)</p>

Fuente: Elaboración Propia

Geomorfología del nevado Salkantay.

A continuación en la tabla N°8, se dará a conocer la geomorfología presente del nevado la Salkantay, donde se pudo observar morrenas, grietas y circos glaciares.

Tabla 8: Geomorfología del Nevado la Verónica

Evidencia fotográfica	Descripción geomorfológica
 <p>Morrenas</p>	<p>Como se ve en la figura la presencia de morrenas, que son acumulaciones de Tills (fragmentos rocosos de distintos tamaños que arrastra la lengua glaciar). Su tamaño depende de la carga de materiales que transporta el glaciar.</p>
 <p>CIRCOS GLACIARES</p>	<p>Como se puede apreciar en la imagen del nevado Salkantay la presencia de circos glaciares que son cuencas rocosas semicirculares originada por el constante deslizamiento y frotamiento de hielo compacto en su zona de acumulación o alimentación.</p>

V. DISCUSIÓN

La presente investigación tuvo la finalidad de evaluar la regresión glaciaria de los nevados Salkantay y Verónica mediante el análisis multi-temporal entre los años 1990-2020, para así observar la pérdida del área de la cobertura glaciaria de los nevados estudiados.

En cuanto a al retroceso glaciario de los nevados respecto al tema, (Gil Mora, 2012) indica que para el año 2015-2020, todos los glaciares por debajo de los 5000 metros, han de desaparecer derretidos, pero en el estudio realizado podemos afirmar que este escenario se daría en los años siguientes al 2040. Porque para el estudio realizado en 30 años solo se tiene el 44.83% del nevado Verónica y el 57.68% del nevado Salkantay, tomando como referencia el año 1990 para ambos casos.

Situación semejante nuestra los resultados del autor John Anthony Paucar Ancco la que fue publicada, en el 2016 por la Universidad Tecnológica de los Andes Abancay Perú, titulada “Estudio del retroceso glaciario en el santuario nacional de Ampay y determinación de su influencia en la agricultura de la comunidad de Huayllabamba, distrito de Abancay, año 2016” que llega a la conclusión : Basado en la investigación que demostró cómo se han encontrado diversos comportamientos que suceden en ciertos nevados, podemos determinar también que se realizó una investigación en el Santuario Nacional de Ampay, donde encontramos un retroceso en el medio glaciario, de tal manera que hay una disminución significativa de la cobertura del glaciario, el cual en el trabajo de investigación actual también hay un retroceso considerable en los glaciares de los nevados Salkantay y Verónica por el cual se acepta los datos por el autor.

Como explica (Cardenas, 2017), La cartografía de superficie glaciaria elaborada a partir del cálculo del NDSI mostró una precisión notable debido a la marcada signatura espectral característica de la nieve que la diferencia de otras cubiertas, sin embargo, se debe efectuar un exhaustivo seguimiento a los niveles de píxeles generados en función de las fluctuaciones evidenciadas en este estudio.

Una preocupación que surge al respecto es la planteada previamente por (Zereceda, 2015), La cordillera Urubamba tiene un retroceso glaciario variable,

debido a que los valores obtenidos no son constantes a lo largo de los años. Para el año 2010 se calculó una superficie total de glaciares de 3075.11 hectáreas, que en relación al valor del año 1990 representa una disminución de un 62.76%, obteniéndose una tasa de desglaciación anual de 163.52 Ha/año.

VI. CONCLUSIONES

En base a los objetivos se llegaron a las siguientes conclusiones:

- A través del análisis de los cambios geomorfológicos del nevado la Verónica se obtuvo la presencia de morrenas y circos glaciares, por lo que se demuestra que hay una significativa pérdida de área glaciar.
- A través del análisis de los cambios geomorfológicos del nevado la Verónica se obtuvo la presencia de morrenas y circos glaciares, por lo que se demuestra que hay una significativa pérdida de área glaciar.
- El porcentaje de pérdida del área glaciar del nevado la Verónica, considerando para el año 1990 como el 100% de área glaciar, resulta que hubo un retroceso glaciar de 55.17 %. Asimismo el porcentaje de pérdida del área glaciar del nevado Salkantay, considerando para el año 1990 como el 100%, resulta que hubo un retroceso glaciar de 42.32%.
- El área del retroceso glaciar en el nevado la Verónica entre los años 1990 – 2020 ,utilizando el análisis multitemporal con el software ArcGIS 10.6, fue de un aproximado de 18.5147 Km², por lo que resulta que el retroceso glaciar es significativo. Asimismo El área del retroceso glaciar en el nevado Salkantay entre los años 1990 – 2020 ,utilizando el análisis multitemporal con el software ArcGIS 10.6, fue de un aproximado de 16.9258 Km², por lo que resulta que el retroceso glaciar es significativo.

VII. RECOMENDACIONES

1. Para futuros trabajos de investigación se recomienda a la Autoridad Nacional del Agua realizar monitoreos en los nevados Salkantay y La Verónica ya que no se registró una base de datos de monitoreo.
2. Realizar campañas de sensibilización sobre los temas del cambio climático, calentamiento global y malas prácticas ambientales que vienen influyendo directamente al retroceso de área glaciar.
3. Los métodos espaciales nos permiten analizar los fenómenos naturales de una forma más eficaz y objetiva, debido a que nos muestran los parámetros que mayormente se encuentran en bases de datos y estos son poco entendibles, en imágenes que revelan el cambio en la masa glaciar. Además, de esa manera se puede cuantificar que zonas son las más afectadas por el retroceso glaciar, y así las instituciones públicas y municipios puedan tener una herramienta para mejorar la toma de decisiones.
4. Los satélites Landsat 5 y 8 han generado resultados adecuados, tomando en consideración que la información digital se obtiene de forma gratuita, además abarca grandes extensiones de área en una sola escena con lo cual se reduce costes al aplicar investigaciones sobre pérdida de masa glaciar. Adicionalmente se puede usar otras combinaciones de bandas espectrales para realizar otro tipo de investigaciones relacionadas con vegetación, recursos hídricos.
5. Se recomienda realizar estudios posteriores sobre el volumen glaciar en los nevados la Verónica y Salkantay .

REFERENCIAS

- A.Sobrino, Jose. 2000. Teledeteccion. España : copyright, 2000.
- Acuña, Zoila. 2010. Guía del presupuesto participativo. Pro descentralizacion, págs. 10-80.
- Adsuar Mazón, Joaquin C. 2007. Principios de vuleos. España : Thomson Editores Sapin Paraninfo, S.A., 2007.
- ANA. [En línea] 4 de Julio de 2020. [Citado el: 20 de Diciembre de 2020.] <https://www.ana.gob.pe/noticia/peru-perdio-el-51-de-sus-glaciares-debido-al-cambio%20climatico#:~:text=El%20Ministerio%20de%20Agricultura%20y,estas%20reservas%20de%20agua%20s%C3%B3lida>.
- AUTORIDAD NACIONAL DE AGUA . 2014. 2014, INVENTARIO DE GLACIARES, págs. 40-56.
- Salas y otros, 2019. "Análisis histórico del retroceso glaciar en el nevado del Ruiz considerando el fenómeno de El Niño-Oscilación del Sur" Colombia : revista ud y la geomática, 2019.
- Leiva, Jenny Lorena Leiva. 2018. "ANÁLISIS MULTITEMPORAL DEL RETROCESO GLACIAR DE LOS NEVADOS DE COLOMBIA A TRAVES DE LA UTILIZACIÓN DE HERRAMIENTAS SIG". Bogota Colombia : s.n., 2018, Scielo, pág. 11.
- Diaz Aguilar y otros. 2017. "Análisis multi-temporal entre 1975 y 2015 sobre cambios de la cobertura glaciar en los nevados Allin Capac y Chichi Capac, Perú", Scielo, págs. 1-7.
- Ariza, Alexander. 2013. Descripción y Corrección de Productos Landsat 8 LDCM. Bogotá : s.n., 2013.
- Suarez, W. 2015. Balance Energético Neto (2012-2014) y Evolución Temporal. Revista Peruana Geo, págs. 80-92.
- Bernal, C. 2010. Metodología de la investigación. [En línea] 29 de Septiembre de 2010. <https://docs.google.com/file/d/0B7qpQvDV3vxvUFpFdUh1eEFCSU0/edit>
- C., Cea Lopez. s.f.. Mejoras en la determinacion de la cubierta nival mediante imagenes Landsat y Modis. Barcelona : s.n., s.f.

Bulge Gutiérrez, W y Custodio, M. 2020. Cambio climático y retroceso glaciar en la Cordillera Huaytapallana. Huancayo : Tecnología y Ciencias del Agua IMTA, 2020, Tecnología y ciencias del agua, Vol. 11, págs. 229-261.

Camins Just, Jordi. Gelicehielo. [En línea] [Citado el: 25 de Diciembre de 2020.]

http://www.gelicehielo.com/index.php?option=com_content&view=article&id=2&Itemid=3&lang=es

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.

Cardenas, Alexander Dioses. 2017. Dinámica de la cobertura glaciar del nevado Huascarán y de las lagunas glaciares adyacentes entre 1990 y el 2017 mediante la teledetección. LIMA - PERU : s.n., 2017.

Cárdenas, José. 2005. Geología y geodinamica en la quebrada Runtumayo-nevado Veronica (Cusco) alud y flujo de detritos . Lima : Sociedad Geológica del Perú , 2005.

Calizaya Latasi, Elmer y Mejía Marcacuzco, Jesús. 2018. Modelamiento de la desglaciación de los nevados de la cuenca del Río Santa y su impacto en los residuos hídricos. Lima : redalyc.org, 2018.

Carmona, Raúl Rivas y Facundo. 2014. Estimación de parámetros biofísicos de superficie a partir de datos de satélite. Bahía Blanca : s.n., 2014.

Chura, Hernan. 2018. ANALISIS MULTITEMPORAL DEL RETROCESO DEL NEVADO. PUNO : s.n., 2018.

Chuvieco, Emilio. 1990. Fundamentos de la Teledetección Espacial. Barcelona : Rialp, 1990.

Chuvieco, Emilio. 1995. Fundamntos de Teledeteccion. 1995, págs. 90-93. Clasificación no supervisada con imágenes a color de cobertura terrestre.

Coronel, Yonatan Tarazona. 2012. Aplicacion de la teledeteccion como una herramienta para el analisis multitemporal del retoceso glaciar en el nevado Pasturi debido alcambio climatico. Lima : s.n., 2012.

CORTES-RAMOS, Jorge y DELGADO-GRANADOS, Hugo. Reconstruction of glacier area on Citlaltépetl volcano, 1958 and implications for Mexico's deglaciation rates. Geofís. Intl [online]. 2015, vol.54, http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0016-71692015000200111&lang=es

Diaz y Bejarano. 2017. Analisis Multitempotal del retroceso glaciar del volcan nevado Cotopaxi- Ecuador entre los años 1998,2007 y 2006. Ecuador : Scielo, 2017.

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.

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 .

Facultad de Ciencias Exactas UNCPBA. 2012. Resolucion de imagenes. 2012. Fernandez Navarro, Hans. 2020. Fundacion de Glaciares Chilenos. Fundacion de Glaciares Chilenos. [En línea] 20 de Abril de 2020. [Citado el: 23 de Diciembre de 2020.] <https://www.glaciareschilenos.org/notas/claves-para-conocer-la-evolucion-de-los-glaciares-a-traves-del-paisaje-morrenas/> .

Fonseca, Jhon Jairo y Gomez, Siliva Maria. 2013. Análisis Multitemporal Mediante imagenes landstand. Bogota : colombia, 2013.

Franca, Julio Andre Esteban Maturana. 2015. Analisis del retroceso glaciar y su influencia en la disponibilidad de recursos hidricos en la cuenca del rio Olivares. Universidad de Chile. Chile : s.n., 2015. pág. 167. 2.

Francou, B. 2014. Glaciares de los Andes Tropicales, Víctimas del Comunidad Andina de Naciones), PRAA (Proyecto. 2014, nstitutud de Recherche Pour Le Developpement), pág. 99.

Gallegos, Fernandez y Sanchez. 2012. Contaminación Atmosférica. Madrid : Edicion Digital , 2012.

- Gil Mora. 2012. Retroceso glaciario y cambio climático en los Andes peruanos , principales impactos. 2012.
- GLIMS Data at NSIDC. 2006. National Snow and Ice Data Center. 2006, Global, pág. 29.
- González, Francisco Eugenio. 2013. Tutorial de teledetección espacial. Gran Canaria : s.n., 2013.
- Hernández Sampieri, Roberto y Fernández Collado, Carlos. 2014. Metodología de la investigación. sexta. México : s.n., 2014.
- INAIGEM. 2019. [En línea] NOVIEMBRE de 2019. file:///C:/Users/Usuario/Downloads/2-Texto%20del%20art%C3%ADculo-10-2-10-20191016.pdf.
- Inche, Jorge L. 2004. Gestión de la calidad del aire: causas, efectos y soluciones. Lima : Biblioteca - UNMSM, 2004.
- Instituto del Mar del Perú. 2015. Instituto del Mar del Perú. [En línea] 20 de Diciembre de 2015. http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/index.php?id_seccion=I01780905000000000000 .
- IPCC. 2007. Informe del Panel Intergubernamental de Cambio. FMI.
- Kaser, G y Osmaton, H. 2002. Tropical Glaciers. Washington : UK, 2002.
- Kaul, Manmohan Nath. 1990. Glacial and fluvial geomorphology of Western Himalaya. India : s.n., 1990. pág. 111.
- Kenneth, Wark y Cecil F., Warner. 2000. Contaminación del Aire "Origen Control". México, D.F. : LIMUSA, 2000.
- Macedo y otros. 2010. 2010, Scielo, pág. 12.
- Mayo, Adriana. 2016. Ambiental.net. ambiental net. [En línea] 1 de agosto de 2016. <http://ambiental.net/2016/08/perdida-de-glaciares-por-cambio-climatico-en-peru/> .
- Medina, Gilberto y Mejía, 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.

Mejia y otros 2011. Análisis multitemporal y multifractal de la deglaciación de la Cordillera Parón en los Andes de Perú. Lima : s.n., 2011.

Monroe, James, Wicander, Reed y Pozo, Manuel. 2008. Geología, dinámica y evolución de la tierra. Madrid : Copyright, 2008. 4.

Mora, Gil. 2012. Cusco : s.n., 2012.

Mora, Juan Eduardo Gil. s.f.. Retroceso glaciar y cambio climático en los andes peruanos: principales impactos. Cusco : s.n., s.f.

Moya Bendezú, Enrique. 2008. Gestión de agua para enfrentar al cambio climático. Ancash : Soluciones Prácticas, 2008.

Olvera, Leticia. 2019. Órgano informativo de la universidad nacional autónoma de México. órgano informativo de la universidad nacional autónoma de México.

Pérez Navarro, Antonio. 2011. Introducción a los sistemas de información geográfica y geotelemática. Barcelona : UOC, 2011.

Ribas, Anchel Belmonte. 2017. Los glaciares: un recurso educativo dentro y fuera del aula. Boltaña : s.n., 2017.

Rios, Lorena Hernanz. 2015. Geografía Física de áreas de Montaña. San Juan - Argentina : s.n., 2015.

Ruiz, V. 2013. Estación Experimental para el Estudio del Trópico Seco. Nicaragua : s.n., 2013.

Sampieri, H, Fernández, R y Baptista, C. 2014. Metodología de la investigación. Mexico : Mc Graw Hill education, 2014.

Senamhi. La Meteorología. Lima : s.n.

Shuttleworth, Martyn. 2015. Explorable. [En línea] 4 de Febrero de 2015. <https://explorable.com/es/diseño-experimental-verdadero> .

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.

Sobrino, Jose. 2000. Teledetección. España : Copyright, 2000.

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 : s.n., 2015.

- Susan Solomon, Dahe Qin, Martin Manning. 2018. Informe aceptado por el Grupo de Trabajo I del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático pero no aprobado en detalles. Estados Unidos. : s.n., 2018.
- Synnove, Kari. 2019. Atlas de Glaciares y aguas Andinos. 2019.
- Tar buck, Edward. 2015. Glaciares y glaciaciones. Madrid : s.n., 2015.
- Tobar y otro. 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 : s.n., 2016.
- USGS. Science for a changing world. Science for a changing world. [En línea] [Citado el: 26 de Diciembre de 2020.]
<https://www.usgs.gov/core-science-systems/nli/landsat/landsat-8> .
- 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 .
- 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 .

Anexo 3: Instrumentos de recolección de datos.

VALIDACION DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Perez Romero Hugo D. Austral-Cusco
 1.2. Cargo e institución donde labora: Viceministro Académico UCV
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Investigación
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Validación de instrumentos metodológicos de los docentes
 1.5. Autor(A) del instrumento: Alfonso Estrella, Joaquín Escamante Fuentes

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													✓
2. OBJETIVIDAD	Está expresando en conductas observables.													✓
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													✓
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													✓
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.													✓
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar aspectos de las estrategias.													✓
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													✓
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													✓
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													✓
10. PERTINENCIA	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.													✓

III. OPINION DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X
--
95%

Cusco 02-10 del 2020

Hugo Pérez Romero
VICEMINISTRO ACADÉMICO
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
C.V. CH N° 0 - 1393

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

CIP.....

DNI 22863130 TEL: 984403580

VALIDACION DEL INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Compañero Marco Walde Enrique
 1.2. Cargo e institución donde labora: Director Afueras de Marketing U. Arequipa
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Enq. Administrativa
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Validación de datos cuantitativos de los neuróns
 1.5. Autor(A) del instrumento: Alexandra Follanco Molero, Joaquin A. Sarmiento Fuentes

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													✓
2. OBJETIVIDAD	Está expresando en conductas observables.													✓
3. ACTUALIDAD	Este adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													✓
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													✓
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.													✓
6. INTENCIONALIDAD	Este adecuado para valorar aspectos de las estrategias.													✓
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													✓
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													✓
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													✓
10. PERTINENCIA	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.													✓

III. OPINION DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALIDACION

X
-
95%

Cusco, 02/10 del 2020


Dr. Waldo Enrique Compañero Morra
 ESPECIALIDAD GESTION PUBLICA

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

CIP.....

DNI: 2397212 TEL: 924642727

VALIDACION DEL INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Sánchez Ortiz, Ricardo
 1.2. Cargo e institución donde labora: Director Académico - U. Arequipa
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Administración - Investigación
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Recopilación de datos sociológicos de alumnos
 1.5. Autor(A) del instrumento: Alexandra, Fátima, Malena, Joaquin A. Sarmiento Fuentes

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE					ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100		
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													✓		
2. OBJETIVIDAD	Está expresando en conductas observables.													✓		
3. ACTUALIDAD	Este adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													✓		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													✓		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.													✓		
6. INTENCIONALIDAD	Este adecuado para valorar aspectos de las estrategias.													✓		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													✓		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													✓		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													✓		
10. PERTINENCIA	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.													✓		

III. OPINION DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALIDACION

✓
- -
95%

Cusco, 02 de 10, del 2020


 Dr. Ricardo Sánchez Ortiz
 ESPECIALIDAD ADMINISTRACIÓN EDUCATIVA

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

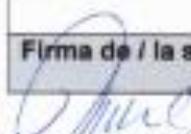
CIP.....

DNI 23207533 TEL 984611663

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

I. DATOS PERSONALES	
APELLIDOS	
NOMBRE	
ESCUELA	
E-MAIL	
II. DATOS GENERALES	
OBJETIVOS	
AMBITO	
UBICACIÓN	
III. INFORMACION	
FOTOGRAFIA	DESCRIPCIÓN

Fecha	
--------------	--

Firma de / la solicitante	
	
Dr. Waldo Enrique Compañero Morro ESPECIALIDAD GESTION PUBLICA	Dr. Ricardo Sánchez Ortiz ESPECIALIDAD ADMINISTRACION EDUCATIVA
 N. Diego Enriquez Romero ES- FICHAJE TERCER ED. SUPERIOR C.H. N° 40 - 1393	

VALIDACION DEL INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Enrique Ramos Hugo
 1.2. Cargo e institución donde labora: Vicerrector Académico UCV
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Investigación Soc.
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de valoración de planes de tesis de los nuevos
 1.5. Autor(A) del instrumento: Alexandra, Fabiana, Lidia, Joaquín A. Samián, Frank

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													✓
2. OBJETIVIDAD	Está expresando en conductas observables.													✓
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													✓
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													✓
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													✓
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar aspectos de las estrategias													✓
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													✓
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													✓
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													✓
10. PERTINENCIA	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación													✓

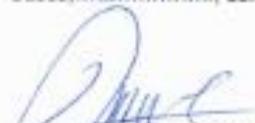
III. OPINION DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALIDACION

✓
-
95%

Cusco, 02 de 10, del 2020


Diego Enrique Romero
 ES INVESTIGADOR SUPERIOR
 CIP N° 0 - 1393

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

CIP.....

DNI: 2386753 TEL: 984407580

VALIDACION DEL INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Sánchez Ortiz, Flavio Ricardo
 1.2. Cargo e institución donde labora: Director Alumnos U. Andino
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Administración - Marketing
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de Recolección de datos del caso de los mercados
 1.5. Autor(A) del instrumento: Alexander, Fabiano Medus, Joaquín A. Scarmiento Fuentes

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													✓
2. OBJETIVIDAD	Está expresando en conductas observables.													✓
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													✓
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica													✓
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													✓
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar aspectos de las estrategias													✓
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													✓
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													✓
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													✓
10. PERTINENCIA	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación													✓

III. OPINION DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALIDACION

✓
--
95%

 Cusco, 02-10, del 2020



Dr. R. Ricardo Sánchez Ortiz
 ESPECIALIDAD ADMINISTRACIÓN EDUCATIVA

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

CIP.....

 DNI. 2779253 TEL: 9246111763

VALIDACION DEL INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Campaña María Yvelin Enrique
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Academia de Marketing - U. Arceles
 1.3. Especialidad o línea de investigación: Eng. Administrativa
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Escala de Satisfacción de Actos del Que es los Nuevos
 1.5. Autor(A) del instrumento: Alexandra Flores Torres, Jorgina A. Escamoteo Fuentes

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													✓
2. OBIETIVIDAD	Esta expresando en conductas observables.													✓
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													✓
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													✓
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.													✓
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar aspectos de las estrategias.													✓
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													✓
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													✓
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													✓
10. PERTINENCIA	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.													✓

III. OPINION DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALIDACION

 Cusco, 02 de 10 del 2020

X
- -

95%


Dr. María Enrique Campaña Morra
 ESPECIALIDAD GESTION PUBLICA

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

CIP.....

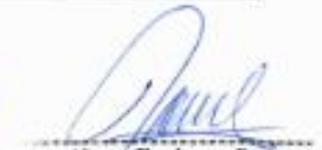
 DNI. 21977923 TEL: 984648727

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ÁREA DE LOS NEVADOS

COORDENAS GEOGRÁFICAS		
ÁREA DE LA SUPERFICIE DEL NEVADO		
1990		
1997		
2004		
2011		
2020		


Dr. Waldo Enrique Campana Morro
ESPECIALIDAD GESTIÓN PÚBLICA


Dr. Ricardo Sánchez Ortiz
ESPECIALIDAD ADMINISTRACIÓN EDUCATIVA


Hugo Enriquez Romero
ESPECIALIDAD EN INGENIERÍA DE SUPERIOR
C.P. CH N° 0 - 1393

Anexo 4: Matriz de Consistencia.

Evaluación de la regresión glaciaria de los nevados Salkantay y Verónica mediante el Análisis multi-temporal entre los años 1990-2020, Cusco						
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida
<p>¿Cuánto de área glaciaria se perdió en los nevados Verónica y Salkantay entre los años 1990-2020?</p> <p>Problema específico</p> <p>PE1: ¿Cuáles son los cambios geomorfológicos del nevado La Verónica?</p> <p>PE2: ¿Cuales son los cambios geomorfológicos del nevado Salkantay?</p> <p>PE3: ¿Cuál es el porcentaje de la pérdida de área glaciaria de los nevados Verónica y Salkantay?</p>	<p>Determinar el área del retroceso glaciaria en los nevados Verónica y Salkantay entre los años 1990-2020 utilizando el análisis multitemporal, Cusco</p> <p>Objetivo específico</p> <p>OE1: Analizar los cambios en la geomorfología del nevado la Verónica.</p> <p>OE2: Analizar los cambios en la geomorfología del nevado Salkantay.</p> <p>OE3: Determinar el porcentaje de pérdida del área glaciaria de los nevados la Verónica y Salkantay.</p>	<p>La aplicación del análisis multitemporal en el programa de ArcGIS sobre los nevados Salkantay y la Verónica permite cuantificar el área de la pérdida de nevados desde 1990 al 2020</p> <p>Hipótesis específica</p> <p>HE1: Con el actual calentamiento global y teniendo en cuenta otros factores se alteró la geomorfología existente del nevado Verónica.</p> <p>HE2: Con el actual calentamiento global y teniendo en cuenta otros factores se alteró la geomorfología existente del nevado Salkantay.</p> <p>HE3: La aplicación del análisis multitemporal permite cuantificar la cobertura glaciaria de los nevados Salkantay y la Verónica entre 1990 al 2020.</p>	<p>V.I</p> <p>Pérdida de cobertura glaciaria</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Superficie 	<ul style="list-style-type: none"> • Área 	Km ²
				<ul style="list-style-type: none"> • Formaciones geomorfológicas 	<ul style="list-style-type: none"> • Morrenas • Grietas • Circos 	Descriptiva
			<p>V.D</p> <p>Análisis multitemporal</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Años de estudio 	<ul style="list-style-type: none"> • Área 	Km ²
				<ul style="list-style-type: none"> • Formaciones 	Descriptiva	

Anexo 5: Galería Fotográfica del nevado Salkantay





Anexo 6: Galería Fotográfica del nevado la Verónica.







Declaratoria de Originalidad del Autor / Autores

Nosotros, FOLLANOS MOLERO AALEXANDRA Y SARMIENTO FUENTES JOAQUIN ALEJANDRO estudiante(s) de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y Escuela Profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, declaro (declaramos) bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación / Tesis titulado: " EVALUACIÓN DE LA REGRESIÓN GLACIAR DE LOS NEVADOS SALKANTAY Y VERONICA MEDIANTE EL ANÁLISIS MULTI-TEMPORAL ENTRE LOS AÑOS 1990-2020, CUSCO ", es de mi (nuestra) autoría, por lo tanto, declaro (declaramos) que el Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He (Hemos) mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico otítulo profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo (asumimos) la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Apellidos y Nombres del Autor	Firma
FOLLANOS MOLERO ALEXANDRA DNI: 71710994 ORCID: 0000-0003-4138-1121	
SARMIENTO FUENTES JOAQUIN ALEJANDRO DNI: 70134521 ORCID: 0000-0003-2891-5256	