



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TOPOGRÁFICA Y
AGRIMENSURA



RELACIÓN DE LA DISMINUCIÓN DE LA COBERTURA
GLACIAR DEL NEVADO ANANEA CON LA TEMPERATURA Y
PRECIPITACIÓN ENTRE 1985 - 2021 UTILIZANDO LA
PLATAFORMA GEE

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. RUDY JOEL MAMANI MARCA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO TOPÓGRAFO Y AGRIMENSOR

PUNO – PERÚ

2022



DEDICATORIA

Dedicada de todo corazón a mi madre Rosa y a mi padre Javier quienes me brindan en cada momento su cariño, apoyo y ejemplo. También lo dedico a mis dos hermanos: Roberth y German por su paciencia y motivación.

A mis amigos y amigas que formaron parte de mi vida universitaria quienes compartimos momentos únicos e inolvidables.

Joel



AGRADECIMIENTOS

A la universidad Nacional del Altiplano, a la escuela profesional de Ingeniería Topográfica y Agrimensura por acogerme en sus aulas y haberme brindado los conocimientos en mi formación profesional.

Al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) por haberme brindado la información necesaria para esta investigación.

Al Ph.D. Elmer Elio Calizaya Llatasi por brindarme su apoyo y orientación durante mi formación profesional, así como la ejecución de este trabajo de investigación.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

INDICE DE TABLAS

INDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 12

ABSTRACT..... 13

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 14

1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA 16

1.2.1. Pregunta general 16

1.2.2. Preguntas específicas..... 16

1.3. HIPOTESIS DE LA INVESTIGACION..... 16

1.4. JUSTIFICACION DEL ESTUDIO..... 16

1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION..... 17

1.5.1. Objetivo general 17

1.5.2. Objetivos específicos..... 17

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION..... 18

2.1.1. Antecedentes Internacionales 18

2.2.2. Antecedentes Nacionales..... 19



2.2.3. Antecedentes Locales	22
2.2. MARCO TEORICO	23
2.2.1. Glaciar	23
2.2.2. Los glaciares andinos tropicales.....	24
2.2.3. Calentamiento Global.....	25
2.2.4. Precipitación.....	26
2.2.5. Temperatura máxima del aire.....	27
2.2.6. Temperatura mínima del aire	27
2.2.7. Percepción Remota.....	27
2.2.8. Índice Diferencial Normalizado de nieve (NDSI).....	28
2.2.9. Satélite MODIS	29
2.2.10. Programa Landsat.....	31
2.2.11. Satélite LandSat 4 y 5 – MSS y TM.....	32
2.2.12. Landsat 8-9 (OLI) y (TIRS)	33
2.2.13. Google Earth Engine	35
2.2.14. Catálogo de datos GEE	36
2.2.15. Arquitectura de la plataforma GEE.....	37
2.2.16. JavaScript	38

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES E INSTRUMENTOS.....	40
3.2. ZONA DE ESTUDIO	41
3.2.1. Ubicación política	41
3.2.2. Ubicación Geográfica.....	41
3.3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	42



3.3.1. Diseño de la investigación.....	42
3.3.2. Tipo de investigación	42
3.3.3. Método de investigación	43
3.3.4. Población.....	43
3.4. PROCEDIMIENTOS	43
3.4.1. Recopilación de fuentes de información de datos imágenes Landsat	43
3.4.2. Información meteorológica	44
3.5. PROCEDIMIENTO PRIMER OBJETIVO ESPECIFICO	44
3.5.1. Mapas mensuales de la cobertura de nieve del nevado Ananea obtenidas por la plataforma GEE	51
3.5.2. Análisis estadístico.....	59
3.6. PROCEDIMIENTO SEGUNDO OBJETIVO ESPECIFICO	60
3.6.1. Coeficiente de correlación de Pearson	62
3.6.2. Análisis de regresión simple	63
3.6.3. Método de mínimos cuadrados	63
3.7.4 Coeficiente de determinación.....	64
CAPITULO IV	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1. RESULTADOS PARA EL PRIMER OBJETIVO ESPECIFICO.....	65
4.2. RESULTADOS PARA SEGUNDO OBJETIVO ESPECIFICO	66
4.2.1. Análisis Estadísticos de Área y Temperatura Media anual.....	66
4.2.2. Parámetros del modelo (Área y temperatura máxima).....	69
4.2.3. Ecuación del modelo (AREA) con relación a la temperatura media máxima anual	69
4.2.4. Análisis estadísticos de área y precipitación	73



4.2.5. Regresión de la variable área y precipitación.....	75
4.2.6. Parámetros del modelo (Área y precipitación).....	75
4.2.7. Ecuación del modelo (Área) con relación a la precipitación media anual	76
4.3. ANÁLISIS DE HIPÓTESIS CORRELACION LINEAL MULTIPLE	80
4.4. DISCUSIONES.....	82
V. CONCLUSIONES.....	83
VI. RECOMENDACIONES	84
VII. REFERENCIAS BIBLOGRAFICAS	85
ANEXOS.....	91
ANEXOS-1.....	92
ANEXOS-2.....	94
ANEXOS-3.....	111

ÁREA: Sistemas de Información Geográfica

TEMA: Ciencias Naturales

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 21 de octubre del 2022



INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Cantidad y extensión superficial de los glaciares por cordilleras y altitudes	25
Tabla 2	Características del satélite MODIS	30
Tabla 3	Características Landsat 4 y 5 – MSS y TM.....	33
Tabla 4	Características de las Landsat 8-9 (OLI) y (TIRS).....	34
Tabla 5	Información de la estación climatológica Ananea	44
Tabla 6	Interpretación del grado de correlación de Pearson	59
Tabla 7	Datos de temperatura media anual y cobertura glaciar periodo 2003 - 2021	60
Tabla 8	Datos de la cobertura glaciar y los datos de precipitación acumulada solicitados por el Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología	61
Tabla 9	Área de cobertura de nieve mensual periodo 1985 – 2021	65
Tabla 10	Estadísticos descriptivos Área y Temperatura Máxima	67
Tabla 11	Matriz de correlaciones área y temperatura media anual	68
Tabla 12	Tabla regresión de la variable área y temperatura máxima.....	68
Tabla 13	Parámetros del modelo (Área y temperatura máxima).....	69
Tabla 14	Predicciones y residuos (Área y temperatura máxima).....	70
Tabla 15	Estadísticos descriptivos área y precipitación	73
Tabla 16	Matriz de correlación en relación con (Área y precipitación).....	74
Tabla 17	Estadísticos de bondad del ajuste (Área y precipitación).....	75
Tabla 18	Parámetros del modelo (Área y precipitación).....	75
Tabla 19	Predicciones y residuos (área y precipitación).....	77
Tabla 20	Interpretación del grado de correlación.....	80
Tabla 21	Estadísticas de la regresión múltiple	81



INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Partes del glaciar	23
Figura 2	Glaciares de los andes	24
Figura 3	Elementos de percepción remota	28
Figura 4	Cronología e historia de las misiones Landsat.....	32
Figura 5	Arquitectura de la plataforma GEE.....	38
Figura 6	Mapa de ubicación de la zona de estudio.....	42
Figura 7	Plataforma de Google Earth Engine	43
Figura 8	Imagen Satelital Landsat 5 TOA plataforma GEE	45
Figura 9	Imagen Satelital Landsat 8 TOA plataforma GEE	45
Figura 10	Imagen satelital MODIS por la plataforma GEE.....	46
Figura 11	Zona de estudio por la plataforma GEE.....	47
Figura 12	Procedimiento metodológico mediante el editor de código de GEE para zona de estudio y fecha de obtención de datos.....	47
Figura 13	Combinación de bandas Landsat 05 por GEE	48
Figura 14	Procedimiento metodológico mediante el editor de código de GEE para NDSI y cálculo de área por proyección acimutal de Lambert.	49
Figura 15	Procedimiento metodológico mediante el editor de código de GEE para exportar imagen en formato TIFF.....	49
Figura 16	Índice diferencial normalizado de nieve (NDSI) obtenido por GEE	50
Figura 17	Mapas mensuales de la cobertura de nieve año 1985	51
Figura 18	Mapas mensuales de la cobertura de nieve año 1990	52
Figura 19	Mapas mensuales de la cobertura de nieve año 1995	53



Figura 20 Mapas mensuales de la cobertura de nieve año 2000	54
Figura 21 Mapas mensuales de la cobertura de nieve año 2005	55
Figura 22 Mapas mensuales de la cobertura de nieve año 2010	56
Figura 23 Mapas mensuales de la cobertura de nieve año 2015	57
Figura 24 Mapas mensuales de la cobertura de nieve año 2021	58
Figura 25 Comportamiento del área de cobertura glaciar vs años	66
Figura 26 Comportamiento de la temperatura media anual vs años	67
Figura 27 Regresión lineal de Área con respecto a la Temperatura media anual	70
Figura 28 Residuos estandarizados de Área y temperatura máxima.....	71
Figura 29 Área y temperatura máxima de residuos estandarizados	71
Figura 30 Pred Área y temperatura máxima	72
Figura 31 Residuos estandarizados / Área y temperatura máxima	72
Figura 32 Comportamiento de la precipitación acumulada anual vs años	73
Figura 33 Regresión lineal de Área con respecto a la Temperatura media máxima anual	76
Figura 34 Residuos estandarizados / Área y precipitación.....	77
Figura 35 Área / residuos estandarizados en relación a la precipitación.....	78
Figura 36 Pred (Área y precipitación) / Residuos estandarizados.....	78
Figura 37 Pred (Área y precipitación).....	79
Figura 38 Residuos estandarizados – Área y precipitación.....	79



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

ANA	: Autoridad Nacional del Agua
API	: Application Programming Interfaces
ETM	: Enhanced Thematic Mapper Plus
GEE	: Google Earth Engine
INAIGEM	: Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de montaña
IPCC	: Intergovernmental Panel on Climate Change
LANDSAT	: Land Remote Sensing Satellite
IANIGLA	: Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales
MMS	: Multispectral Scanner
MODIS	: Moderate-Resolution Imaging Spectroradiometer
NASA	: National Aeronautics and Space Administration
NDSI	: Índice Diferencial Normalizado de Nieve
OLI	: Operational Land Imager
SENAMHI	: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
TIFF	: Tagged Image File Format
TIRS	: Thermal Infrared Sensor
TM	: Thematic Mapper
TOA	: Top Of Atmosphere
UNESCO	: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
USGS	: United States Geological Survey
WGS	: World Geodetic System



RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en el distrito de Ananea provincia de San Antonio de Putina del departamento de Puno entre las coordenadas Norte: 8383428.60 m; Este: 454998.14 m en el sistema de coordenadas UTM WGS 84 en la zona 19S con el objetivo general de relacionar la disminución de cobertura glaciar del nevado Ananea con la temperatura y precipitación entre 1985 - 2021 utilizando la plataforma GEE. Con hipótesis general de la temperatura y precipitación tiene relación en la disminución con el área de cobertura glaciar entre 1985 - 2021. El trabajo de investigación es de tipo relacional. Se procesó más de 400 imágenes de satélite de los satélites Landsat 5, Landsat 8 y MODIS, se empleó el índice diferencial normalizado de nieve (NDSI); para relacionar el área de cobertura glaciar se utilizó la información meteorológica de los datos históricos de temperatura media anual y precipitación acumulada que fueron solicitados por el SENAMHI desde el año de 1985 al 2021. Los resultados muestran que en el periodo 1985 – 2021 presenta una pérdida del 44.61% de área de cobertura glaciar lo que equivale el 21.80 km². Además, las relaciones con el coeficiente de correlación de Pearson con respecto a la temperatura media anual indica un ($r=-0.379$) representa una correlación mínima y es una correlación negativa e indica que a medida que la temperatura disminuye el área de cobertura glaciar aumenta. En cuanto el coeficiente de correlación de Pearson con respecto a la precipitación indica un ($r=-0.326$) es una correlación mínima y es una correlación negativa lo que indica que a medida que la precipitación disminuye el área de cobertura disminuye.

Palabras Clave: Ananea, Cambio climático, Imágenes de Satélite, Google Earth Engine, NDSI



ABSTRACT

The research work was carried out in the district of Ananea, province of San Antonio de Putina, department of Puno, between the North coordinates: 8383428.60 m; East: 454998.14 m in the UTM WGS 84 coordinate system in the 19S zone with the general objective of relating the decrease in glacier coverage of the Ananea mountain with temperature and precipitation between 1985 - 2021 using the GEE platform. With the general hypothesis of temperature and precipitation, it is related to the decrease in the area of glacier coverage between 1985 - 2021. The research work is relational. More than 400 satellite images from the Landsat 5, Landsat 8 and MODIS satellites were processed, the normalized differential snow index (NDSI) was used; To relate the glacier coverage area, the meteorological information of the historical data of annual average temperature and accumulated precipitation that were requested by the SENAMHI from the year 1985 to 2021 was used. The results show that in the period 1985 - 2021 it presents a loss 44.61% of the glacier coverage area, which is equivalent to 21.80 km². In addition, the relationships with the Pearson correlation coefficient with respect to the mean annual temperature indicate a ($r=-0.379$) represents a minimum correlation and is a negative correlation and indicates that as the temperature decreases, the area of glacier coverage increases. . As soon as the Pearson correlation coefficient with respect to precipitation indicates a ($r=-0.326$) it is a minimum correlation and it is a negative correlation, which indicates that as precipitation decreases, the coverage area decreases.

Keywords: Ananea, Climate change, Satellite Images, Google Earth Engine, NDSI



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los últimos años, los glaciares y lagunas vienen sufriendo cambios drásticos. El impacto de los seres humanos en el calentamiento global cada vez es más evidente emitiendo gases de dióxido de carbono (Huacani, 2021). el retroceso de los glaciares en todo el mundo ha afectado en gran medida la disponibilidad de capacidad del agua dulce para usos domésticos, agrícolas e industriales en regiones que dependen del agua de deshielo de los glaciares estos cambios de los glaciares se pueden detectar a través de imágenes de satélite (Calsin et al., 2021).

Aproximadamente el 99 % glaciares tropicales del mundo se encuentran en la cordillera de los Andes. Estos glaciares proporcionan agua a las diferentes cuencas hidrográficas de Perú, Bolivia, Ecuador y Colombia, por lo que estas regiones están particularmente amenazadas por el retroceso de los glaciares causado por el cambio climático (Condom et al., 2014).

Los glaciares tropicales de América del Sur se ubican entre Bolivia y Venezuela, con una superficie aproximada de 2.758 kilómetros cuadrados distribuyéndose en Perú 71%, Bolivia 20%, Ecuador 4%, Colombia 4% y Venezuela 1%. La mayoría de los glaciares del Perú están concentrados en la Cordillera blanca (Salzmann et al., 2013).

Alrededor de 1200 kilómetros cuadrados, el Perú posee la mayor superficie de glaciares tropicales a nivel global (Yap, 2015). En los últimos 40 años, el Perú ha perdido 746 kilómetros cuadrados de área glaciaria, lo que equivale al 42,52% de la masa glaciaria del país. Esto significa que la población pierde esta fuente de agua, así como la reducción de la producción agrícola y otras actividades productivas de las que dependen



las poblaciones rurales para sobrevivir y mejorar su calidad de vida. También tiene un impacto en los ecosistemas, los sistemas de suministro de agua potable y la reducción del agua disponible para la generación de energía (MINAM 2016).

En Puno, el Nevado Ananea es un nevado de pequeña extensión, se ubica en los Andes Sur del Perú, en la cordillera Apolobamba que es una cadena de montañas tropicales perteneciente al territorio peruano y boliviano (INAIGEM, 2018). Según los lugareños la superficie del glaciar ha sufrido cambios drásticos en los últimos años, lo que ha llamado la atención de las comunidades aledañas en vista que el problema del retroceso glaciar no solo es local.

El centro poblado de La Rinconada realiza diversas actividades relacionadas con el sector productivo. Como principal fuente la minería, el agua de los glaciares es fundamental para el desarrollo dinámico de la provincia de San Antonio de Putina. Las comunidades aledañas pueden sufrir enormes pérdidas económicas, porque no cuentan con sistema de drenaje, el deshielo del nevado es la única fuente de abastecimiento de agua potable.

Así mismo dicha población se abastece del agua proveniente del nevado Ananea, Por lo tanto, es fundamental evaluar el área glaciar para una mejor gestión de los recursos hídricos a futuro. La teledetección por satélite es muy útil para el estudio de la zona glaciar.

Bajo dichas consideraciones, en la presente tesis se ha planteado el objetivo general de relacionar la disminución de la cobertura glaciar del nevado Ananea con la temperatura y precipitación entre 1985 - 2021 utilizando la plataforma GEE.



1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA

1.2.1. Pregunta general

¿La temperatura y precipitación tiene relación en la disminución con el área de cobertura de nieve entre los años de 1985 al 2021?

1.2.2. Preguntas específicas

- ¿Cuánto es el área de cobertura de nieve del nevado Ananea entre los años de 1985 al 2021?
- ¿La temperatura y precipitación tiene relación en la disminución del área de cobertura de nieve del nevado Ananea entre los años de 1985 al 2021?

1.3. HIPOTESIS DE LA INVESTIGACION

La temperatura y precipitación tiene relación en la disminución con el área de cobertura de glaciario entre 1985 al 2021

1.4. JUSTIFICACION DEL ESTUDIO

En la actualidad la mayor cantidad de agua dulce se encuentran en forma de hielo o nieve y a medida que transcurre los años el clima viene presentando diferentes cambios, debido a eso la temperatura superficial de la tierra cada año aumenta, provocando la disminución acelerada de la superficie de los glaciares. La población del distrito de Ananea depende en gran medida del agua proveniente del nevado, cualquier cambio de este recurso traerá como consecuencia para las actividades productivas como la agricultura, ganadería y consumo humano. Además de ello los glaciares son reguladores del clima y son distribuidores de agua hacia las cuencas. Es por tal que esta investigación se justifica porque será un gran aporte para obtener resultados a nivel local y contribuirá con la información técnica para las instituciones del estado encargados al cuidado del medio ambiente que desean garantizar los resultados y determinar amenazas que pongan en riesgo a poblaciones, ecosistemas, actividades económicas, entre otros; para difundir



los resultados y tomar decisiones en la gestión de los recursos hídricos provenientes del nevado. En tal sentido es muy necesario estudiar el comportamiento de la cobertura de nieve mediante las imágenes de satélite Landsat y MODIS estas imágenes de satélite ya fueron aplicadas en distintas investigaciones y se obtuvieron buenos resultados en este ámbito de investigaciones.

1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

1.5.1. Objetivo general

- Relacionar la disminución de la cobertura glaciar del nevado Ananea con la temperatura y precipitación entre 1985 - 2021 utilizando la plataforma GEE.

1.5.2. Objetivos específicos

- Determinar el área de cobertura de nieve del nevado Ananea entre los años de 1985 al 2021 utilizando la plataforma GEE
- Relacionar la disminución de la cobertura glaciar del nevado Ananea con la temperatura y precipitación entre los años de 1985 al 2021.



CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Yavaşlı et al., (2015) “Change in the glacier extent in Turkey during the Landsat Era. Remote Sensing of Environment” estudiaron pequeños glaciares en Turquía y actualizaron los estudios desde 1970 hasta 2012-2013. Como metodología usaron 72 escenas Landsat MMS, Return Beams, Vidicon-3 (RBV-3), Thematic Mapper (TM), Enhanced Thematic Mapper plus (ETM+) y Operational Land Imager (OLI); 5 imágenes del radiómetro de reflexión y emisión térmica avanzada (ASTER); utilizaron imágenes de satélite comerciales IKONOS, Quickbird-2, GeoEye-1 y WorldView-1 y 2; evaluaron la precisión del mapeo, comprendieron los márgenes glaciares cubiertos de escombros, mapearon los márgenes glaciares en las sombras y determinaron mejor el área de los glaciares más pequeños en Turquía. Tuvo como resultado que el área de los glaciares en Turquía disminuyó de 25 km² en la década de 1970 a 10,85 km² en 2012-2013. Para 2012-2013, cinco glaciares habían desaparecido, seis tenían menos de 0,5 km², uno era de 0,8 km² y solo dos eran de 3,0 km².

Rosenau et al., (2015) “A processing system to monitor Greenland outlet glacier velocity variations at decadal and seasonal time scales utilizing the Landsat imagery” utilizaron imágenes del sensor Landsat proceso un sistema de monitoreo casi automático. Con el Global Digital Elevation Map V2 (GDEM-V2) del Radiómetro de Emisión y Reflexión Térmica Avanzada del Espacio (ASTER), aplicaron una ortorrectificación mejorada que en combinación con una corrección de eliminación de estrías de los productos Landsat 7 con falla de Scan Line Corrector (SLC). Para el período



de tiempo 1972-2012 derivaron más de 100,000 campos de velocidad de flujo de más de 16,000 escenas Landsat ópticas multisensoriales (Landsat 1 a Landsat 7), lo que permitió determinar la tendencia de velocidad de flujo a largo plazo. Concluye la cadena de procesamiento en su generalidad permite determinar varios tipos de desplazamientos superficiales y se puede aplicar a otras regiones glaciares.

Según Funaki & Asaoka, (2016) “Long-term Change in Ablation Area of Tropical Glaciers by Landsat Data.” En el artículo investigaron el área glacial temporal y espacial durante las últimas tres décadas entre 1984 y 2014. Los glaciares objeto fueron los glaciares Tuni, Condoriri y Huayna Potosi Oeste para determinar utilizo las imágenes Landsat-5 Thematic Mapper (TM) y Landsat-8 (OLI). Aplicó el índice de nieve de diferencia normalizada (NDSI) para identificar el área glacial para cada cuadrícula de Landsat. seguidamente selecciono ocho escenas observadas por satélite, aproximadamente una escena cada cinco años, para determinar el cambio temporal que resultado fue el área cubierta de glaciares por los glaciares Tuni, Condoriri y Huayna Potosi Oeste disminuyó en un 70%, 52% y 50%, individualmente de 1984 a 2014. Finalmente, evaluó el cambio a largo plazo en el área de ablación de glaciares seleccionados.

2.2.2. Antecedentes Nacionales

Medina & Mejía (2014) “Análisis multitemporal y multifractal de la deglaciación de la cordillera parón en los andes de Perú” en el trabajo de investigación utilizó imágenes satelitales del sensor Landsat desde el año de 1987 al 2011, las imágenes que empleo fueron de fechas de escasa precipitación, considero que las imágenes no presenten nubes alrededor de la superficie glaciara, el método que aplico fue el de box counting, el método permitió hallar el volumen de la superficie glaciara además de ello utilizo el índice de diferencia de nieve (NDSI), todo aquello lo proceso con la ayuda de los softwares Erdas



9.1, Envi 4.7 y Arcgis 10, tuvo como resultado el área de la superficie glaciaria de cada año desde 1987 al 2011. Concluyo que la superficie glaciaria tuvo un comportamiento variable en el tiempo; la reducción promedio del volumen glaciaria de la Cordillera Parón fue del 18% en el periodo 1987 al 2011.

Daniel et al, (2017) “Análisis multi-temporal entre 1975 y 2015 sobre cambios de la cobertura glaciaria en los nevados Allin Capac y Chichi Capac, Perú” tuvo como objetivo general el análisis multi-temporal entre 1975 y 2015, sobre cambios de la cobertura glaciaria en los nevados Allin Capac y Chichi Capac estimó el área cubierta por el glaciario utilizando como metodología la clasificación supervisada para imagen Landsat 2 y el NDSI para Landsat 5 y Landsat 8. En los resultados destaca que en 1975 el área de cobertura glaciaria fue de 52.3 km² y para el año 2015 se redujo a 16.9 km², perdiendo en total 35.6 km². concluye que, en los últimos 40 años, la cobertura glaciaria de los nevados Allin Capac y Chichi Capac presenta una reducción del 67%, equivalente a una disminución de 17 % por década y una tasa promedio de 0.89 km² /año.

Dioses (2017), “Dinámica de la cobertura glaciaria del nevado Huascarán y de las lagunas glaciares adyacentes entre 1990 y el 2017 mediante la teledetección” la tesis tiene como objetivo general determinar mediante la aplicación de la teledetección la dinámica de la cobertura glaciaria del nevado Huascarán y de las lagunas glaciares adyacentes entre 1990 al 2017. Utilizo imágenes satelitales del sensor Landsat, empleo índices espectrales como el NDSI (Índice diferencial normalizado de nieve y el NDWI (Índice diferencial normalizado de agua) para identificar la cobertura glaciaria y las lagunas adyacentes. La metodología se basó en 3 etapas la primera fue la recolección de datos de la página de EARTH EXPLORER seguidamente cálculo los índices de NDSI y NDWI mediante el software ERDAS seguidamente utilizo el método de clasificación no supervisada en el software QGIS. Tuvo como resultado una variación de la cobertura glaciaria y la



identificación de nuevos cuerpos de agua el resultado indicó una pérdida de 12.858 km², de cobertura glaciaria equivalente al 12.68% por otra parte estimo que el nevado Huascarán para el año 2033 presentara un área de cobertura glaciaria de 1.286 km².

Colque, (2019) “Estimación de área glaciaria utilizando redes neuronales convolucionales U-net en imágenes multiespectrales sentinel 2 en el glaciario Ausangate 2019” la tesis tiene como objetivo general Probar la arquitectura U-Net en el área glaciaria con imágenes multiespectrales Sentinel 2, menciona que al utilizar NDSI con un umbral estándar 0.4 es necesario eliminar los polígonos que no pertenecen al área glaciaria como las lagunas glaciares el proceso puede ser lento es por ello que utiliza las redes neuronales convolucionales (CNN) con una arquitectura U-Net como un método de mapeo en glaciares.

Calizaya et al, (2021) En el artículo científico “Modelling Snowmelt Runoff from Tropical Andean Glaciers under Climate Change Scenarios in the Santa River Sub-Basin (Peru)” aplicó el modelo de escorrentía de deshielo (SRM) en combinación con información del área cubierta de nieve (SCA), precipitación y datos climáticos de temperatura para modelar la escorrentía de deshielo en la subcuenca del río Santa (Perú). El procedimiento consistió en calibrar y validar el modelo SRM para 2005–2009 usando el modelo digital de elevación (DEM) SRTM, temperatura observada, precipitación y datos SAC. Luego, aplicó el SRM para proyectar la escorrentía futura en la subcuenca bajo los escenarios de cambio climático RCP 4.5 y RCP 8.5. Los patrones SRM muestran resultados consistentes; la escorrentía disminuye en los meses de verano y aumenta el resto del año. La proyección de escorrentía bajo escenarios de cambio climático muestra un incremento sustancial de enero a mayo, reportándose los mayores incrementos en marzo y abril, y los registros más bajos de junio a agosto. El SRM



demonstró proyecciones consistentes para la simulación de flujos históricos en glaciares andinos tropicales.

2.2.3. Antecedentes Locales

Castillo & Arce, (2018) “Análisis multitemporal del crecimiento urbano de la ciudad de Puno mediante imágenes satelitales, entre los años 1980 – 2017” La tesis tiene como objetivo Analizar la dinámica de la expansión urbana de la ciudad de Puno entre los años 1980 y 2017 utilizaron imágenes Landsat 2,5 y 8 seleccionaron las imágenes que tenga cubrimiento menor al 15% de nubes, utilizaron el método de clasificación supervisada y el método de vectorización todo aquello lo procesaron en el software Envi. Concluyeron la ciudad de Puno ha presentado cambios en el crecimiento urbano entre el periodo de 1980 - 2017 en donde obtuvieron 1149.3881 has que representa el 15.58 %, del total del crecimiento urbano dando como promedio el 31.0645 has por cada año.

Alata (2018) “Análisis multitemporal de la explotación minera con aplicación de percepción remota y sig en los distritos de Ananea y Cuyocuyo-puno, entre 1975- 2017“. El objetivo general de la tesis fue realizar análisis multitemporal con técnicas de percepción remota y Sistemas de Información Geográfica (SIG) del degradamiento del uso de suelo por la actividad minera ilegal-informal en los distritos de Ananea y Cuyocuyo utilizo imágenes satelitales de nueve fechas del sensor Landsat y Sentinel seguidamente empleo el Índice de Vegetación Ajustado al Suelo Modificado (MSAVI) de los sensores Landsat 8 y Sentinel 2 además de ello utilizo el método de clasificación supervisada. Tuvo como resultado La superficie degradada por la actividad minería ilegal-informal asciende a 8064.32 has que representa el 5.47% de la extensión total del territorio, con un avance de cambio promedio de 131.1 has por cada año.

2.2. MARCO TEORICO

2.2.1. Glaciar

Los glaciares son masas gruesas de hielo formadas a partir de la nieve que se ha acumulado, compactado y recristalizado en la superficie de la Tierra, mostrando evidencia de flujo pasado o presente. Su existencia es posible cuando la precipitación anual de nieve supera la fusionada en verano, razón por la cual la mayoría existen cerca de los polos, aunque existen en otros lugares como en las montañas. El proceso de crecimiento y formación de los glaciares se denomina glaciación. Los glaciares, incluido los inlandsis de Groenlandia y la Antártica, representan aproximadamente el 10% de la superficie terrestre del planeta y almacenan en torno al 75% del agua dulce a nivel mundial (Cresencio et al., 2011). En la (Figura 1), se muestra las partes de un glaciar, la zona de acumulación en la parte superior, donde el glaciar gana masa a través de la acumulación de nieve, y la zona de ablación en la parte inferior, donde el glaciar pierde masa debido al derretimiento o sublimación de la nieve y el hielo, proporcionando agua a los ríos.

Figura 1

Partes del glaciar



Nota. La figura muestra las partes del glaciar (IANIGLA, 2010).

En el territorio del Perú, se encuentra el 71% de los glaciares tropicales, los cuales están situados entre el Trópico de Cáncer y el Trópico de Capricornio, formando una gran franja alrededor del Ecuador. Durante los últimos 54 años, debido al cambio climático, los glaciares tropicales andinos peruanos se han reducido en promedio en un 53.56 por ciento (INAIGEM, 2017).

Tabla 1

Cantidad y extensión superficial de los glaciares por cordilleras y altitudes

N°	Cordillera	Cantidad	Superficie	Año	Altitud	Altitud
		N°	km ²		Maxima msnm	Minima msnm
1	Blanca	755	527	2003	6701	4249
2	Huallanca	43	7.01	2007	5300	4750
3	Huayhuash	144	55.27	2007	6617	4303
4	Raura	102	28.34	2007	5701	4620
5	Huagoruncho	41	9.71	2009	5719	4624
6	La viuda	65	6.03	2007	5406	4892
7	Central	174	51.91	2007	5888	4713
8	Huaytapallana	105	26.4	2009	5555	4532
9	Chonta	29	1.4	2009	5272	4923
10	Ampato	65	60.96	2010	6374	5044
11	Urubamba	117	26.39	2009	5800	4413
12	Vilcabamba	355	129.15	2009	6200	4187
13	Huanzo	31	4.51	2010	5445	5065
14	Chila	22	0.93	2010	5855	5224
15	La Raya	25	3.06	2010	5468	5107
16	Vilcanota	374	279.4	2009	6364	4592
17	Carabaya	148	34.53	2009	5804	4676
18	Apolobamba	69	45.25	2010	6000	4835
19	Volcanica	15	0.72	2009	6055	5548
Total		2679	1298.59			

Nota. La figura muestra la cantidad y extensión de los glaciares por cordilleras y altitudes (ANA, 2014).

2.2.3. Calentamiento Global

Es el incremento de la temperatura de la atmósfera terrestre y de los océanos provocado por la acumulación de contaminantes en la atmósfera en las últimas décadas. Estos forman una capa gruesa absorbe el calor del sol y causa el calentamiento global. La mayor influencia humana ha sido la emisión de gases de efecto invernadero como el



dióxido de carbono emitido por la quema de combustibles fósiles, metano y óxidos de nitrógeno (IPCC, 2022).

Sin embargo, el aumento de los niveles de dióxido de carbono podría conducir a temperaturas globales más altas, lo que podría provocar cambios climáticos importantes con graves implicaciones para la productividad agrícola. Junto con estos cambios potenciales, el ecosistema global cambiará dramáticamente. El trabajo científico ha demostrado que la variedad de especies de árboles puede variar ampliamente debido al cambio climático global (Chambilla, 2015).

El calentamiento global es una de las amenazas más graves a las que se enfrentan los diferentes países. Los países están en riesgo por una variedad de problemas relacionados con el cambio climático: aumento del nivel del mar, suministro reducido de agua potable, incendios forestales, tormentas e inundaciones severas, olas de calor y propagación de enfermedades. Estos desastres ocurren con mayor frecuencia en la región y también aumentarán en intensidad (Paterson, 2017).

2.2.4. Precipitación

El término precipitación incluye toda el agua meteórica que cae al suelo tanto en forma líquida como sólida (nieve, granizo). Estos diferentes tipos de precipitación generalmente se miden indiscriminadamente sobre una base equivalente en agua. La lluvia es la fuente de todos los flujos de agua superficiales y subterráneas, por lo que su cuantificación y distribución en el tiempo y el espacio son problemas fundamentales en hidrología.

La presencia de lluvia requiere algún mecanismo para enfriar el aire hasta o cerca del punto de saturación. A medida que ascienden las masas de aire, se consigue el gran enfriamiento necesario para que llueva de forma importante. Este fenómeno se logra por sistemas convectivos o convergentes causados por radiación desigual o barreras



orográficas debido al calentamiento o enfriamiento de la superficie terrestre y la atmósfera. Sin embargo, la saturación puede no resultar en precipitación (Segerer & Villodas, 2013).

2.2.5. Temperatura máxima del aire

La temperatura es la cantidad de calor o energía de una sustancia, ya sea sólida, líquida o gaseosa. En este sentido, la temperatura máxima diaria es el valor más alto de la temperatura del aire que se muestra durante el día o durante un determinado período de tiempo y se mide en grados Celsius ($^{\circ}\text{C}$). Se produce dos o tres horas después del mediodía, cuando el cielo está parcialmente nublado o despejado y cuando la tierra ha absorbido varias horas de radiación solar (Arriaga et al., 2021).

2.2.6. Temperatura mínima del aire

La temperatura mínima diaria es el valor más bajo de la temperatura del aire durante el día o durante un determinado período de tiempo y se mide en grados Celsius ($^{\circ}\text{C}$). Suele ocurrir a primera hora de la mañana, ya que, por la noche, sin radiación solar directa, se produce una pérdida de calor por la radiación del suelo, lo que provoca un descenso importante de la temperatura del suelo y del aire cercano a la insolación. abajo Si el cielo está cubierto en su mayor parte por nubes bajas, la temperatura mínima es más alta debido a las menores pérdidas de radiación del suelo (efecto invernadero). Cuando el cielo está despejado, el enfriamiento del suelo y del aire es mayor, lo que favorece la aparición de heladas y nieblas meteorológicas y agronómicas (Arriaga et al., 2021).

2.2.7. Percepción Remota

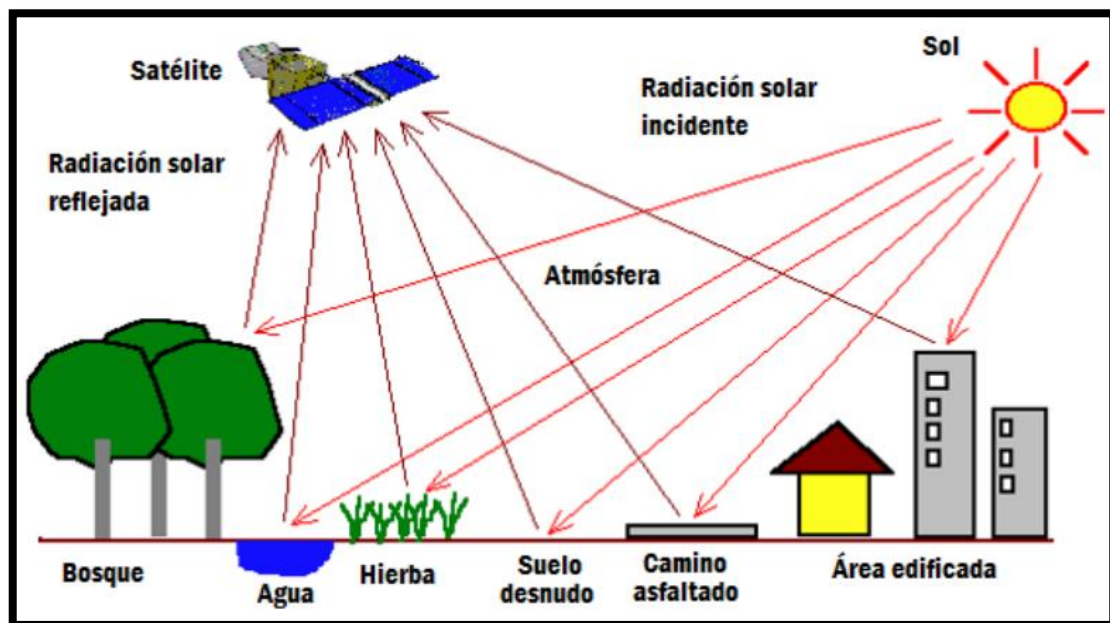
Se define como la ciencia de obtener información sobre objetos distantes sin hacer contacto físico con ellos, limitada a mediciones de radiación electromagnética, incluyendo luz visible e infrarroja, así como ondas de radio y calor, permitiendo el desarrollo, captura, procesamiento y análisis. de imágenes y otros datos físicos de la

Tierra obtenidos de sensores espaciales, sensores aerotransportados y sensores de recolección de datos de mediciones de campo (Villegas, 2008).

Una definición más clásica define como una técnica que permite la adquisición de imágenes de la superficie terrestre a partir de sensores montados en una plataforma espacial, lo que implica la interacción de energía entre la Tierra y los sensores (Chuvieco, 1995).

Figura 3

Elementos de percepción remota



Nota. La figura muestra los elementos de percepción remota (Applied Remote Sensing Training, 2017).

2.2.8. Índice Diferencial Normalizado de nieve (NDSI)

El índice de diferencia de nieve normalizado es un indicador numérico que destaca la cubierta de nieve de las áreas terrestres. La onda verde y la onda corta son bandas del espectro infrarrojo utilizadas en la gama de nieve. La nieve y las nubes reflejan la mayor parte de la radiación incidente en la banda visible. La nieve, sin embargo, absorbe la

mayor parte de la radiación infrarroja de onda corta entrante, mientras que las nubes no. Esto permite que NDSI distinga la nieve de las nubes.

Si el resultado de cada píxel es mayor a 0,4 en el umbral, el píxel pertenece a un glaciar o nieve, aunque según otras encuestas que han hecho, los valores varían desde -1 a 1 se sugiere utilizar el umbral mayor a 0,4 (Shimamura et al., 2006).

$$NDSI = \frac{\rho S_{GRE} - \rho S_{SWIR1}}{\rho S_{GRE} + \rho S_{SWIR1}}$$

Donde:

ρS_{GRE} : Reflectancia de la Banda verde-GRE

ρS_{SWIR1} : Reflectancia de la banda infrarrojo de onda corta 1 – SWIR1.

Por lo tanto, en los satélites:

$$NDSI = \frac{\rho S_{B2} - \rho S_{B5}}{\rho S_{B2} + \rho S_{B5}} \dots \dots \dots LandSat 5, 7$$

$$NDSI = \frac{\rho S_{B3} - \rho S_{B6}}{\rho S_{B3} + \rho S_{B6}} \dots \dots \dots LandSat 8$$

$$NDSI = \frac{\rho S_{B4} - \rho S_{B6}}{\rho S_{B4} + \rho S_{B6}} \dots \dots \dots MODIS$$

2.2.9. Satélite MODIS

El sensor MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) se encuentra a bordo de los satélites Terra y Aqua que forman parte de la misión, Earth Observing System, de la NASA. Es un instrumento clave a bordo del Terra (originalmente conocido como EOS AM-1) y Aqua (originalmente conocido como EOS PM-1) satélites. La órbita de Terra alrededor de la Tierra está cronometrada de modo que pasa de norte a sur a través del ecuador por la mañana, mientras que Aqua pasa de sur a norte sobre el ecuador por la tarde. Terra MODIS y Aqua MODIS observan toda la superficie de la Tierra cada 1 o 2



días, adquiriendo datos en 36 bandas espectrales o grupos de longitudes de onda. Estos datos mejorarán nuestra comprensión de la dinámica global y los procesos que ocurren en la tierra, en los océanos y en la atmósfera inferior (USGS, 2018).

Tabla 2

Características del satélite MODIS

Primary Use	Band	Bandwidth ¹	Spectral Radiance ²	Required SNR ³
Land/Cloud/Aerosols	1	620 - 670	21.8	128
Boundaries	2	841 - 876	24.7	201
Land/Cloud/Aerosols	3	459 - 479	35.3	243
Properties	4	545 - 565	29	228
	5	1230 - 1250	5.4	74
	6	1628 - 1652	7.3	275
	7	2105 - 2155	1	110
Ocean Color/	8	405 - 420	44.9	880
Phytoplankton/	9	438 - 448	41.9	838
Biogeochemistry	10	483 - 493	32.1	802
	11	526 - 536	27.9	754
	12	546 - 556	21	750
	13	662 - 672	9.5	910
	14	673 - 683	8.7	1087
	15	743 - 753	10.2	586
	16	862 - 877	6.2	516
Atmospheric	17	890 - 920	10	167
Water Vapor	18	931 - 941	3.6	57
	19	915 - 965	15	250
Surface/Cloud	20	3.660 - 3.840	0.45(300K)	0.05



Primary Use	Band	Bandwidth ¹	Spectral Radiance ²	Required SNR ³
Temperature	21	3.929 - 3.989	2.38(335K)	0.2
	22	3.929 - 3.989	0.67(300K)	0.07
	23	4.020 - 4.080	0.79(300K)	0.07
Atmospheric Temperature	24	4.433 - 4.498	0.17(250K)	0.25
Cirrus Clouds	25	4.482 - 4.549	0.59(275K)	0.25
Water Vapor	26	1.360 - 1.390	6	150(SNR)
	27	6.535 - 6.895	1.16(240K)	0.25
	28	7.175 - 7.475	2.18(250K)	0.25
Cloud Properties	29	8.400 - 8.700	9.58(300K)	0.05
Ozone	30	9.580 - 9.880	3.69(250K)	0.25
Surface/Cloud	31	10.780 - 11.280	9.55(300K)	0.05
Temperature	32	11.770 - 12.270	8.94(300K)	0.05
Cloud Top	33	13.185 - 13.485	4.52(260K)	0.25
Altitude	34	13.485 - 13.785	3.76(250K)	0.25
	35	13.785 - 14.085	3.11(240K)	0.25
	36	14.085 - 14.385	2.08(220K)	0.35

Nota. La tabla muestra las características del satélite MODIS (USGS, 2018).

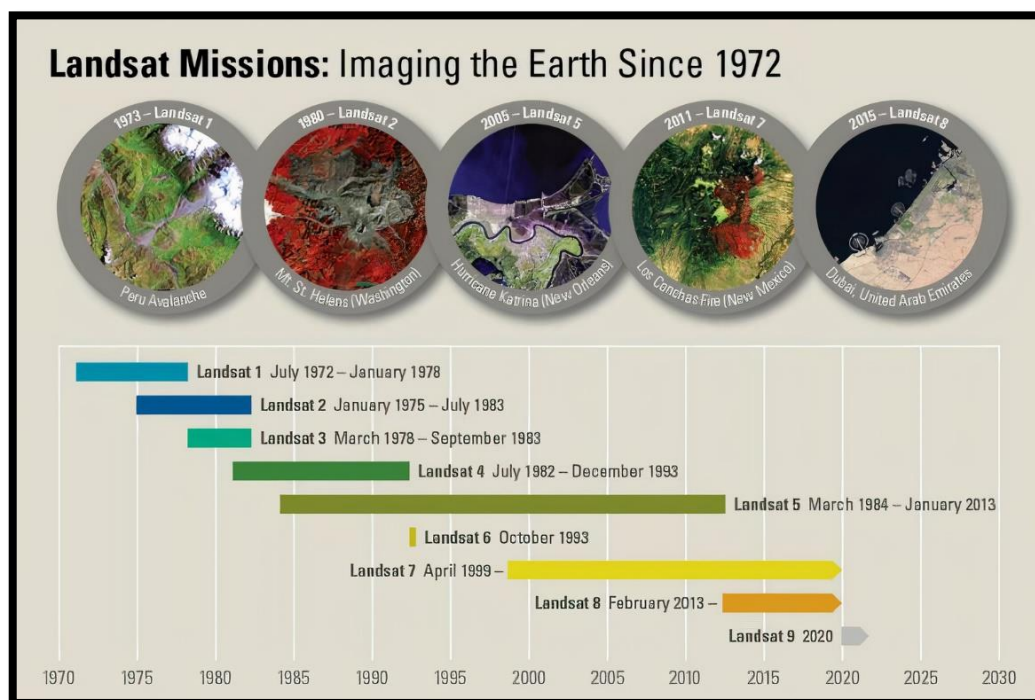
2.2.10. Programa Landsat

Es un programa de asociación entre la NASA y el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) para proporcionar el catálogo más grande de observaciones de la Tierra en el mundo. Los Landsats son una serie de satélites construidos por los Estados Unidos y puestos en órbita para realizar observaciones de alta resolución de la superficie terrestre. Desde sus orígenes en 1975 hasta la actualidad, sigue sirviendo imágenes de gran valor científico para nuestro planeta. El módulo de aterrizaje orbita la Tierra en una órbita circular sincronizada con el sol a una altitud de 705 km (USGS, 2018).

Landsat está equipado con instrumentos específicos para la teledetección multiespectral. El primer satélite Landsat (originalmente llamado ERTS-1) fue lanzado el 23 de julio de 1972 Masek et al., (2020). El último de la serie es Landsat 9, que se puso en órbita el 27 de septiembre de 2021.

Figura 4

Cronología e historia de las misiones Landsat



Nota. La figura muestra la cronología e historia de las misiones Landsat (USGS, 2018).

2.2.11. Satélite LandSat 4 y 5 – MSS y TM

El satélite LANDSAT-4 se lanzó el 16 de junio de 1982 y LANDSAT-5 fue lanzado el 07 de marzo de 1984, teniendo los dos satélites sensores MSS (Sistema de Escáner Multiespectral) y TM (Mapeador Temático).

Landsat 5 se ha convertido en el satélite de observación de la Tierra de más larga duración. Finalmente fue dado de baja el 5 de junio de 2013. Sus aplicaciones se extienden a la detección del cambio global, la agricultura, la calidad del agua y la gestión de

recursos. La resolución espacial de MSS es de 60 m, la resolución espacial de TM es de 30 m y la resolución temporal es de 16 días (Morales, 2020).

Tabla 3

Características Landsat 4 y 5 – MSS y TM

Bandas espectrales	Longitud de onda (micrómetros)	Resolución (metros)	Uso
Band 1–blue-green	0.45–0.52	30	Mapeo batimétrico; distingue el suelo de la vegetación; de hoja caduca de la vegetación de coníferas.
Band 2–green	0.52–0.61	30	Enfatiza la vegetación máxima, que es útil para evaluar el vigor de la planta.
Band 3–red	0.63–0.69	30	Destaca la vegetación de laderas.
Band 4–reflected IR	0.76–0.90	30	Enfatiza el contenido de biomasa y las costas.
Band 5–reflected IR	1.55–1.75	30	Discrimina el contenido de humedad del suelo y la vegetación; penetra nubes delgadas.
Band 6–thermal	10.40–12.50	120(30)	Útil para mapeo térmico y estimación de humedad del suelo.
Band 7–reflected IR	2.08–2.35	30	Útil para mapear rocas alteradas hidrotermalmente asociadas con depósitos minerales.

Nota. La tabla muestra las características de Landsat 4-5 (MSS y TM) (U.S. Geological Survey (USGS), 2012).

2.2.12. Landsat 8-9 (OLI) y (TIRS)

Estos satélites contienen dos sensores: Sensor operacional de imágenes de tierra (OLI) y un Sensor Infrarojos Térmico (TIRS). OLI está formado por 9 bandas espectrales que van desde lo visible pasando por los infrarojos hasta el espectro de radiación de bajas ondas. Con las imágenes de resolución espacial, que oscilan entre los 15 y los 30m, Landsat 8 proporciona imágenes de satélite de calidad que podrían demostrar los diferentes usos que se le podría dar a la tierra desde el espacio. TIRS está compuesto por

dos bandas espectrales, las cuales detectan infrarojos térmicos, una herramienta imprescindible para medir la temperatura de la superficie de la Tierra. El tamaño aproximado de la escena es de 170 km de norte a sur por 183 km de este a oeste. Los instrumentos de Landsat 9 se diseñó como copias mejoradas de Landsat 8 (Bravo Morales, 2020).

Tabla 4

Características de las Landsat 8-9 (OLI) y (TIRS)

Bandas espectrales	Longitud de onda (micrómetros)	Resolución (metros)	Uso
Band 1–coastal/aerosol	0.43–0.45	30	Aumento de las observaciones de la zona costera.
Band 2–blue	0.45–0.51	30	Mapeo batimétrico; distingue el suelo de la vegetación; de hoja caduca de la vegetación de coníferas.
Band 3–green	0.53–0.59	30	Enfatiza la vegetación máxima, que es útil para evaluar el vigor de la planta.
Band 4–red	0.64–0.67	30	Destaca la vegetación de laderas.
Band 6–SWIR 1	1.57–1.65	30	Se utiliza en la detección de estrés por sequía en las plantas y delimitación de áreas quemadas y vegetación afectada por incendios, y también es sensible a la radiación térmica emitida por incendios intensos; se puede utilizar para detectar incendios activos, especialmente durante la noche cuando la interferencia de fondo de SWIR en la luz solar reflejada está ausente.



Bandas espectrales	Longitud de onda (micrómetros)	Resolución (metros)	Uso
Band 7–SWIR-1	2.11–2.29	30	Se utiliza para detectar estrés por sequía, áreas quemadas y afectadas por incendios, y puede usarse para detectar incendios activos, especialmente durante la noche.
Band 8–panchromatic	0.50–0.68	15	Útil para 'afilar' imágenes multiespectrales.
Band 9–cirrus	1.36–1.38	30	Útil en la detección de cirros. Útil para mapear diferencias térmicas
Band 10–TIRS 1	10.60–11.19	100	en corrientes de agua, monitorear incendios y otros estudios nocturnos, y estimar la humedad del suelo.
Band 11–TIRS 2	11.50–12.51	100	Igual que la banda 10.

Nota. La tabla muestra las características de las Landsat 8-9 OLI y TIRS (U.S. Geological Survey (USGS), 2012).

2.2.13. Google Earth Engine

Es una plataforma informática en la nube lanzada por Google en 2010. GEE utiliza la infraestructura informática de Google y los conjuntos de datos RS de acceso abierto disponibles. es la plataforma de procesamiento de big geo data más popular, que facilita el proceso de descubrimiento científico al proporcionar a los usuarios acceso gratuito a numerosos conjuntos de datos de detección remota. Los usuarios pueden acceder a GEE a través de una interfaz de programación de aplicaciones (API) basada en Internet y un entorno de desarrollo interactivo basado en la web (Amani et al., 2020).

Esta plataforma de análisis permite procesar información geoespacial en la nube sin necesidad de ocupar la memoria de la computadora del usuario. Al mismo tiempo, GEE está ligado directamente a varios programas satelitales que permiten integrar en las bases de datos las imágenes que acaban de ser tomadas. GEE es, por lo tanto, una solución



innovadora para el manejo de los datos masivos (“Big Data”), que permite afrontar problemas globales, dando resultados velozmente. De esta manera, permite proponer y actuar en soluciones para dichos problemas de forma ágil (Perilla & Mas, 2020).

GEE contiene un gran catálogo de conjuntos de datos meteorológicos, geofísicos y RS. Contiene la mayoría de los conjuntos de datos importantes y temporales en RS, incluidos Landsat, MODIS y Sentinel. Además, la combinación de diferentes fuentes de imágenes mejora la densidad temporal de los conjuntos de datos y puede ayudar a que los algoritmos de fusión tengan más poder. Si un conjunto de datos no está en el catálogo de datos de GEE, también se puede cargar en los servidores. Los conjuntos de datos también se pueden descargar para continuar desde una estación de trabajo de escritorio en cualquier punto del flujo de trabajo (Amani et al., 2020).

2.2.14. Catálogo de datos GEE

El catálogo de datos públicos de Earth Engine es una colección seleccionada de múltiples petabytes de conjuntos de datos geospaciales ampliamente utilizados. La mayor parte del catálogo es compuesto por imágenes de teledetección de observación de la Tierra, incluido el archivo completo de Landsat, así como archivos completos de datos de Sentinel-1 y Sentinel-2, pero también incluye pronósticos climáticos, datos de cobertura terrestre y muchos otros conjuntos de datos ambientales, geofísicos y socioeconómicos.

El catálogo se actualiza continuamente a un ritmo de casi 6000 escenas por día de misiones activas, con una latencia típica de aproximadamente 24 h desde el momento de la adquisición de la escena. Los usuarios pueden solicitar la adición de nuevos conjuntos de datos al catálogo público, o pueden cargar su propio privado datos a través de una interfaz REST utilizando un navegador o una línea de comandos herramientas y compartir con otros usuarios o grupos según lo desee (Gorelick et al., 2017).



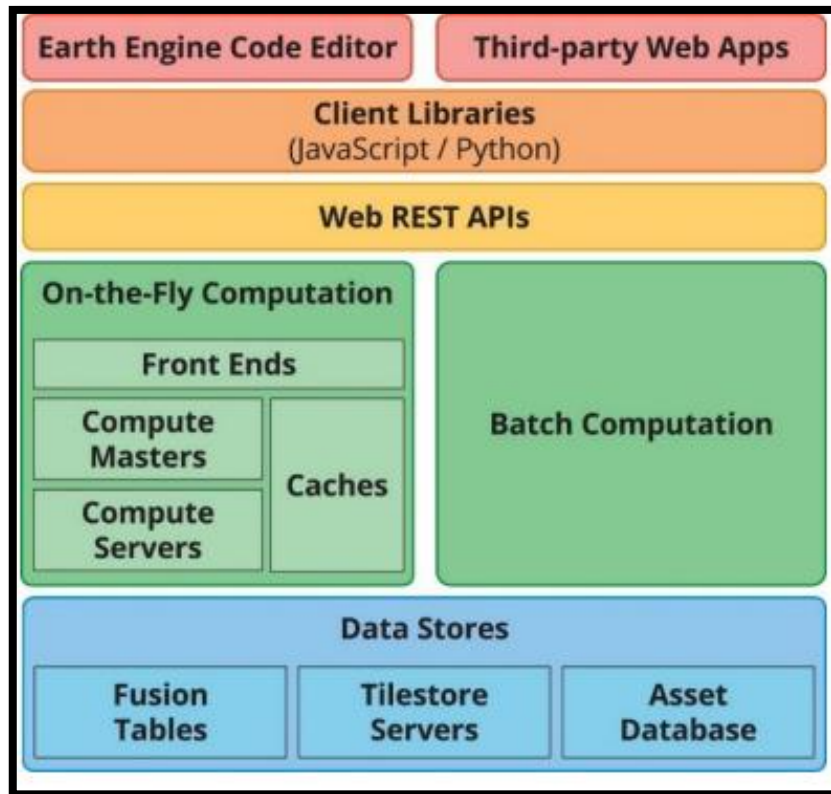
2.2.15. Arquitectura de la plataforma GEE

Earth Engine se basa en una variedad de tecnologías habilitadoras disponibles en el entorno del centro de datos de Google, incluido el sistema de administración de clústeres de Borg, Bigtable y Spanner. Asimismo, se distribuyen bases de datos como Colossus. Sucesor del sistema de archivos de Google y el marco FlumeJava para la ejecución de canalizaciones paralelas. Earth Engine también interactúa con Google Fusion Tables, una base de datos basada en web que admite tablas de datos geométricos (puntos, líneas y polígonos) con atributos (Gorelick et al., 2017).

El editor de código de Earth Engine y las aplicaciones de terceros utilizan bibliotecas cliente para enviar consultas por lotes o interactivas al sistema a través de una API REST. Las solicitudes dinámicas son manejadas por servidores front-end, que envían consultas complejas a hosts informáticos, que administran la distribución de la informática entre un conjunto de servidores informáticos. Los sistemas por lotes funcionan de manera similar, pero usan FlumeJava para administrar la distribución. La base de estos dos sistemas informáticos es un conjunto de servicios de datos, incluida una base de datos de activos que contiene metadatos para cada imagen y proporciona un filtrado eficiente. El software de administración de clústeres de Borg administra cada componente del sistema y cada servicio se equilibra en la carga entre varios trabajadores. La falla de cualquier trabajador individual simplemente hará que la persona que llama vuelva a emitir la consulta (REDD, 2018).

Figura 5

Arquitectura de la plataforma GEE



Nota. La figura muestra la arquitectura de la plataforma GEE (Gorelick et al., 2017).

2.2.16. JavaScript

JavaScript es un lenguaje de programación utilizado principalmente para crear páginas web dinámicas. Una página web dinámica es una página web que contiene efectos, como texto que aparece y desaparece, animaciones, acciones que se activan cuando se presionan botones y ventanas. Mensaje de advertencia al usuario. Técnicamente, JavaScript es un lenguaje de programación interpretado, por lo que no es necesario compilar los programas para ejecutarlos. En otras palabras, los programas escritos en JavaScript se pueden probar directamente en cualquier navegador sin procesos intermedios. A pesar de su nombre, JavaScript no está directamente relacionado con el lenguaje de programación Java (REDD, 2018).



Java Script es un lenguaje de programación que permite a los desarrolladores crear acciones en sus páginas web. Java Script es un lenguaje que pueden utilizar profesionales y principiantes en el diseño y desarrollo de sitios web. No requiere compilación porque el lenguaje trabaja del lado del cliente y el navegador se encarga de interpretar el código (REDD, 2018).



CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES E INSTRUMENTOS

- Mas de 400 imágenes satelitales del sensor Landsat
- 01 USB 32gb
- Hojas bond de 80 gramos tamaño A4
- 02 lapiceros
- 01 perforador
- 01 engrapador
- 01 cuaderno de 100 hojas Alpha
- 01 resaltador
- 03 CD'S

EQUIPOS

- Computadora Hp core i9
- Impresora Brother T-510

SOFTWARE

- QGIS 3.14
- Microsoft Office 2016
- Google Earth Engine (GEE)



3.2. ZONA DE ESTUDIO

3.2.1. Ubicación política

La presente investigación se desarrolló en:

- Departamento: Puno
- Distrito: Ananea
- Provincia: San Antonio de Putina
- Lugar: Nevado Ananea

3.2.2. Ubicación Geográfica

Está ubicada al Sur del territorio peruano, en la Cordillera Oriental al norte del departamento de Puno, entre los 4800 a 5200 m.s.n.m. El distrito de Ananea, presenta como límites al norte con la provincia de Sandía, al este con Bolivia, al sur con la provincia de Huancané y al oeste con el distrito de Putina.

La zona de investigación se encuentra entre:

Coordenadas geográficas:

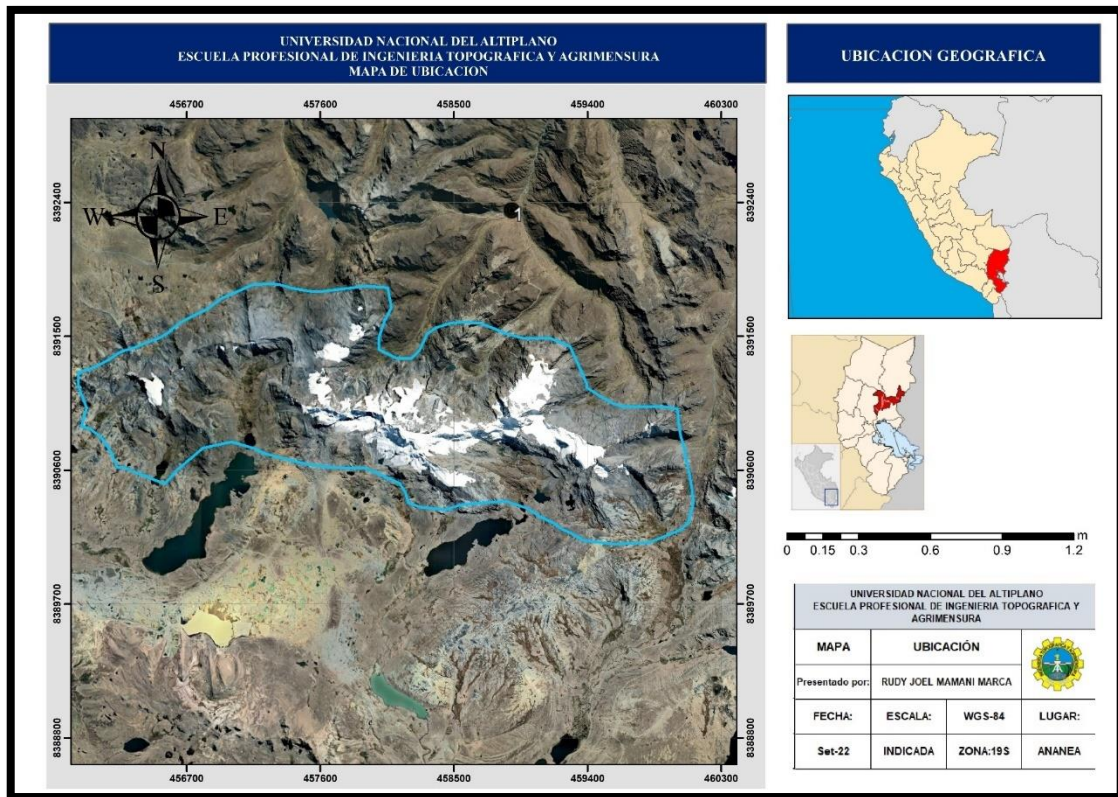
- 14°40'40" Latitud Sur
- 69°31'56" Longitud Oeste

Coordenadas UTM WGS84 en la zona 19 S:

- Norte: 8383428.60m
- Este: 454998.14m

Figura 6

Mapa de ubicación de la zona de estudio



Nota. La figura muestra el mapa de la ubicación de la zona de estudio.

3.3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.3.1. Diseño de la investigación

Se recurrirá a un diseño no experimental que se aplicará de una manera longitudinal, porque se obtendrá datos de la misma población en diferentes momentos (Cortes & Iglesias, 2011).

3.3.2. Tipo de investigación

El trabajo de investigación es de tipo relacional porque evalúa la relación que existe entre dos o más variables (Cortes & Iglesias, 2011).

3.3.3. Método de investigación

El método de investigación es de enfoque cuantitativo porque busca comprobar hipótesis, así como los objetivos trazados.

3.3.4. Población

La presente investigación la población está constituida por el nevado Ananea.

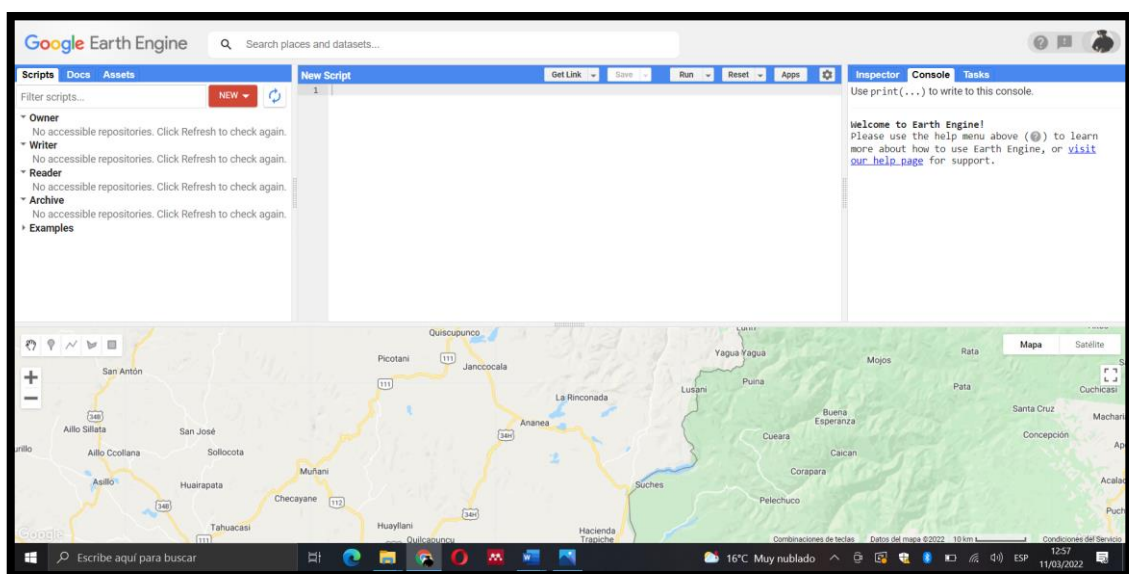
3.4. PROCEDIMIENTOS

3.4.1. Recopilación de fuentes de información de datos imágenes Landsat

Para la ejecución de esta investigación se recopiló más de 400 imágenes de satélite del satélite Landsat y MODIS obtenido por medio de la plataforma Google earth engine (GEE); el proveedor de estas imágenes es el United States Geological Survey (USGS). Los datos de Landsat están disponibles en Earth Engine en su forma: sin procesar, reflectancia de superficie, reflectancia corregida por TOA y en varios productos computarizados listos para ser usados.

Figura 7

Plataforma de Google Earth Engine



Nota. La figura muestra el entorno de la plataforma GEE.

3.4.2. Información meteorológica

Para esta investigación se recopiló la información meteorológica de los datos históricos de temperatura diaria y precipitación diaria desde el año de 1985 al 2021 estos datos fueron solicitados por el servicio nacional de meteorología e hidrología SENAMHI tal como se muestra en los Anexos.

Tabla 5

Información de la estación climatológica Ananea

Estación: ANANEA					
Departamento:	PUNO	Provincia:	SAN ANTONIO DE PUTINA	Distrito:	ANANEA
Latitud:	14°40'34.6"	Longitud:	69°32'1.88"	Altitud:	4660 msnm.
Tipo:	CO-Meteorológica	Código:	114050		

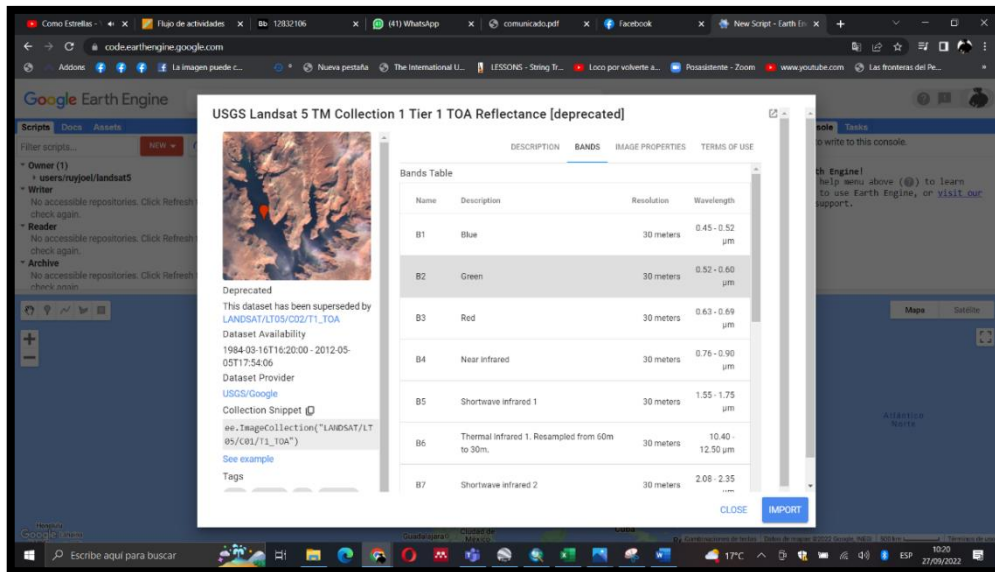
Nota. La tabla muestra la información de la estación climatológica Ananea.

3.5. PROCEDIMIENTO PRIMER OBJETIVO ESPECIFICO

Para determinar la cobertura de nieve del nevado Ananea en intervalos de cada mes desde 1985 hasta el 2021 se hizo mediante el editor de código basado en la web para la API de JavaScript de Earth Engine. se ubicó la zona de estudio, se indicó en la plataforma GEE las imágenes de satélite del satélite Landsat; ("LANDSAT/LT05/C01/T1_TOA") para Landsat 5, ("LANDSAT/LC08/C02/T1_RT_TOA") para Landsat 8 y ('MODIS/006/MOD09A1') para el satélite MODIS; dichas imágenes ya están corregidas por la plataforma GEE radiométricamente y geométricamente y listas para ser ejecutadas. Además, debido que en algunas fechas no se cuentan con los datos de las imágenes Landsat por mantenimiento se recurrió a las imágenes MODIS ya que cuenta con mayor resolución temporal.

Figura 8

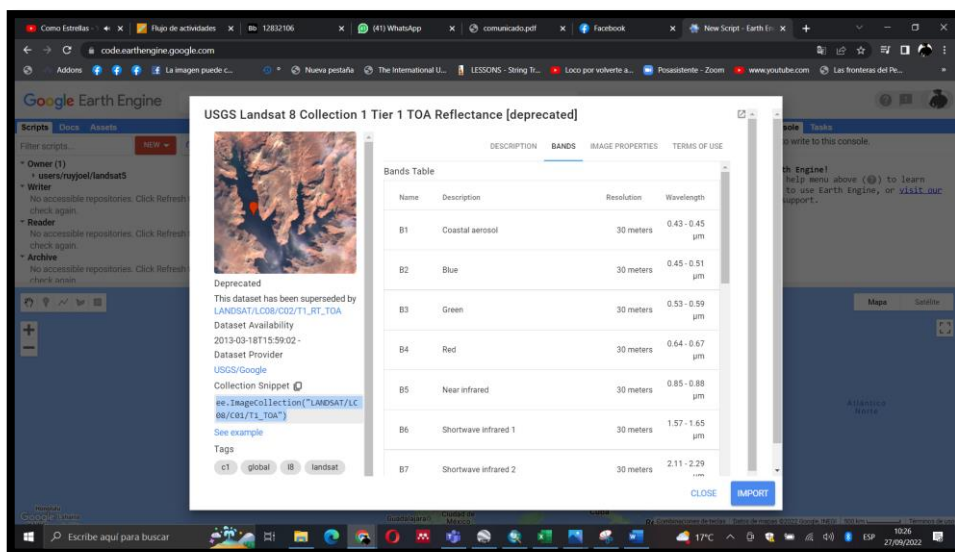
Imagen Satelital Landsat 5 TOA plataforma GEE



Nota. La figura muestra las características de la imagen satelital Landsat 5 TOA por la plataforma GEE.

Figura 9

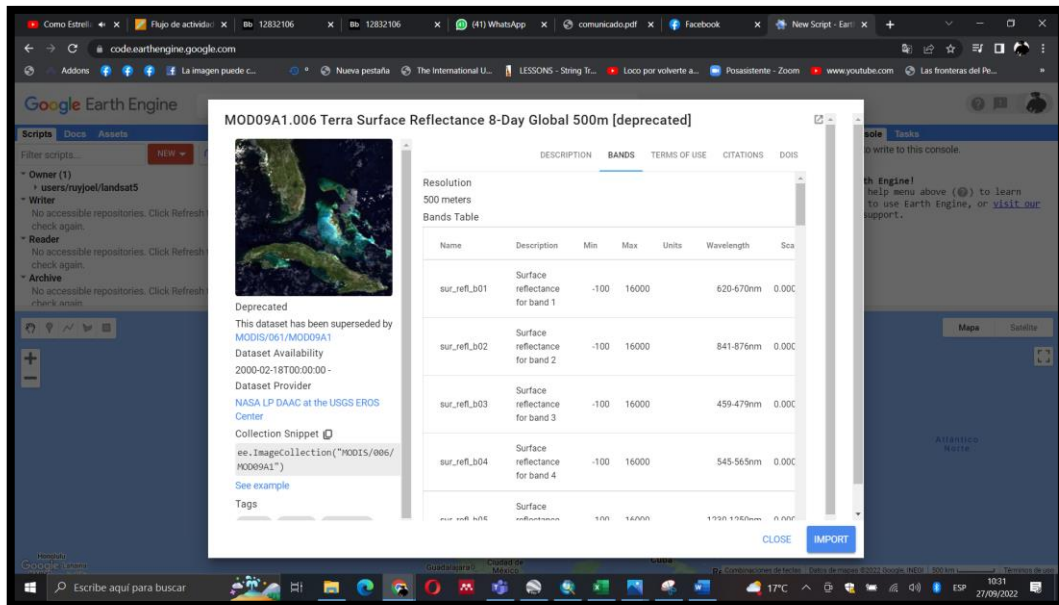
Imagen Satelital Landsat 8 TOA plataforma GEE



Nota. La figura muestra las características de la imagen satelital Landsat 8 TOA por la plataforma GEE.

Figura 10

Imagen satelital MODIS por la plataforma GEE

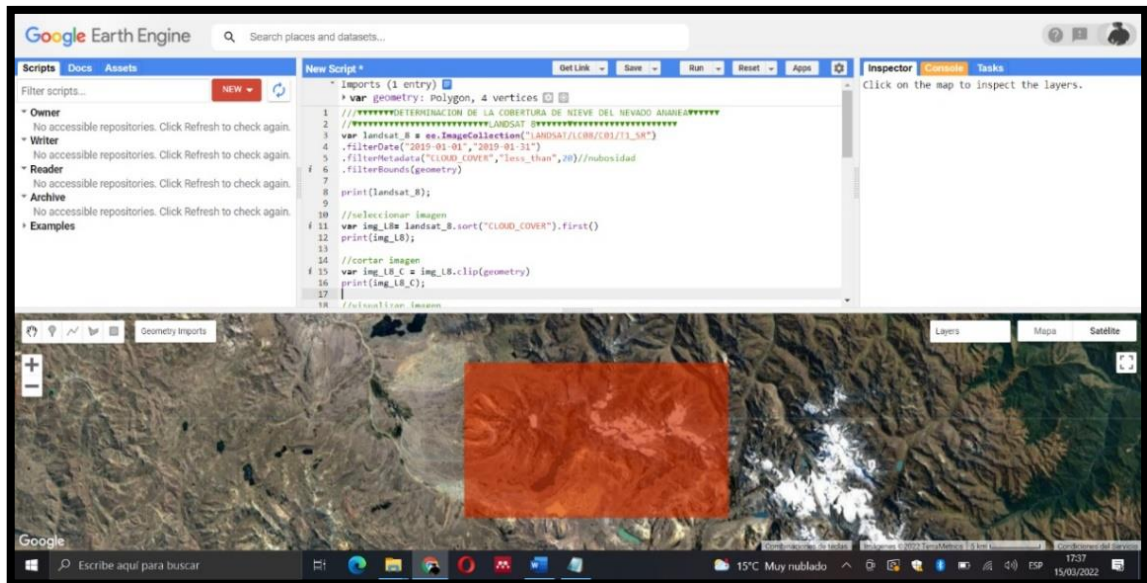


Nota. La figura muestra las características de la imagen satelital MODIS por la plataforma GEE.

Se corto la imagen adaptándola según a la zona de estudio de la investigación y se combinó las bandas 6,5,4 para Landsat 8; 5,4,3 para Landsat 5 y esta combinación se hizo con el fin de que la imagen distinga a las nubes, suelos, agricultura, nieve, etc. Para obtener el área de cobertura de nieve se adaptó la imagen satelital a una fecha indicada.

Figura 11

Zona de estudio por la plataforma GEE



Nota. La figura muestra la ubicación de la zona de estudio por la plataforma GEE.

Figura 12

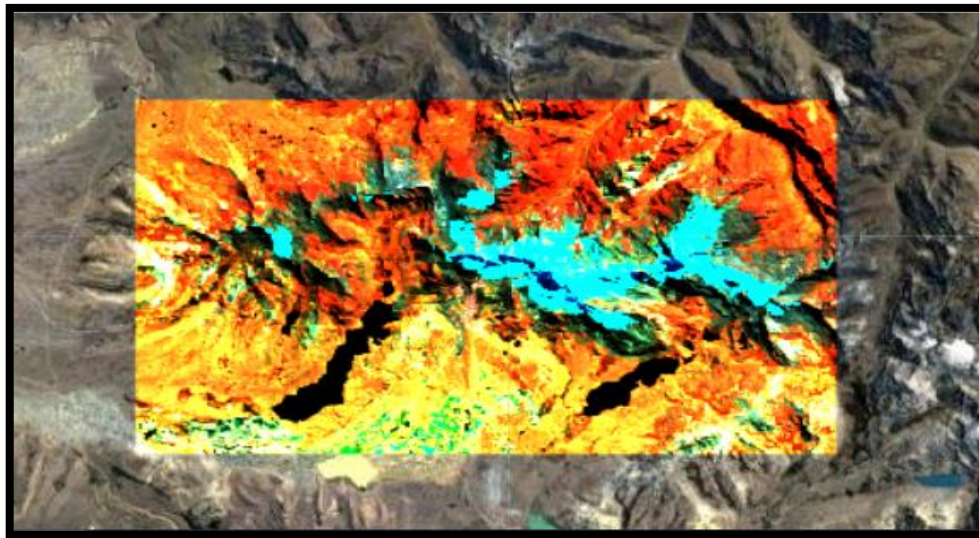
Procedimiento metodológico mediante el editor de código de GEE para zona de estudio y fecha de obtención de datos

```
1 ////////////////////////////////////////////////////////////////////
2 //DETERMINACION DE LA COBERTURA DE NIEVE DEL NEVADO ANANEA//
3 var geometry =
4   /* color: #d63000 */
5   /* displayProperties: [
6     {
7       "type": "rectangle"
8     }
9   ] */
10  ee.Geometry.Polygon(
11    [[[-69.56403265399828, -14.547037664670052],
12      [-69.56403265399828, -14.678595647176678],
13      [-69.31958685321703, -14.678595647176678],
14      [-69.31958685321703, -14.547037664670052]]], null, false);
15 var coll = ee.ImageCollection("LANDSAT/LT05/C01/T1_TOA")
16   .filterBounds(geometry)
17   .filterDate('1993-12-01', '1993-12-31')
```

Nota. La figura muestra el procedimiento mediante el editor de código de GEE para la zona de estudio, fecha y obtención de datos.

Figura 13

Combinación de bandas Landsat 05 por GEE



Nota. La figura muestra la combinación de bandas para Landsat 05 por GEE.

Para obtener la cobertura de nieve se utilizó el índice diferencial normalizado de nieve (NDSI), este índice indica valores entre los intervalos de -1 a 1. Según la metodología de (Dozier, 1989) propone emplear el $NDSI > 0.4$. Las ecuaciones que se emplearon para calcular índice diferencial normalizado de nieve para el satélite Landsat y MODIS fueron las siguientes:

$$NDSI = \frac{\rho S_{B2} - \rho S_{B5}}{\rho S_{B2} + \rho S_{B5}} \dots \dots \dots LandSat 5, 7$$

$$NDSI = \frac{\rho S_{B3} - \rho S_{B6}}{\rho S_{B3} + \rho S_{B6}} \dots \dots \dots LandSat 8$$

$$NDSI = \frac{\rho S_{B4} - \rho S_{B6}}{\rho S_{B4} + \rho S_{B6}} \dots \dots \dots MODIS$$

Seguido se calculó el área de cobertura de nieve por el conteo de pixeles obtenidos por el índice diferencial normalizado de nieve (NDSI) y por la proyección acimutal de Lambert tal como muestra la (Figura 11).

Figura 14

Procedimiento metodológico mediante el editor de código de GEE para NDSI y cálculo de área por proyección acimutal de Lambert.

```
18 //CALCULO NDSI
19 var Nieve = coll.mosaic()
20   .normalizedDifference(['B2','B5']).rename('NDSI')
21   .gte(0.4)
22   .selfMask();
23
24
25 Map.addLayer(Nieve, {min:0, max:1, palette:['e9ffe7','229f49']}, 'Nieve')
26
27
28
29
30
31
32
33
34 // cálculo de Área en GEE (Proyección acimutal de Lambert)
35 var area_GEE = Nieve.multiply(ee.Image.pixelArea())
36   .reduceRegion(ee.Reducer.sum(), geometry, 30, null, null,
37   false, 1e13)
38   .get('NDSI')
39
40   var area_GEE_Calc = ee.Number(area_GEE).multiply(0.000001)
41 print(' cálculo de Área en GEE (Proyección acimutal de Lambert)', area_GEE_Calc)
```

Nota. La figura muestra el procedimiento por GEE para NDSI y cálculo de área.

Las siguientes imágenes obtenidas por la plataforma GEE fueron exportadas a Google drive en formato TIFF e importadas a un software SIG para ser convertidas en formatos vectoriales en cuyo caso se utilizó el ArcMap 10.5 tal como muestra la (figura 16 y 17).

Figura 15

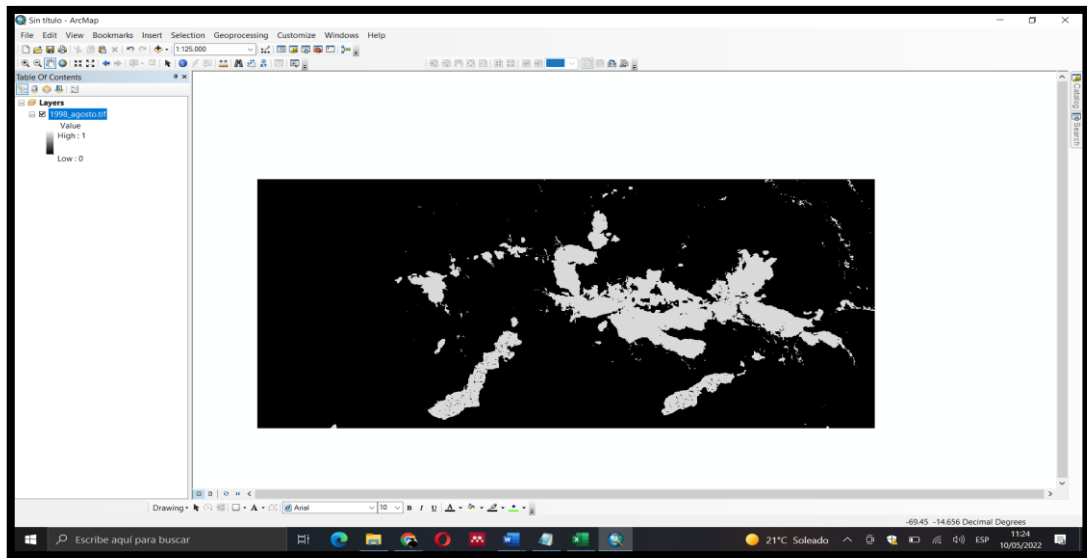
Procedimiento metodológico mediante el editor de código de GEE para exportar imagen en formato TIFF

```
48 //exportar imagen a drive
49 Export.image.toDrive({
50   image: Nieve,
51   description: "1993_noviembre",
52   scale: 30,
53   region: geometry
54 });
```

Nota. La figura muestra el procedimiento para exportar la imagen en formato TIFF a Google drive.

Figura 16

Índice diferencial normalizado de nieve (NDSI) obtenido por GEE

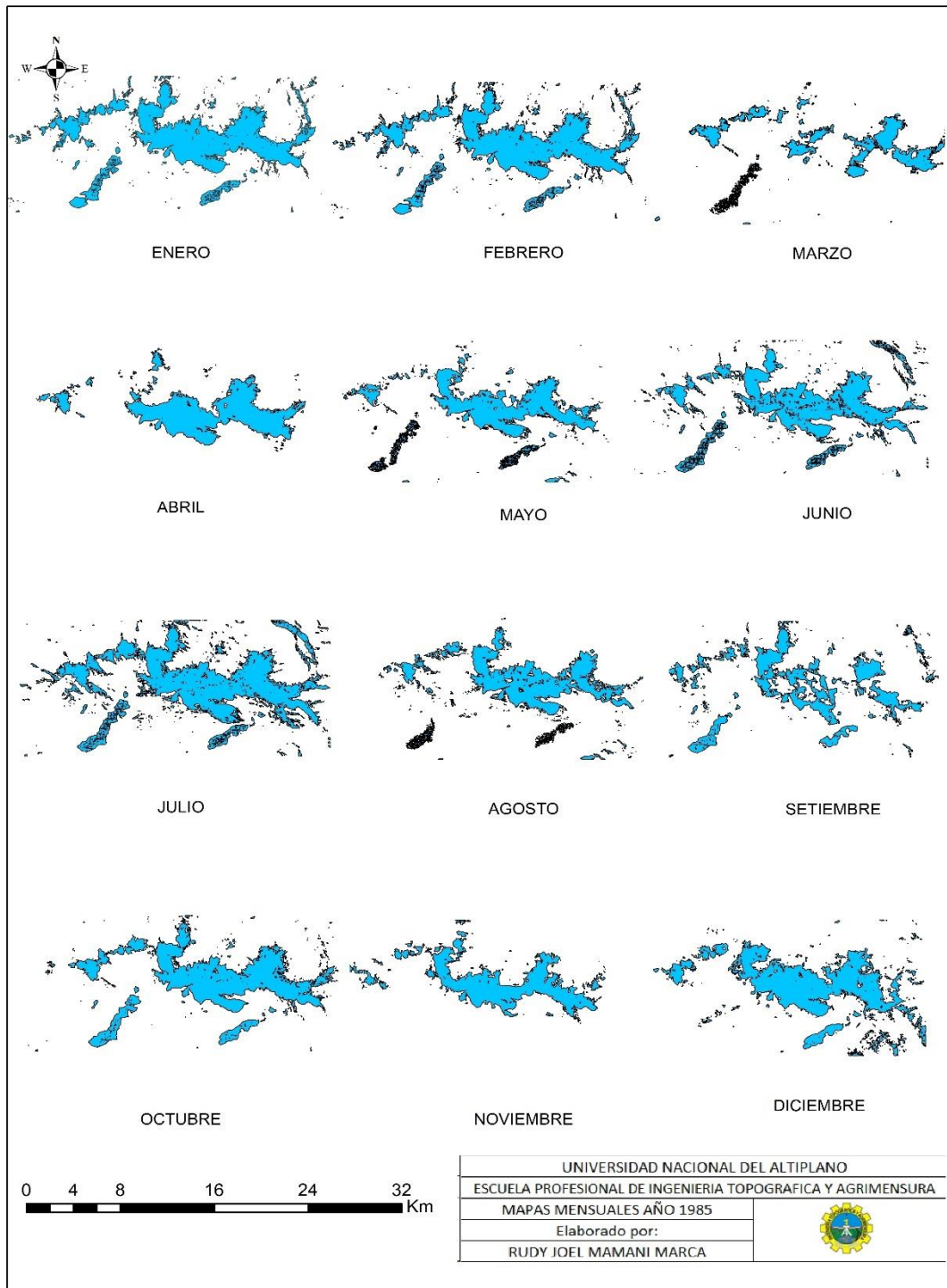


Nota. La figura muestra el NDSI exportado en un software GIS obtenido por la plataforma GEE.

3.5.1. Mapas mensuales de la cobertura de nieve del nevado Ananea obtenidas por la plataforma GEE

Figura 17

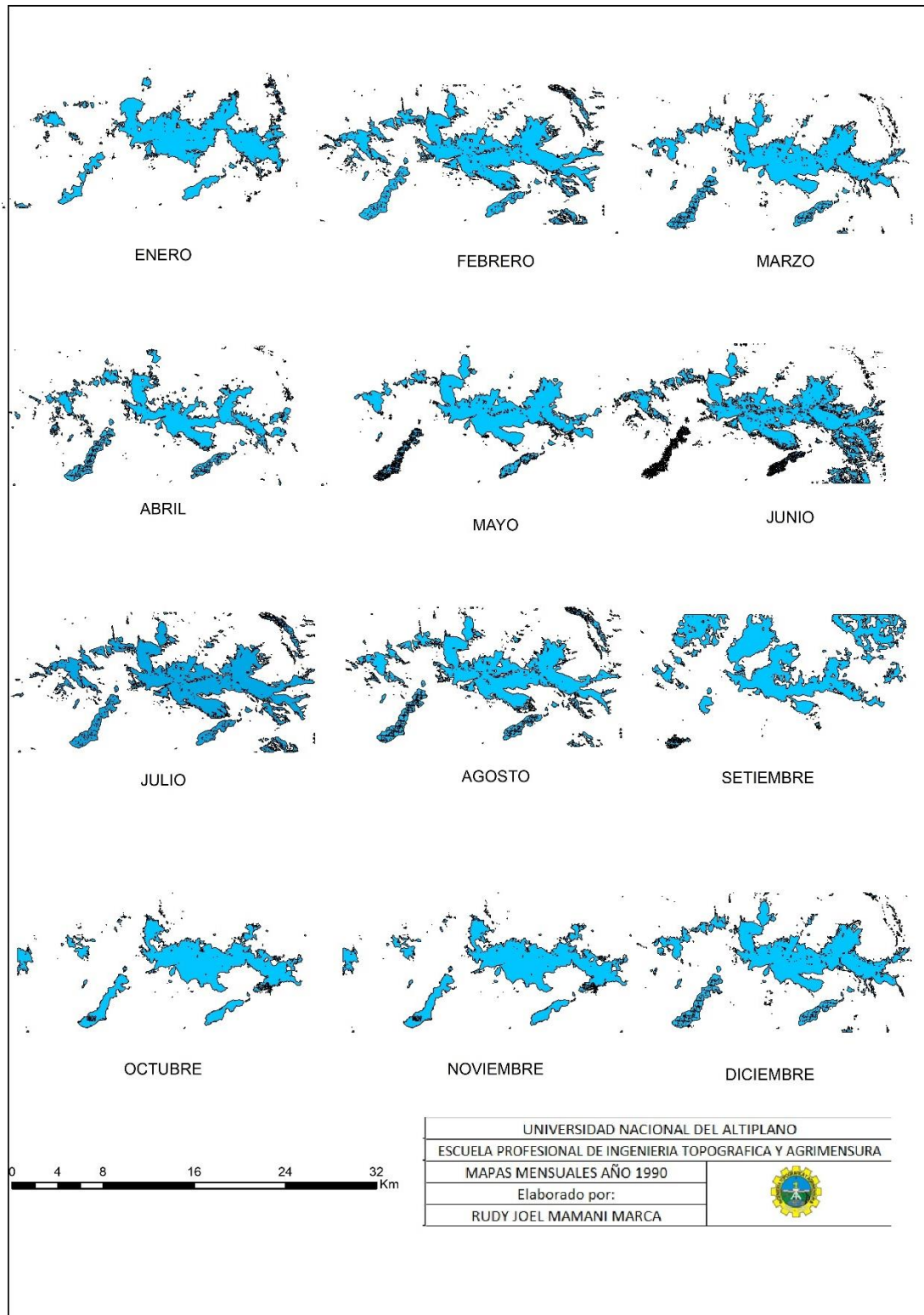
Mapas mensuales de la cobertura de nieve año 1985



Nota. La figura muestra los mapas mensuales del nevado año 1985.

Figura 18

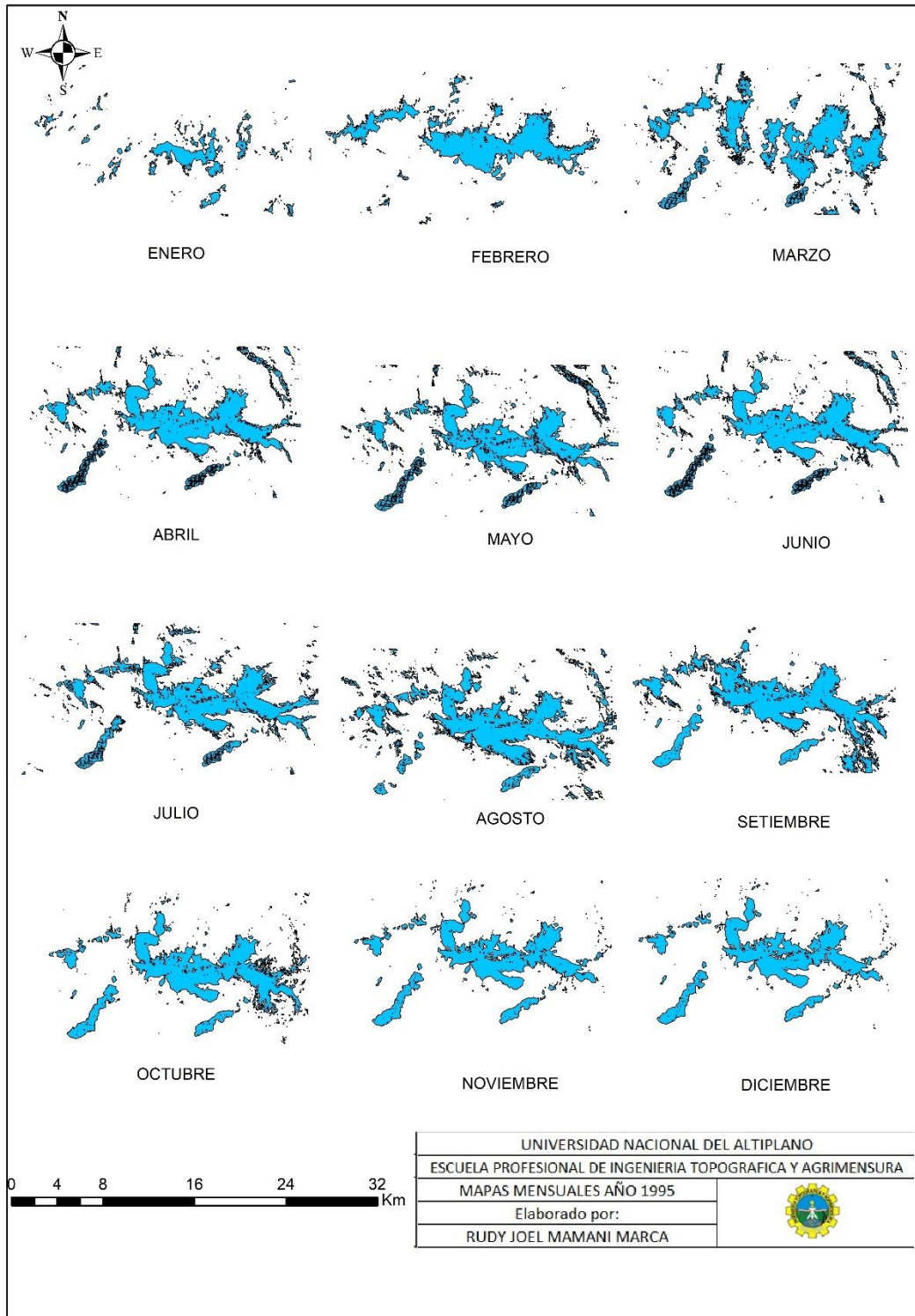
Mapas mensuales de la cobertura de nieve año 1990



Nota. La figura muestra los mapas mensuales del nevado año 1990.

Figura 19

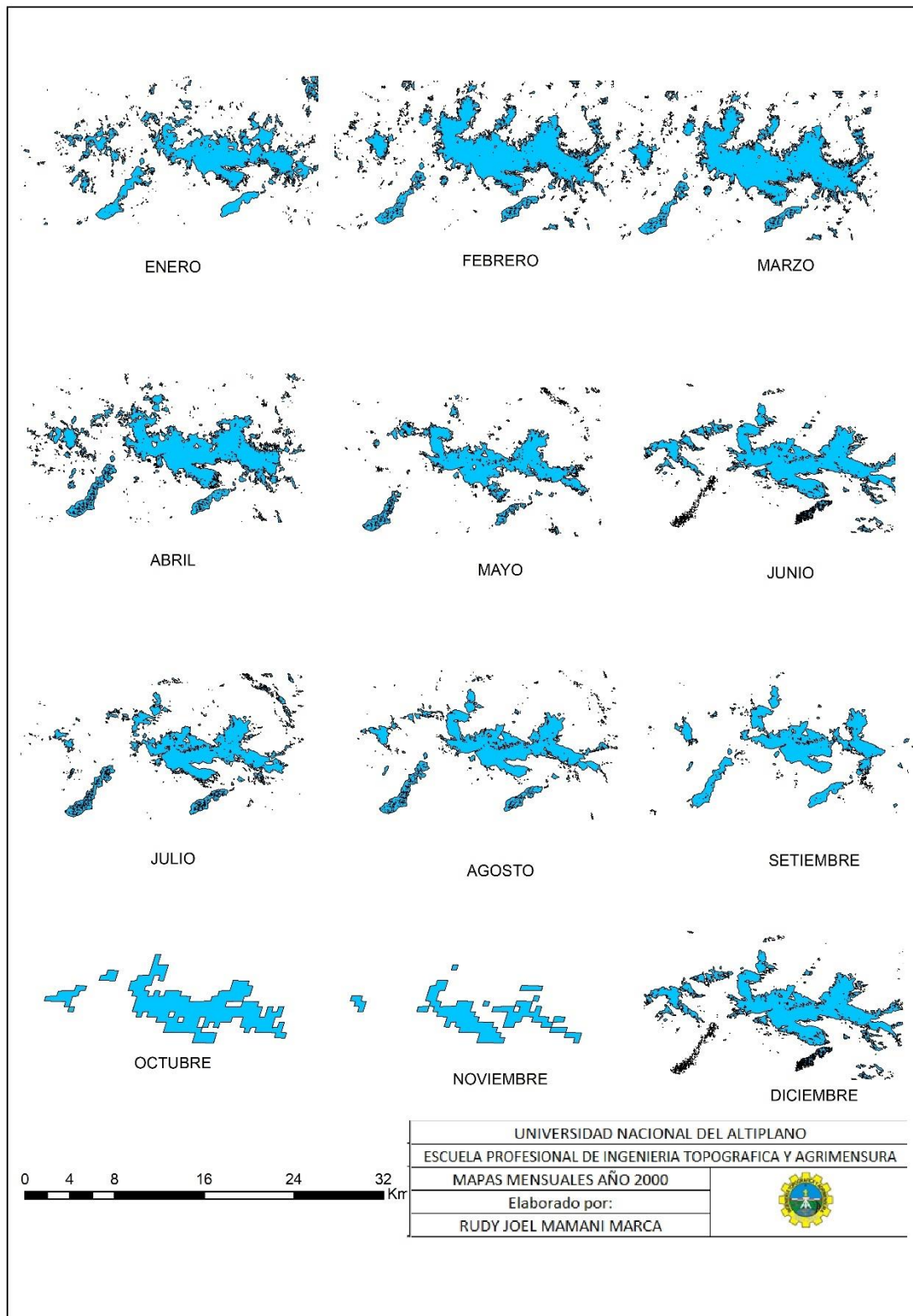
Mapas mensuales de la cobertura de nieve año 1995



Nota. La figura muestra los mapas mensuales del nevado año 1995.

Figura 20

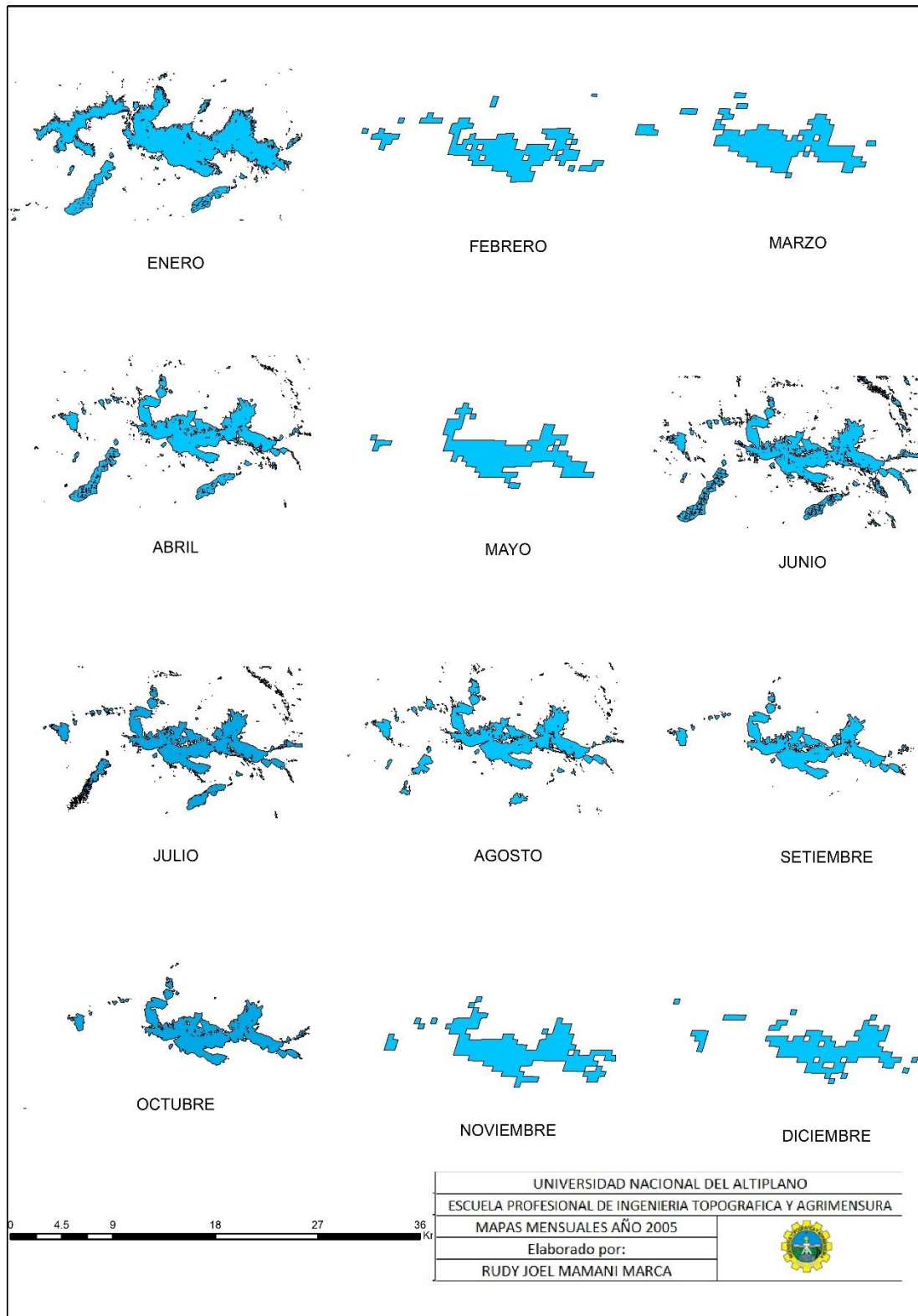
Mapas mensuales de la cobertura de nieve año 2000



Nota. La figura muestra los mapas mensuales del nevado año 2000.

Figura 21

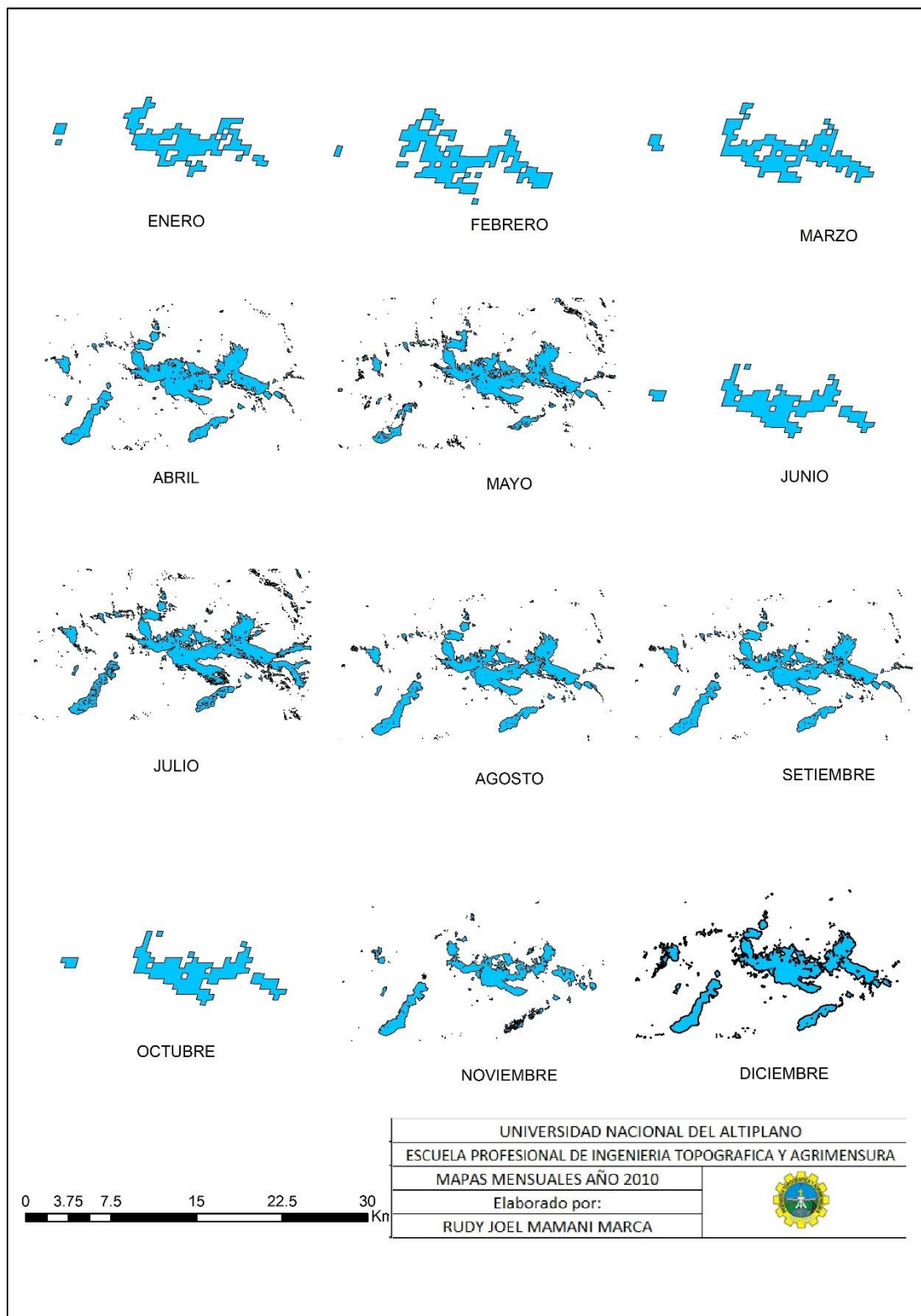
Mapas mensuales de la cobertura de nieve año 2005



Nota. La figura muestra los mapas mensuales del nevado año 2005.

Figura 22

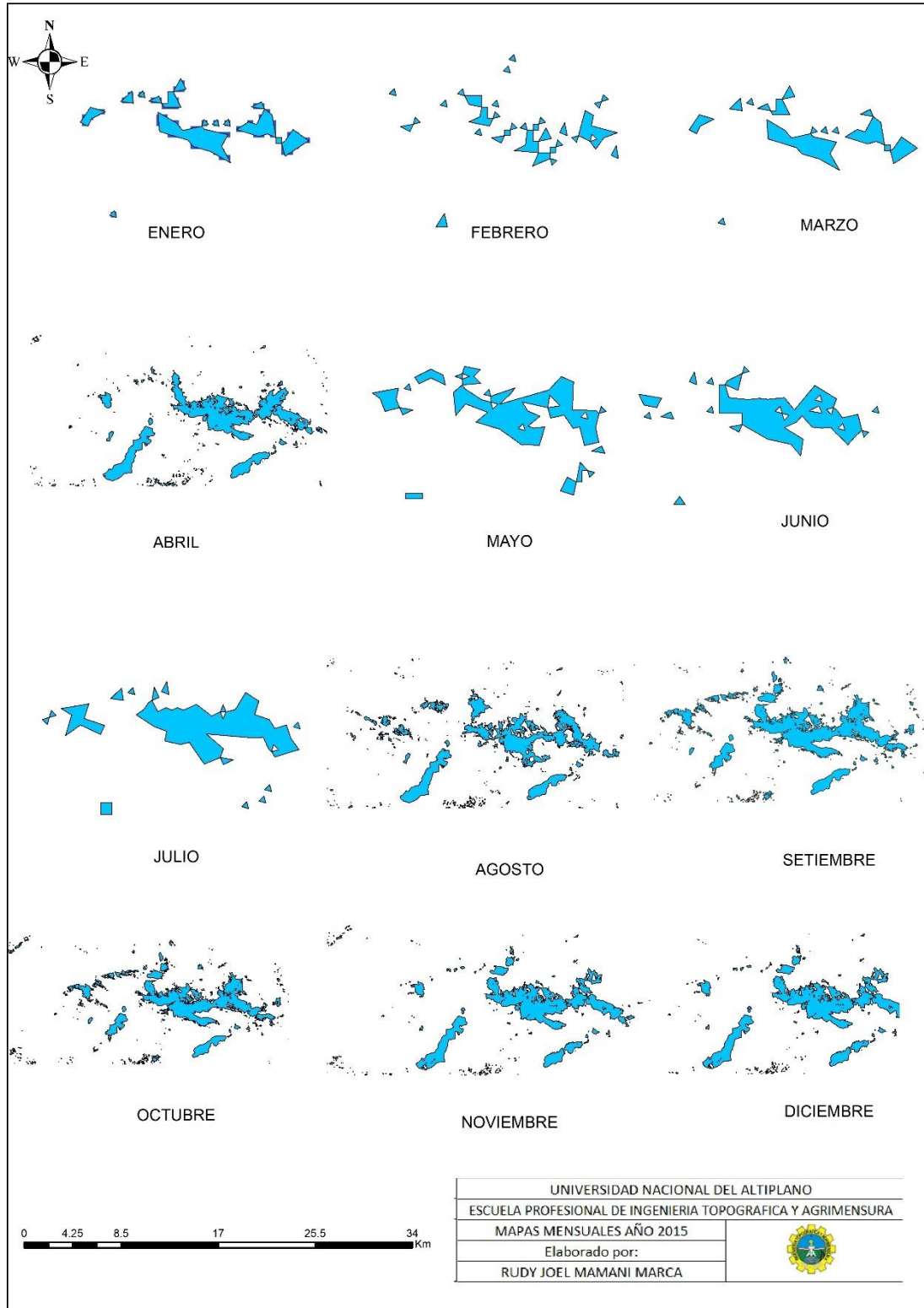
Mapas mensuales de la cobertura de nieve año 2010



Nota. La figura muestra los mapas mensuales del nevado año 2010.

Figura 23

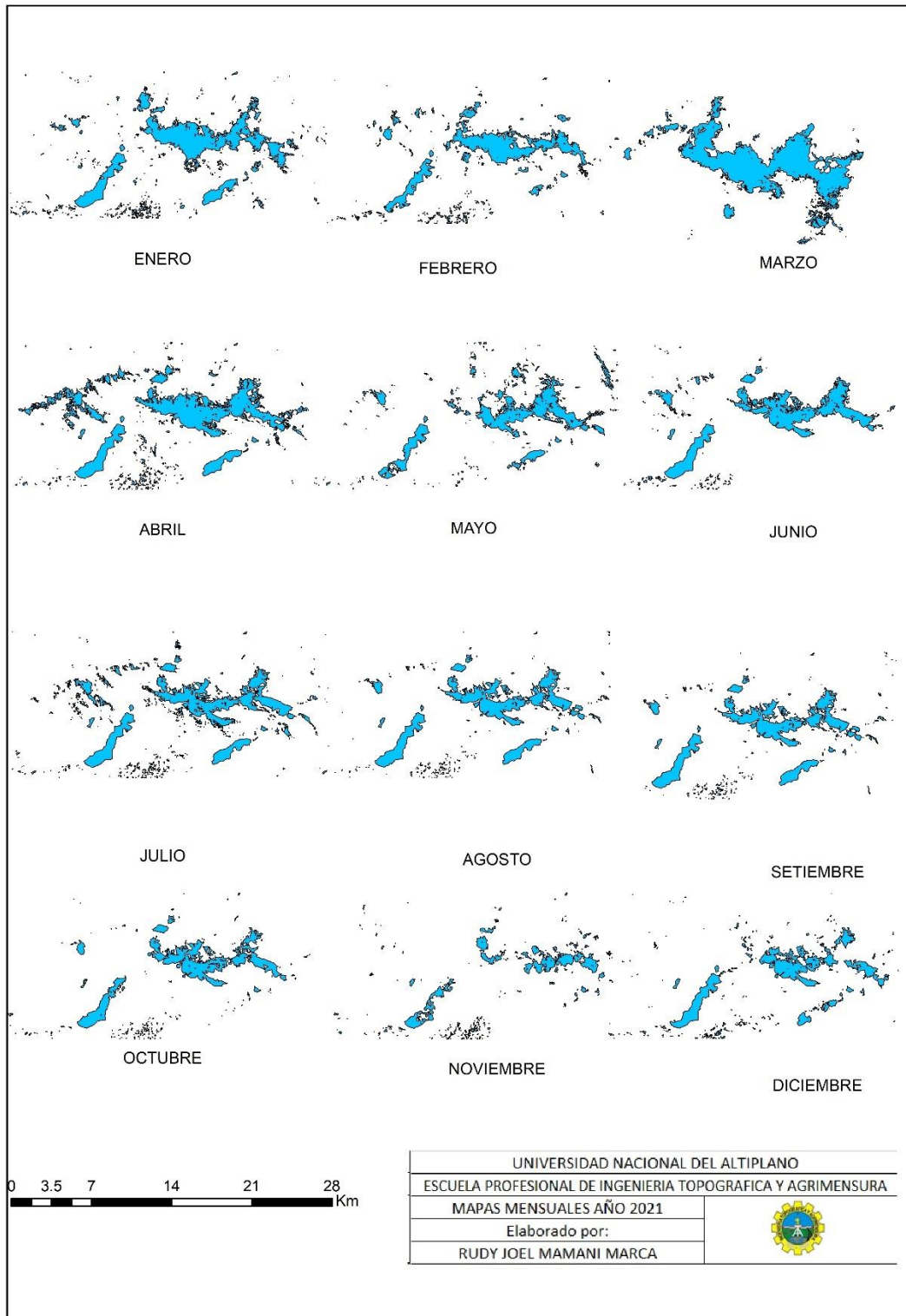
Mapas mensuales de la cobertura de nieve año 2015



Nota. La figura muestra los mapas mensuales del nevado año 2010.

Figura 24

Mapas mensuales de la cobertura de nieve año 2021



Nota. La figura muestra los mapas mensuales del nevado año 2021.

3.5.2. Análisis estadístico

3.5.2.1. Coeficiente de correlación lineal múltiple

Es una medida numérica de la fuerza de la relación entre dos variables de datos cuantitativos. Se utiliza para analizar la relación entre la variable dependiente y dos o más variables independientes.

El coeficiente de correlación múltiple se calcula a partir de las puntuaciones de dos variables de la muestra. Ahora bien, el coeficiente de correlación múltiple puede variar en valores de -1 a 1 tal como muestra la tabla (Hernandez, 2014).

La ecuación que describe la forma en que la variable dependiente, Y, se relaciona con las variables independientes X1, X2, ..., XK, el modelo de correlación múltiple tiene la forma siguiente:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_kX_k$$

El coeficiente de correlación múltiple se calcula de la siguiente manera:

$$r = \sqrt{1 - \frac{\sum(Y - \bar{Y})^2}{\sum(Y - \hat{Y})^2}}$$

Tabla 6

Interpretación del grado de correlación de Pearson

Perfecta	r=1	r=-1
Excelente	0.90 < r < 1	-1 < r < -0.90
Aceptable	0.80 < r < 0.90	-0.90 < r < -0.80
Regular	0.60 < r < 0.80	-0.80 < r < -0.60
Mínima	0.30 < r < 0.60	-0.60 < r < -0.30
no existe correlación	0 < r < 0.30	-0.30 < r < 0

Nota: se muestra la interpretación del grado de correlación Martínez Bencardino (2019).

3.6. PROCEDIMIENTO SEGUNDO OBJETIVO ESPECIFICO

Para relacionar el área de cobertura glaciar del nevado Ananea entre 1985 – 2021 con la temperatura y precipitación se utilizó los datos de cobertura glaciar que fueron procesados en el primer objetivo específico por la plataforma Google Earth Engine y también se utilizó los datos históricos de temperatura y precipitación que fueron solicitados por el Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología (SENAMHI) tal como muestran los anexos 1 y 2.

Seguido para relacionar el área de cobertura glaciar se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson. Los datos de las variables de cobertura glaciar, temperatura y precipitación fueron procesados por el software Excel.

Tabla 7

Datos de temperatura media anual y cobertura glaciar periodo 2003 - 2021

Año	Area(km2)	T° media anual
2003	34.03	4.407
2004	35.86	4.141
2005	33.37	4.566
2006	33.19	3.789
2007	32.8	3.433
2008	29.89	3.724
2009	29.02	3.957
2010	29.95	4.432
2011	29.76	4.115
2012	30.51	3.962
2013	32.46	4.196
2014	30.35	4.615
2015	31.33	4.509
2016	32.33	4.987
2017	30.04	4.777
2018	33.24	4.554
2019	30.28	4.583
2020	28.71	4.681
2021	27.07	4.677

Nota. La tabla muestra los datos de la temperatura media anual que fueron solicitados por el SENAMHI



Tabla 8

Datos de la cobertura glaciar y los datos de precipitación acumulada solicitados por el Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología

Año	Área (km ²)	PP Acumulada
1985	48.87	874
1986	48.11	809
1987	49.2	723
1988	48.69	564
1989	48.72	620
1990	44.35	680
1991	50.5	529
1992	43.39	532
1993	44.98	663
1994	46.41	752
1995	39.84	502
1996	41.36	497
1997	41.48	610
1998	38.33	418
1999	52.76	614
2000	43.84	586
2001	37.42	591
2002	33.35	677
2003	34.03	675
2004	35.86	754
2005	33.37	592
2006	33.19	668
2007	32.8	559
2008	29.89	614
2009	29.02	616
2010	29.95	529
2011	29.76	636
2012	30.51	636
2013	32.46	631
2014	30.35	629
2015	31.33	767
2016	32.33	604
2017	30.04	731
2018	33.24	772
2019	30.28	756
2020	28.71	684
2021	27.07	719

Nota La tabla muestra los datos de la cobertura glaciar y los datos de precipitación acumulada solicitados por el Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología

3.6.1. Coeficiente de correlación de Pearson

Es una medida numérica de la fuerza de la relación entre dos variables de datos cuantitativos. Se utiliza para analizar la relación entre dos variables medidas a nivel de intervalo o razón.

El coeficiente de correlación de Pearson se calcula a partir de las puntuaciones de 582 dos variables de la muestra. Ahora bien, el coeficiente de correlación de Pearson puede 583 variar en valores de -1 a 1 tal como muestra la tabla (Hernandez, 2014).

$$r = \frac{n * \sum xy - \sum x * \sum y}{\sqrt{(n * \sum x^2 - (\sum x)^2) * (n * \sum y^2 - (\sum y)^2)}}$$

Donde:

n = Numero de pares de datos.

\sum = Indica la suma de elementos.

$\sum x$ = Indica la suma de los elementos en x.

$\sum y$ = Indica la suma de los elementos de y.

$\sum x^2$ = Indica que cada valor de x debe elevarse al cuadrado y deben sumarse todos los valores.

$(\sum x)^2$ = Indica que los valores de x deben sumarse y el total debe elevarse al cuadrado

$\sum xy$ = Indica que los valores de x deben multiplicarse primero por su valor y correspondiente luego realizar la suma.

r = Coeficiente de correlación Lineal.

3.6.2. Análisis de regresión simple

Es un modelo estadístico utilizado para estimar el efecto de una variable sobre otra. Está relacionado con el coeficiente de correlación de Pearson.

Brinda la oportunidad de predecir la puntuación de una variable a partir de la puntuación de otra variable. Cuanto mayor sea la correlación entre las variables, mayor será el poder predictivo (Bencardino, 2019).

$$Y = BX + C$$

Donde:

Y = Predictando o Variable estimada, siendo la variable dependiente.

X = Corresponde al predictor, denominada también variable dependiente.

B = Es el coeficiente angular, en la ecuación de la recta de regresión; es el crecimiento o decrecimiento en Y , por cada valor que toma x también se denomina pendiente

C = Es el coeficiente de posición u origen de la Ordenada

Para determinar los coeficientes B y C se empleó el método de mínimos cuadrados

3.6.3. Método de mínimos cuadrados

Es una técnica de análisis numérico en el marco de la optimización matemática en la que, dado un conjunto ordenado de pares de variables independientes y dependientes y una familia de funciones, se intenta encontrar los datos de funciones continuas más cercanas de la familia.

Es el método más utilizado, para realizar un buen ajuste, implica que la recta elegida para ajustar los puntos del diagrama de dispersión sea tal que la suma de los cuadrados de las distancias verticales entre los puntos y la recta sea lo más pequeño posible. etc (Bencardino, 2019).

$$B = \frac{\sum y - C * \sum x}{n}$$



$$C = \frac{n * \sum xy - \sum x * \sum y}{(n * \sum x^2 - (\sum x)^2)}$$

Donde:

B = Es el coeficiente angular, en la ecuación de la recta de regresión; es el crecimiento o decrecimiento en Y , por cada valor que toma x también se denomina pendiente

C = Es el coeficiente de posición u origen de la Ordenada

$\sum y$ = Indica la suma de los elementos de y

$\sum x$ = Indica la suma de los elementos en x

n = Numero de pares de datos

$\sum x^2$ = Indica que cada valor de x debe elevarse al cuadrado y deben sumarse todos los valores

$(\sum x)^2$ = Indica que los valores de x deben sumarse y el total elevarse al cuadrado

$\sum xy$ = indica que cada valor de x debe multiplicarse primero por su valor y correspondiente y realizar la suma.

3.7.4 Coeficiente de determinación

Es una estadística utilizada en el contexto de un modelo estadístico cuyo objetivo principal es predecir resultados futuros o probar hipótesis a partir de dos variables x e y . Este coeficiente determina la calidad del modelo al replicar los resultados y la proporción de la variación en los resultados que el modelo puede explicar. R^2 es solo el cuadrado del coeficiente de correlación de Pearson, lo cual es solo cierto para la regresión lineal simple (Triola, 2009).

$$0 \leq R^2 \leq 1$$

- Si $R^2 = 0 \Rightarrow$ El modelo no explica nada de y a partir de x .
- Si $R^2 = 1 \Rightarrow$ Ajuste perfecto: y depende funcionalmente de x .
- Un valor de R^2 cercano a 0 \Rightarrow Baja capacidad explicativa de la recta.
- Un valor de R^2 próximo a 1 \Rightarrow Alta capacidad explicativa de la recta.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS PARA EL PRIMER OBJETIVO ESPECIFICO

De acuerdo a los procedimientos se ha determinado el área de cobertura glaciar mensualmente entre el periodo de 1985 – 2021 donde se ha presentado una pérdida del 44.61% de área glaciar que representa el 21.80 km².

En la (tabla 7) se observa los resultados obtenidos de la cobertura glaciar del nevado Ananea en Km² por la plataforma Google Earth Engine, con imágenes Landsat 5, 8 y MODIS.

Tabla 9

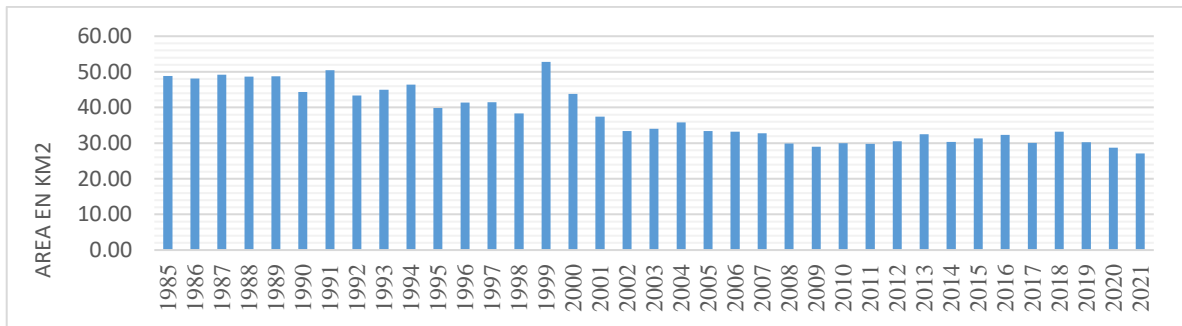
Área de cobertura de nieve mensual periodo 1985 – 2021

CUADRO DE AREAS DEL NEVADO ANANEA													
año	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	setiembre	octubre	noviembre	diciembre	promedio
1985	53.11	36.28	26.33	47.37	40.61	66.82	57.40	42.90	55.12	59.86	35.50	65.11	48.87
1986	65.18	38.49	28.78	41.44	38.28	62.96	74.95	64.94	39.38	57.86	9.95	55.11	48.11
1987	14.92	63.04	55.61	39.07	58.72	59.69	63.79	57.53	38.43	26.47	62.98	50.21	49.20
1988	40.05	38.46	86.02	45.36	53.79	56.42	52.63	50.12	37.49	37.28	41.37	45.32	48.69
1989	46.58	33.75	16.76	49.38	64.70	67.23	59.00	57.00	59.53	58.48	45.79	26.45	48.72
1990	51.17	10.35	55.26	43.01	46.49	62.63	68.61	60.04		29.72	45.56	14.99	44.35
1991	55.04	53.57	52.10	16.28	56.21	65.79	63.78	51.20	66.29	42.63		32.64	50.50
1992	75.33	19.20	48.15	35.14		55.88	64.27	48.86	51.44	21.17	28.91	28.91	43.39
1993	36.77	35.60	44.60	53.60	58.94	41.41	56.30		47.33	42.85	38.37	39.07	44.98
1994	39.73	42.46	49.33		58.93	52.29	53.70	51.65	40.61	38.72	43.12	40.00	46.41
1995	15.56	51.66	54.67	54.06	54.72	10.89	53.42	45.71	48.42	52.70	44.63	45.71	44.35
1996	39.77	42.18	35.71	24.94	44.62	54.91	48.62	51.02	37.26	41.63	38.48	37.15	41.36
1997		29.01	34.45	44.20	38.62	53.53	54.05	62.00	34.96	39.33	36.18	34.85	41.93
1998	16.03	44.46		43.55	44.88	47.93	46.82	42.80	40.06	36.89	14.22	44.01	38.33
1999	45.06	42.67	32.48	57.91	43.63	66.40	68.16	57.97	82.91	28.56	54.58		52.76
2000	70.54	35.72	40.46	61.06	40.82	51.85	42.92	44.03	37.16	42.09	23.57	35.83	43.84
2001	19.66	23.69	19.48	32.95	66.98	58.04	52.95	42.57	38.48	33.90	27.43	32.95	37.42
2002	18.70	34.91	35.82	32.64	31.34	49.08	44.35	18.79	32.34	36.76	38.46	27.06	33.35
2003	25.25	28.86	27.86	26.86	32.07	48.05	34.39	54.05	32.45	31.47	43.03	24.05	34.03
2004	29.34	31.35	32.45	31.49	45.27	45.09	56.32	37.04	35.04	29.95	26.21	30.73	35.86
2005	25.56	23.33	35.10	40.89	33.19	46.01	38.38	35.44	27.85	29.10	37.02	28.62	33.37
2006	48.34	26.94	35.96	32.25	42.17	39.07	45.04	17.58	27.42	25.49	29.10	28.93	33.19
2007	22.61	34.91	38.22	33.37	39.11	36.89	34.13	31.51	27.40	37.71	26.70	31.02	32.80
2008	24.29	28.14	32.30	22.75	38.58	31.25	44.29	36.31	27.17	44.92	14.06	14.62	29.89
2009	28.86	22.83	23.09	22.17	40.89	41.91	20.41	36.23	35.72	23.67	24.05	28.46	29.02
2010	19.48	29.58	27.66	36.87	35.08	25.73	44.64	35.14	26.70	19.00	23.17	36.35	29.95
2011	24.17	26.82	27.60	27.26	25.72	41.63	46.34	34.22	29.54	20.44	24.34	29.10	29.76
2012	27.04	28.14	24.43	35.16	35.64	36.41	34.22	33.23	23.64	26.49	29.34	32.41	30.51
2013	39.27	21.74	22.94	31.79	38.71	42.80	17.10	36.39	40.04	16.38	48.35	34.01	32.46
2014	20.68	20.32	27.97	28.47	28.75	42.32	39.32	30.57	32.70	32.70	32.13	28.25	30.35
2015	22.61	17.36	22.37	23.37	41.43	56.37	35.64	43.81	36.24	17.36	31.15	28.25	31.33
2016	28.92	30.05	46.75	33.05	36.36	24.27	43.52	32.07	33.33	14.91	31.51	33.19	32.33
2017	21.43	27.97	39.53	36.72	38.17	38.87	37.39	24.05	25.28	27.18	19.96	24.00	30.04
2018	31.50	30.32	46.30	27.45	41.23	39.66	25.73	35.64	26.49	32.91	29.70	31.89	33.24
2019	29.00	25.09	26.07	28.57	37.32	36.41	29.50	33.10	29.34	29.54	23.67	35.80	30.28
2020	35.79	34.44	36.21	30.91	32.10	26.65	28.81	24.32	30.33	21.67	22.52	20.78	28.71
2021	25.68	23.16	31.81	40.69	24.96	26.84	31.63	26.33	16.73	25.60	23.10	28.29	27.07

Nota. Se muestra el área de cobertura de nieve desde 1985-2021.

Figura 25

Comportamiento del área de cobertura glaciaria vs años



Nota. En la figura se muestra el comportamiento de la cobertura glaciaria vs años

Para determinar la relación entre área, temperatura, precipitación y para llegar al segundo objetivo específico se muestra lo siguiente:

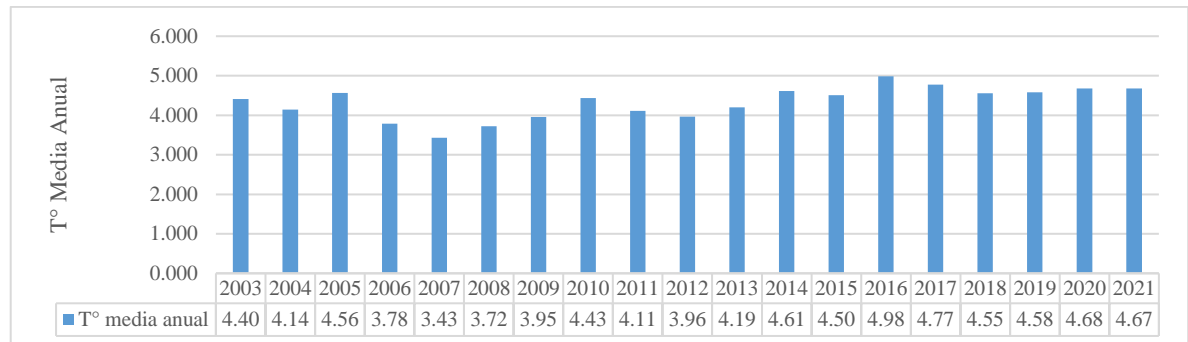
4.2. RESULTADOS PARA SEGUNDO OBJETIVO ESPECIFICO

4.2.1. Análisis Estadísticos de Área y Temperatura Media anual

Para determinar la variación de la cobertura glaciaria del nevado de Ananea con respecto a la temperatura media anual, se analizaron datos de satélite Landsat 5, Landsat 8 y MODIS procesados por la plataforma GEE para el período desde 1985 hasta el 2021 y datos de temperatura media anual desde el periodo 2003 hasta 2021, esta serie de datos de temperatura máxima se solicitó por el Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología (SENAMHI).

Figura 26

Comportamiento de la temperatura media anual vs años



Nota. Se muestra el comportamiento de la temperatura media anual vs años.

Se puede observar en la figura los valores de la temperatura máxima de la estación Ananea donde se nota claramente el incremento de este en los últimos años.

Tabla 10

Estadísticos descriptivos Área y Temperatura Máxima

Variable	Observaciones	Obs. con datos perdidos	Obs. sin datos perdidos	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
Area(km2)	19	0	19	27.070	35.860	31.273	2.169
T° promedio	19	0	19	3.433	4.987	4.321	0.409

Nota. En la tabla se muestra los estadísticos de área y T° Máxima.

La tabla muestra la estadística descriptiva de la media y la desviación estándar, interpreta como cuánto se desvía, en promedio, de la media un conjunto de puntuaciones. Se obtuvo para su muestra un promedio de área glaciar de 31.273 (km²) y una desviación estándar de 2.169, que podemos interpretar, que el área glaciar de la muestra se desvía en promedio, 2.168 (km²), respecto a la media.

Además, podemos apreciar la estadística descriptiva de la media y la desviación estándar, se puede interpretar como cuánto se desvía, en promedio, de la media un conjunto de puntuaciones. Se obtuvo para su muestra un promedio de temperatura media

anual de 4.321 (°C) y una desviación estándar de 0,409 esta interrogante nos afirma que la temperatura máxima de la muestra se desvía en promedio de 0.409 (°C) respecto a la media.

Tabla 11

Matriz de correlaciones área y temperatura media anual

	T° MAX	AREA
T° MAX	1	-0.379
Area	-0.379	1

Nota. La tabla muestra la matriz de correlación de área y Temperatura media anual.

Según la tabla donde la variable temperatura máxima con la variable área de la cobertura de nieve tiene una relación inversa con un valor de -0.379, es una correlación negativa que indica que a medida que la temperatura aumenta el área de cobertura de nieve disminuye.

Tabla 12

Tabla regresión de la variable área y temperatura máxima

Estadísticos de bondad del ajuste (Área y temperatura máxima):

Observaciones	19
Suma de los pesos	19
GL	17
R ²	0.032
R ² ajustado	-0.025
MEC	4.820
RMSE	2.195
MAPE	5.684
DW	0.698
Cp	2.000
AIC	31.770
SBC	33.659
PC	1.196
Press	99.190
Q ²	-0.172

Nota: se muestra los estadísticos de ajuste área y Temperatura media anual

4.2.2. Parámetros del modelo (Área y temperatura máxima)

El modelo debe ser utilizado para realizar previsiones, simulaciones, esto nos enseña los límites proporcionados por las observaciones del intervalo de la variable área del nevado con respecto a la temperatura máxima.

Tabla 13

Parámetros del modelo (Área y temperatura máxima)

Fuente	Valor	Error estándar	t	Pr > t	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)
Intercepción	35.368	5.491	6.442	<0.0001	23.784	46.953
T° promedio	-0.948	1.265	-0.749	0.464	-3.617	1.722

Nota. La tabla muestra un nivel de significancia de Sig = 0,000, que es menor que $\alpha = 0,05$ entonces podemos afirmar un 95% seguridad de equivocarse, también (b= -0.948), indica la variación que tendrá el nevado Ananea en (km²), al momento de tener una variación de la temperatura máxima.

4.2.3. Ecuación del modelo (AREA) con relación a la temperatura media máxima anual

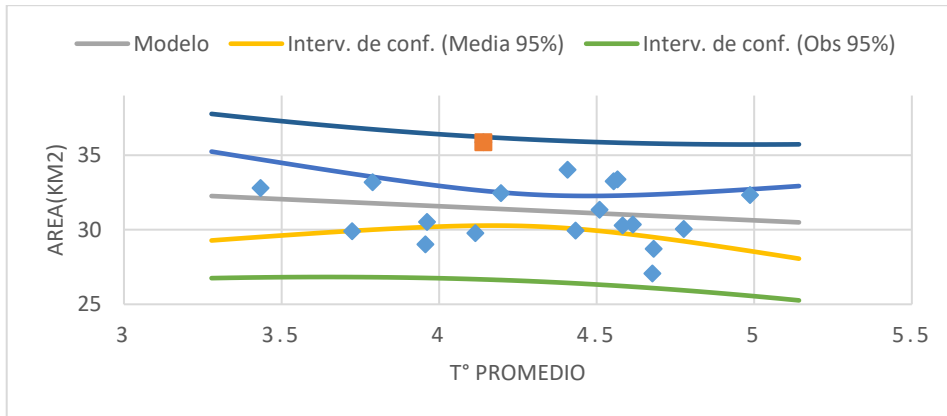
Para el análisis de la correlación de la variable retroceso del área glaciario en función a la temperatura máxima se ha determinado la ecuación del modelo donde resulta una ecuación lineal con tendencia negativa.

$$\text{Área del nevado} = 35.3684618174186 - 0.947737391566433 * T^{\circ} \text{ promedio}$$

Para el análisis de la correlación de la variable retroceso del área de la cobertura de nieve en función a la temperatura máxima se ha determinado la ecuación del modelo como se muestra la (figura 28), donde resulta una ecuación lineal con pendiente negativa.

Figura 27

Regresión lineal de Área con respecto a la Temperatura media anual



Nota. Se muestra la regresión lineal de área con respecto a la temperatura media anual.

Tabla 14.

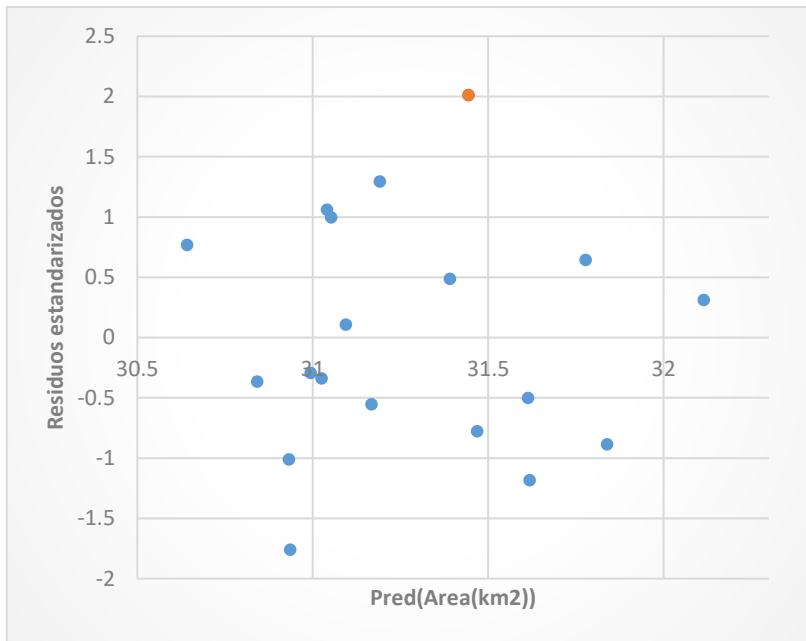
Predicciones y residuos (Área y temperatura máxima)

Observación	Peso	Residuo	Residuo estd.	Residuos de Student	Deleted	StuDeleted	Leverage centrado	Mahalanobis	D de Cook	CovRatio	DFFits	DFFits(Std)	DFBeta(Intercepción)	DFBeta_T° promedio	DFBetaStd(In tercepción)	DFBetaStd(T° promedio)
Obs1	1.000	2.838	1.293	1.330	3.004	1.402	0.002	0.044	0.052	0.959	0.165	0.329	-0.213	0.086	-0.040	0.069
Obs2	1.000	4.416	2.011	2.078	4.715	2.412	0.011	0.195	0.146	0.671	0.299	0.608	1.470	-0.283	0.301	-0.251
Obs3	1.000	2.329	1.061	1.101	2.511	1.151	0.020	0.359	0.047	1.050	0.182	0.310	-0.750	0.204	-0.138	0.163
Obs4	1.000	1.412	0.643	0.696	1.655	0.742	0.094	1.695	0.042	1.249	0.243	0.284	1.352	-0.293	0.242	-0.228
Obs5	1.000	0.685	0.312	0.377	1.000	0.444	0.262	4.713	0.033	1.619	0.314	0.249	1.327	-0.295	0.235	-0.227
Obs6	1.000	-1.949	-0.888	-0.975	-2.352	-1.069	0.118	2.132	0.098	1.214	-0.402	-0.442	-2.139	0.466	-0.389	0.368
Obs7	1.000	-2.598	-1.184	-1.245	-2.877	-1.333	0.044	0.793	0.083	1.032	-0.278	-0.415	-1.655	0.348	-0.307	0.280
Obs8	1.000	-1.218	-0.555	-0.571	-1.291	-0.576	0.004	0.074	0.010	1.151	-0.073	-0.137	0.138	-0.048	0.025	-0.037
Obs9	1.000	-1.709	-0.778	-0.806	-1.831	-0.825	0.014	0.255	0.023	1.119	-0.122	-0.213	-0.639	0.126	-0.115	0.098
Obs10	1.000	-1.104	-0.503	-0.529	-1.220	-0.544	0.043	0.772	0.015	1.207	-0.117	-0.168	-0.694	0.146	-0.124	0.113
Obs11	1.000	1.068	0.487	0.501	1.134	0.505	0.005	0.093	0.008	1.163	0.066	0.121	0.263	-0.047	0.047	-0.036
Obs12	1.000	-0.645	-0.294	-0.306	-0.702	-0.311	0.029	0.516	0.004	1.215	-0.057	-0.089	0.259	-0.068	0.046	-0.053
Obs13	1.000	0.235	0.107	0.111	0.251	0.111	0.012	0.211	0.000	1.205	0.016	0.028	-0.054	0.016	-0.010	0.012
Obs14	1.000	1.687	0.769	0.859	2.108	0.953	0.147	2.647	0.092	1.291	0.421	0.426	-1.902	0.466	-0.344	0.365
Obs15	1.000	-0.802	-0.365	-0.390	-0.912	-0.405	0.069	1.240	0.010	1.262	-0.111	-0.141	0.548	-0.138	0.097	-0.106
Obs16	1.000	2.187	0.996	1.033	2.353	1.074	0.018	0.323	0.041	1.067	0.166	0.285	-0.661	0.182	-0.121	0.144
Obs17	1.000	-0.745	-0.340	-0.353	-0.806	-0.358	0.023	0.408	0.005	1.203	-0.061	-0.098	0.260	-0.070	0.046	-0.054
Obs18	1.000	-2.222	-1.012	-1.064	-2.457	-1.124	0.043	0.774	0.060	1.087	-0.235	-0.348	1.140	-0.294	0.208	-0.233
Obs19	1.000	-3.866	-1.761	-1.851	-4.270	-2.112	0.042	0.755	0.179	0.795	-0.404	-0.649	1.953	-0.504	0.386	-0.432

Nota. Se muestra las predicciones y residuos de área y T° media anual.

Figura 28

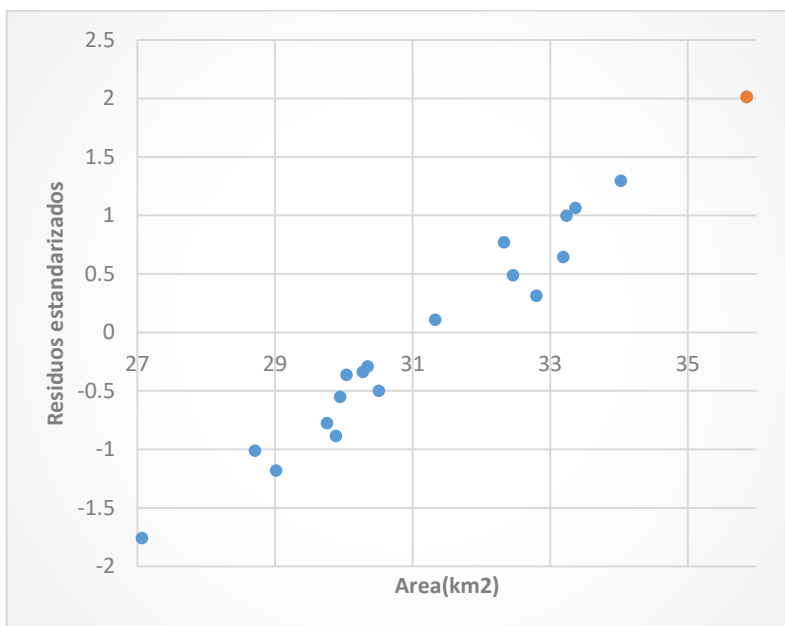
Residuos estandarizados de Área y temperatura máxima



Nota. En la figura se muestra los residuos estandarizados de área y temperatura máxima.

Figura 29

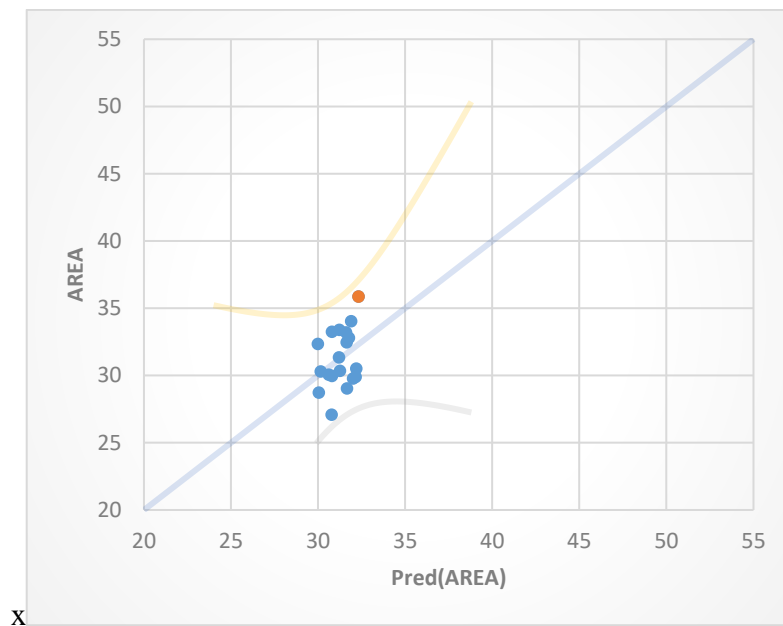
Área y temperatura máxima de residuos estandarizados



Nota. Se muestra el grafico del área y temperatura media anual de residuos estandarizados.

Figura 30

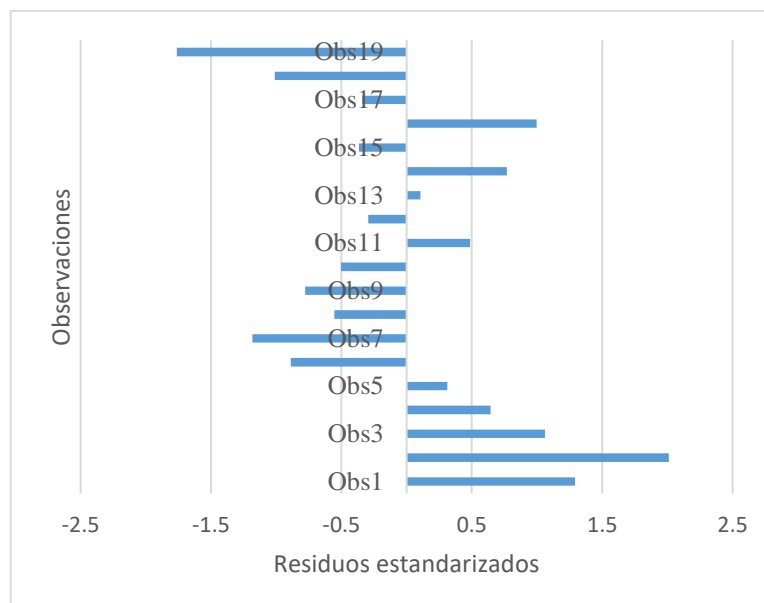
Pred Área y temperatura máxima



Nota. Se muestra el grafico de pred. área y temperatura media anual.

Figura 31

Residuos estandarizados / Área y temperatura máxima



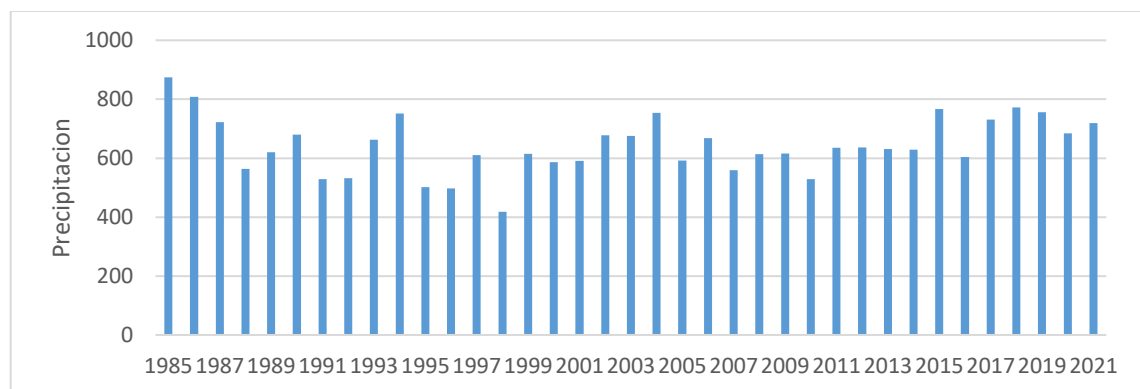
Nota. Se muestra mediante barras horizontales de Residuos estandarizados / Área y temperatura media anual.

4.2.4. Análisis estadísticos de área y precipitación

Para determinar la variación de la cobertura de nieve del nevado de Ananea con respecto a la precipitación, se analizaron datos de satélite Landsat 5, Landsat 8 y MODIS procesados por la plataforma GEE para el período desde 1985 hasta el 2021 y datos de precipitación desde el periodo 1985 hasta el 2021, esta serie de datos de precipitación se solicitó del Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología (SENAMHI).

Figura 32

Comportamiento de la precipitación acumulada anual vs años



Nota. Se muestra el comportamiento de la precipitación media anual vs años.

Estadísticos descriptivos área y precipitación

Tabla 15

Estadísticos descriptivos área y precipitación

Variable	Observaciones	Obs. con datos perdidos	Obs. sin datos perdidos	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
Área (km ²)	37	0	37	27.070	52.760	37.724	7.750
PP Acumulada	37	0	37	418.410	874.000	643.546	96.228

Nota. La tabla muestra los estadísticos descriptivos de área y precipitación.

La tabla muestra la estadística descriptiva de la media y la desviación estándar, interpreta como cuánto se desvía, en promedio, de la media en un conjunto de



puntuaciones. Se obtuvo para su muestra un promedio de área de cobertura de nieve de 37.724 (km²) y una desviación estándar de 7.750, esta interrogante podemos interpretar, que el área glaciario de la muestra se desvía en promedio, 7.750 (km²), respecto a la media.

Además, la estadística descriptiva de la media y la desviación estándar, se puede interpretar cuánto se desvía en promedio, de la media un conjunto de puntuaciones, se muestra promedio de precipitación acumulada de 643.546 (mm) y una desviación estándar de 96.228, lo que nos afirma que la precipitación de la muestra se desvía en promedio de 96.228 (mm) respecto a la media.

Tabla 16

Matriz de correlación en relación con (Área y precipitación)

	Precipitación	Área
Precipitación	1	-0.326
Área	-0.326	1

Nota. Según a la tabla donde la variable precipitación con la variable área de la cobertura de nieve tiene una relación con un valor de -0.326, es una correlación negativa que indica que a medida que la precipitación disminuye el área de cobertura de nieve disminuye.

4.2.5. Regresión de la variable área y precipitación

Tabla 17

Estadísticos de bondad del ajuste (Área y precipitación)

Observaciones	37
Suma de los pesos	37
GL	35
R ²	0.001
R ² ajustado	-0.028
MEC	61.742
RMSE	7.858
MAPE	18.385
DW	0.276
Cp	2.000
AIC	154.494
SBC	157.715
PC	1.114
Press	2434.533
Q ²	-0.126

Nota. En la tabla se muestra los estadísticos de bondad de ajusta entre área y precipitación.

4.2.6. Parámetros del modelo (Área y precipitación)

Tabla 18

Parámetros del modelo (Área y precipitación)

Fuente	Valor	Error estándar	t	Pr > t	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)
Intercepción	36.247	8.408	4.311	0.001	19.178	53.316
Precipitación	0.846	4.757	0.178	0.860	-8.811	10.502

Nota. La tabla muestra el análisis del parámetro del modelo de la precipitación media anual con relación al área de la cobertura de nieve del nevado Ananea, se muestra un nivel de significancia de Sig = 0,001, que es menor que $\alpha = 0,05$ entonces podemos afirmar un

95% seguridad de equivocarse, también ($b = -0.002$), indica la variación que tendrá el nevado Ananea en (km^2), al momento de tener un incremento en la precipitación.

4.2.7. Ecuación del modelo (Área) con relación a la precipitación media anual

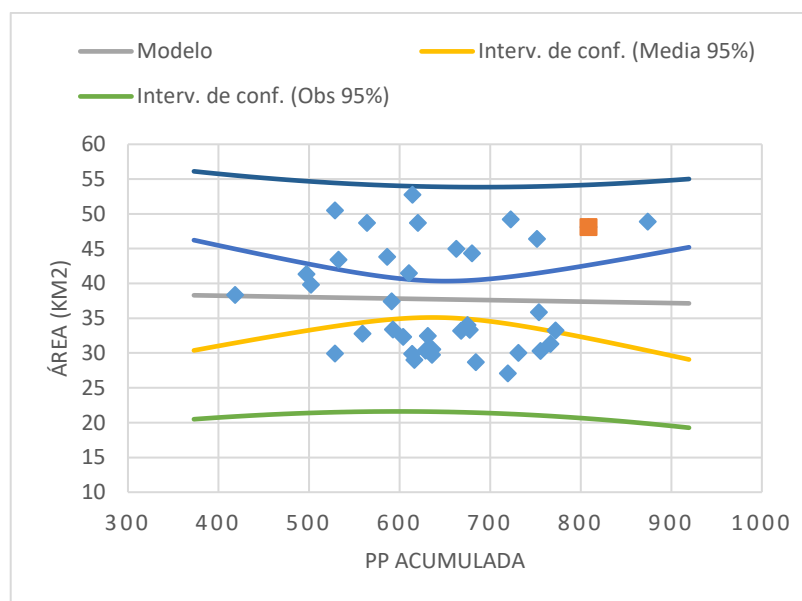
Área de la cobertura de nieve = $39.0930733793844 - 2.12730448239204 \times 10^{-3} \times \text{PP}$

Acumulada

Para el análisis de la correlación de la variable retroceso del área de la cobertura de nieve en función a la precipitación se ha determinado la ecuación del modelo como se muestra la (figura 42), donde resulta una ecuación lineal con pendiente positiva.

Figura 33

Regresión lineal de Área con respecto a la Temperatura media máxima anual



Nota. En la figura se muestra la regresión lineal de Área con respecto a la temperatura media anual.

Tabla 19

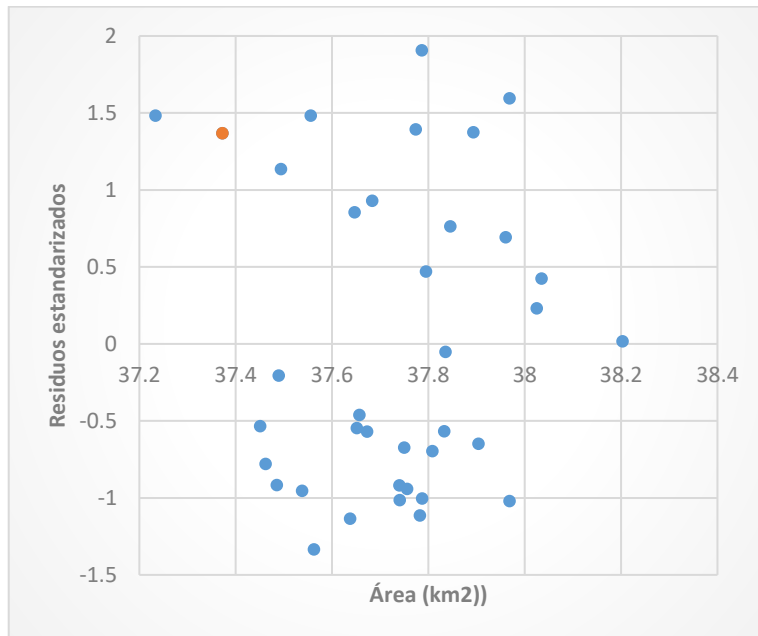
Predicciones y residuos (área y precipitación)

Observación	Peso	Residuo	Residuo estd.	Residuos de Student	Deleted	StuDeleted	Leverage centrado	Mahalanobis	D de Cook	CovRatio	DFits	DFRts(Std)	DFBeta(Intercepción)	DFBeta_PP Acumulada	DFBetaStd(In tercepción)	DFBetaStd(P P Acumulada)
Obs1	1.000	11.636	1.481	1.642	14.301	1.867	0.159	5.735	0.309	1.110	2.665	0.806	-5.976	0.010	-0.693	0.745
Obs2	1.000	10.737	1.366	1.447	12.047	1.558	0.082	2.942	0.128	1.051	1.310	0.514	-3.513	0.006	-0.403	0.446
Obs3	1.000	11.644	1.482	1.517	12.202	1.583	0.019	0.673	0.055	0.969	0.558	0.339	-1.530	0.003	-0.176	0.217
Obs4	1.000	10.796	1.374	1.407	11.318	1.462	0.019	0.687	0.048	0.989	0.522	0.314	-2.048	-0.003	0.235	-0.202
Obs5	1.000	10.946	1.393	1.413	11.269	1.456	0.002	0.059	0.029	0.970	0.323	0.247	0.815	-0.001	0.093	-0.059
Obs6	1.000	6.703	0.853	0.867	6.517	0.877	0.004	0.142	0.012	1.047	0.214	0.154	-0.297	0.001	-0.033	0.055
Obs7	1.000	12.531	1.595	1.651	13.427	1.754	0.040	1.429	0.097	0.966	0.896	0.453	3.345	-0.005	0.388	-0.349
Obs8	1.000	5.429	0.691	0.714	5.801	0.733	0.037	1.337	0.017	1.100	0.372	0.186	1.403	-0.002	0.157	-0.141
Obs9	1.000	7.296	0.929	0.942	7.507	0.954	0.001	0.039	0.013	1.036	0.211	0.160	-0.072	0.000	-0.008	0.031
Obs10	1.000	8.916	1.135	1.172	9.506	1.216	0.035	1.261	0.045	1.043	0.590	0.303	-0.726	0.003	-0.196	0.228
Obs11	1.000	1.815	0.231	0.242	1.988	0.250	0.060	2.163	0.003	1.157	0.173	0.074	0.597	-0.001	0.067	-0.061
Obs12	1.000	3.325	0.423	0.444	3.659	0.460	0.064	2.313	0.010	1.153	0.334	0.139	1.133	-0.002	0.126	-0.117
Obs13	1.000	3.685	0.469	0.476	3.800	0.478	0.003	0.120	0.004	1.079	0.115	0.083	0.347	0.000	0.039	-0.028
Obs14	1.000	0.127	0.016	0.018	0.155	0.019	0.152	5.474	0.000	1.291	0.028	0.008	0.071	0.000	0.008	-0.008
Obs15	1.000	14.973	1.906	1.934	15.430	2.048	0.003	0.093	0.057	0.871	0.457	0.352	1.292	-0.001	0.152	-0.104
Obs16	1.000	5.994	0.763	0.777	6.224	0.787	0.010	0.353	0.012	1.063	0.229	0.151	0.855	-0.001	0.096	-0.078
Obs17	1.000	-0.416	-0.053	-0.054	-0.531	-0.054	0.008	0.298	0.000	1.098	0.015	-0.010	-0.055	0.000	-0.006	0.005
Obs18	1.000	-4.302	-0.547	-0.556	-4.437	-0.559	0.003	0.124	0.005	1.074	-0.135	-0.098	0.170	0.000	0.019	-0.033
Obs19	1.000	-3.627	-0.462	-0.469	-3.739	-0.470	0.003	0.108	0.003	1.079	-0.112	-0.082	0.127	0.000	0.014	-0.026
Obs20	1.000	-1.630	-0.207	-0.214	-1.740	-0.218	0.036	1.313	0.002	1.129	-0.110	-0.055	0.323	-0.001	0.036	-0.042
Obs21	1.000	-4.463	-0.568	-0.578	-4.624	-0.583	0.008	0.283	0.006	1.077	-0.161	-0.109	-0.582	0.001	-0.065	0.052
Obs22	1.000	-4.483	-0.570	-0.579	-4.615	-0.582	0.002	0.063	0.005	1.070	-0.133	-0.099	0.090	0.000	0.010	-0.024
Obs23	1.000	-5.104	-0.650	-0.666	-5.364	-0.677	0.021	0.774	0.011	1.086	-0.260	-0.149	-1.022	0.001	-0.114	0.099
Obs24	1.000	-7.897	-1.005	-1.020	-8.139	-1.036	0.003	0.095	0.016	1.028	-0.241	-0.178	-0.686	0.001	-0.078	0.053
Obs25	1.000	-8.762	-1.115	-1.132	-9.027	-1.154	0.002	0.081	0.019	1.013	-0.264	-0.197	-0.722	0.001	-0.082	0.055
Obs26	1.000	-8.018	-1.020	-1.056	-8.590	-1.095	0.040	1.424	0.040	1.064	-0.572	-0.283	-2.137	0.003	-0.242	0.218
Obs27	1.000	-7.981	-1.016	-1.030	-8.204	-1.045	0.000	0.006	0.015	1.024	-0.223	-0.172	-0.344	0.000	-0.039	0.014
Obs28	1.000	-7.230	-0.920	-0.933	-7.432	-0.944	0.000	0.006	0.012	1.036	-0.202	-0.156	-0.309	0.000	-0.035	0.012
Obs29	1.000	-5.290	-0.673	-0.683	-5.440	-0.687	0.000	0.016	0.007	1.061	-0.150	-0.114	-0.277	0.000	-0.031	0.015
Obs30	1.000	-7.406	-0.943	-0.956	-7.617	-0.968	0.001	0.024	0.013	1.034	-0.211	-0.161	-0.426	0.000	-0.048	0.025
Obs31	1.000	-6.132	-0.780	-0.810	-6.611	-0.837	0.045	1.633	0.026	1.100	-0.478	-0.225	-1.391	-0.002	0.156	-0.178
Obs32	1.000	-5.478	-0.697	-0.709	-5.658	-0.715	0.005	0.170	0.008	1.063	-0.180	-0.127	-0.586	0.001	-0.066	0.049
Obs33	1.000	-7.498	-0.954	-0.979	-7.892	-1.004	0.023	0.826	0.025	1.055	-0.394	-0.224	1.119	-0.002	0.126	-0.152
Obs34	1.000	-4.211	-0.536	-0.558	-4.560	-0.575	0.049	1.782	0.013	1.127	-0.349	-0.159	1.008	-0.002	0.113	-0.128
Obs35	1.000	-7.206	-0.917	-0.948	-7.704	-0.979	0.038	1.354	0.031	1.075	-0.498	-0.249	1.457	-0.003	0.164	-0.190
Obs36	1.000	-8.928	-1.136	-1.155	-9.223	-1.180	0.005	0.178	0.022	1.013	-0.295	-0.211	0.475	-0.001	0.054	-0.083
Obs37	1.000	-10.493	-1.335	-1.366	-10.979	-1.415	0.017	0.621	0.043	0.994	-0.486	-0.298	1.311	-0.002	0.150	-0.186

Nota. En la tabla se muestra las predicciones y residuos de área y precipitación.

Figura 34

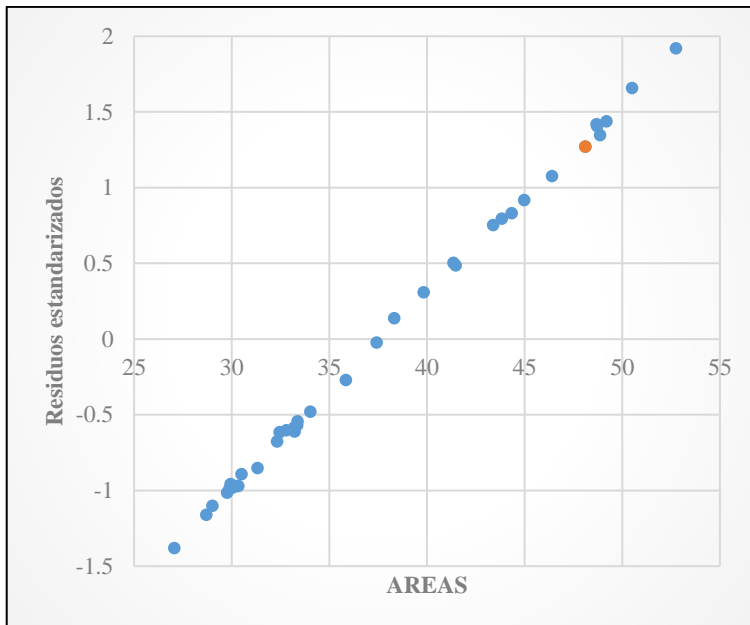
Residuos estandarizados / Área y precipitación



Nota. Se muestra los residuos estandarizados / área y precipitación.

Figura 35

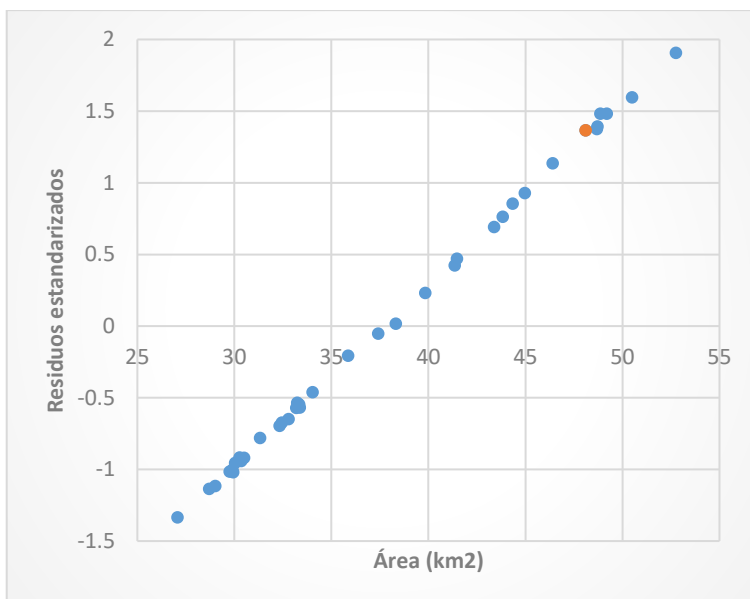
Área / residuos estandarizados en relación a la precipitación



Nota. En la figura se muestra el área de los residuos estandarizados en relación a la precipitación.

Figura 36

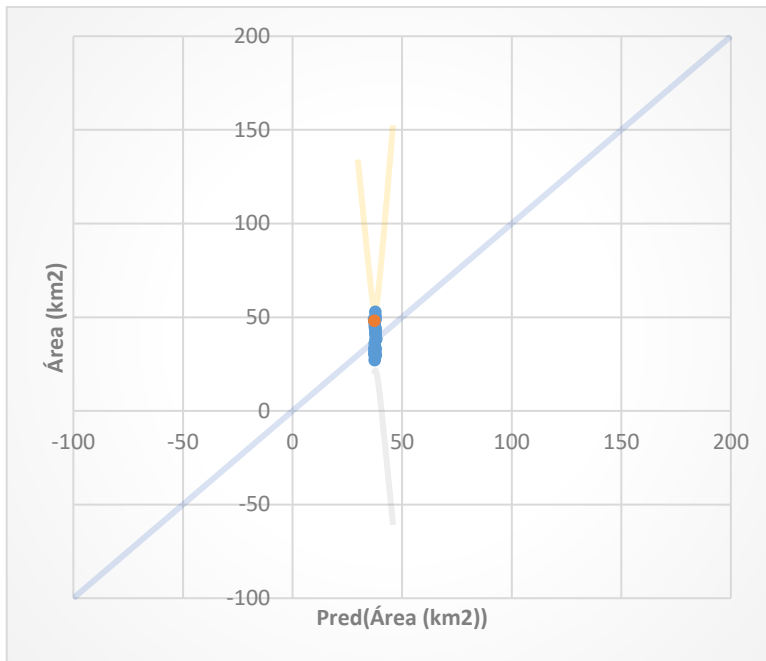
Pred (Área y precipitación) / Residuos estandarizados



Nota. En la figura se muestra la pred. de área y precipitación de residuos estandarizados.

Figura 37

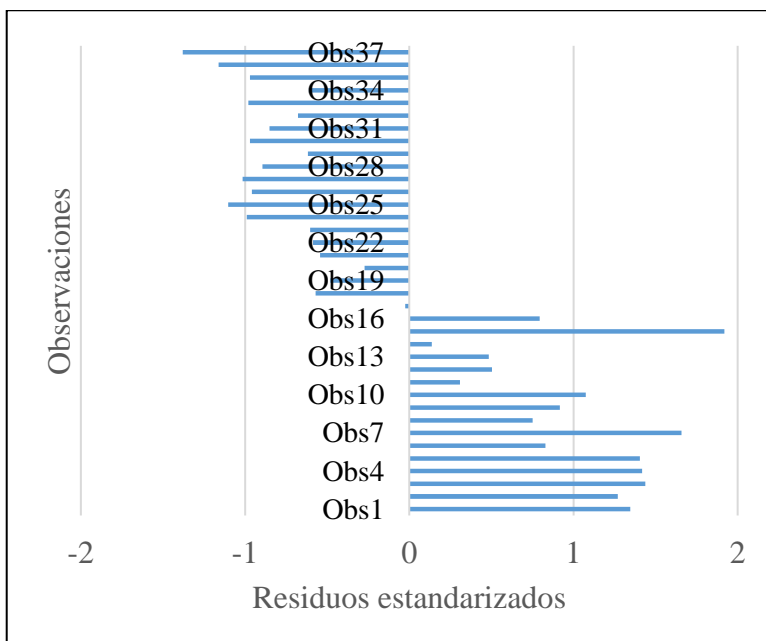
Pred (Área y precipitación)



Nota. en la figura se muestra la pred área y precipitación.

Figura 38

Residuos estandarizados – Área y precipitación



Nota. En la figura se muestra los residuos estandarizados área y precipitación.

4.3. ANÁLISIS DE HIPÓTESIS CORRELACION LINEAL MULTIPLE

Ho: La temperatura y precipitación no tiene relación en la disminución con el área de cobertura glaciar entre 1985 – 2021.

Hi: La temperatura y precipitación tiene relación en la disminución con el área de cobertura glaciar entre 1985 – 2021.

El coeficiente de correlación múltiple se calcula a partir de las puntuaciones de dos variables de la muestra. Ahora bien, el coeficiente de correlación múltiple puede variar en valores de -1 a 1 tal como muestra la tabla (Hernandez, 2014).

La ecuación que describe la forma en que la variable dependiente, Y, se relaciona con las variables independientes X1, X2,....., XK, el modelo de correlación múltiple tiene la forma siguiente:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_kX_k$$

El coeficiente de correlación múltiple se calcula de la siguiente manera:

$$r = \sqrt{1 - \frac{\sum(Y - \bar{Y})^2}{\sum(Y - \hat{Y})^2}}$$

Tabla 20

Interpretación del grado de correlación

perfecta	r=1	r=-1
excelente	0.90 < r < 1	-1 < r < -0.90
aceptable	0.80 < r < 0.90	-0.90 < r < -0.80
Regular	0.60 < r < 0.80	-0.80 < r < -0.60
mínima	0.30 < r < 0.60	-0.60 < r < -0.30
no existe correlación	0 < r < 0.30	-0.30 < r < 0

Nota: se muestra la interpretación del grado de correlación (Martínez Bencardino 2019).



Tabla 21

Estadísticas de la regresión múltiple

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.35929047
Coefficiente de determinación R^2	0.12908964
R^2 ajustado	-
Error típico	2.2482187
Observaciones	19

Nota. Según a la prueba de hipótesis de correlación múltiple tal como muestra la tabla 29 indica que existe una relación $r=0.3593$ y de acuerdo a la interpretación del grado de correlación como muestra la tabla 28 indica que es una correlación mínima entre las variables de Área, temperatura y precipitación. Entonces podemos afirmar que si existe relación entre las variables por lo tanto rechazo la hipótesis nula H_0 .



4.4. DISCUSIONES

De acuerdo a los resultados de esta investigación donde el nevado Ananea perdió un 32.91km² de cobertura de nieve durante el periodo de 1985 – 2021 donde la relación con la temperatura mínima presenta un $r=0,315$, con temperatura máxima un $r=-0,341$ y precipitación con un $r=-0.330$ que significa que la temperatura y precipitación influye en la disminución de la cobertura de nieve a estos resultados se corrobora con (Calsin et al., 2021) que determino el retroceso glaciar del nevado Ampay en el periodo 2000-2019, el nevado Ampay perdió 142,513 (ha) que es igual a 1425.13 km². Así mismo destaca que el área y la temperatura media presenta un $r=-0,653$ y con la precipitación un $r=0,657$ que significa que la temperatura y precipitación influye en la disminución de la cobertura de nieve del nevado Ampay. Por otro lado (Daniel et al., 2017) estimó el área cubierta por el glaciar utilizando el NDSI para Landsat 5 y Landsat 8. En los resultados destaca que en 1975 el área de cobertura glaciar fue de 52.3 km² y para el año 2015 se redujo a 16.9 km², perdiendo en total 35.6 km².

Así mismo (Palomino, 2013) determino el análisis multitemporal del nevado Huascarán proyectando al año 2113 que presenta un área de 16219,38 km² significa que abra una disminución de 2113,94 km². Por otro lado (Dioses, 2017) determino la cobertura glaciar del nevado Huascarán durante el periodo de 1990 - 2017 el resultado indica una pérdida de 12.858 km², de cobertura glaciar equivalente al 12.68%.



V. CONCLUSIONES

Primera:

Se determinó el área de cobertura de nieve del nevado Ananea utilizando la plataforma GEE y el Índice Diferencial Normalizado de nieve NDSI en periodos mensuales durante los años de 1985 al 2021 en donde el nevado Ananea perdió el área de cobertura de nieve del 44.61 % que representa el 21.80 km².

Segunda:

Se ha relacionado el área de la cobertura glaciaria con las variables del cambio climático temperatura y precipitación donde influye significativamente en los cambios de la cobertura glaciaria, el coeficiente de correlación de Pearson con respecto a la temperatura media anual indica un ($r=-0.379$) representa una correlación mínima y es una correlación negativa e indica que a medida que la temperatura disminuye el área de cobertura glaciaria aumenta. En cuanto el coeficiente de correlación de Pearson con respecto a la precipitación indica un ($r=-0.326$) es una correlación mínima y es una correlación negativa lo que indica que a medida que la precipitación disminuye el área de cobertura disminuye.



VI. RECOMENDACIONES

Primera

Se recomienda utilizar imágenes de un mismo satélite las resoluciones deberán ser las mismas, de mayor precisión y con un porcentaje mínimo de nubosidad para que al momento de procesarlas los datos obtenidos serán confiables. Ya que debido a la resolución temporal de las imágenes Landsat y que en algunas fechas no se cuentan con los datos de las imágenes por mantenimiento se recurrió a las imágenes MODIS ya que cuenta con mayor resolución temporal. Sin embargo, la resolución de las imágenes Landsat son de 30 metros y las de MODIS son de 500 metros esto conlleva a una diferencia en el cálculo de área.

Segunda

Se recomienda utilizar mayores estaciones meteorológicas cercanas al lugar de estudio para una mejor obtención de resultados, además se recomienda estudiar las lagunas, bofedales y ríos formados alrededor del glaciar para un mejor análisis en estos ámbitos de estudio.



VII. REFERENCIAS BIBLOGRAFICAS

- Alata, M. A. (2018). *Análisis Multitemporal De La Explotación Minera Con Aplicación De Percepción Remota Y Sig En Los Distritos De Ananea Y Cuyocuyo-Puno, Entre 1975- 2017*. 113. [tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano].
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/7125>
- Amani, M., Ghorbanian, A., Ahmadi, S. A., Kakooei, M., Moghimi, A., Mirmazloumi, S. M., Moghaddam, S. H. A., Mahdavi, S., Ghahremanloo, M., Parsian, S., Wu, Q., & Brisco, B. (2020). Google Earth Engine Cloud Computing Platform for Remote Sensing Big Data Applications: A Comprehensive Review. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 13, 5326–5350.
<https://doi.org/10.1109/JSTARS.2020.3021052>
- Ministerio del Ambiente (2016). *El Perú y el Cambio Climático*.
<https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/05/Tercera-Comunicación.pdf>
- Applied Remote Sensing Training. (2017). *Land Cover Classification with Satellite Imagery*. ARSET. Recuperado de: <https://appliedsciences.nasa.gov/what-we-do/capacity-building/arset>
- Autoridad Nacional del Agua. (2014). *Inventario de Glaciares del Perú*.
- Bravo Morales, N. F. (2020). *Teledetección y procesamiento de imágenes satelitales*.
- Calizaya, E., Mejía, A., Barboza, E., Calizaya, F., Corroto, F., Salas, R., Vásquez, H., & 1053 Turpo, E. (2021). Modelling snowmelt runoff from tropical andean glaciers under 1054 climate change scenarios in the santa river sub-basin (Peru). *Water (Switzerland)*, 1055 13(24). <https://doi.org/10.3390/w13243535>
- Calsin, W. H., Penã, N. P. M., Ochoa, E. N. L., Huillcas, F. A., & Silva, F. E. (2021). Analisis multitemporal del glaciar del ampay por medio de la plataforma de google



- earth engine, periodo 2000-2019. *CICIC 2021 - Undecima Conferencia Iberoamericana de Complejidad, Informatica y Cibernetica, Memorias*.
<https://www.iiis.org/CDs2021/CD2021Spring/papers/CB497AU.pdf>
- Castillo, E., & Arce, Y. (2018). Análisis multitemporal del crecimiento urbano de la ciudad de puno mediante imágenes satelitales, entre los años 1980 – 2017. [tesis de pregrado, Universidad Nacional del altiplano].
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/12046>
- Chambilla, J. F. (2015). *Impactos del cambio climático en la agricultura, de la cuenca Ramis, Puno – Perú*. [tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano].
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/256>
- Chuvieco., E. (1995). *Fundamentos de Teledeteccion espacial*.
<https://www.proquest.com/openview/fa0851b2def4bc35d8ac1287bd08d7d0/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1818083>
- Colque, P. E. C. (2019). Estimación de área glaciar utilizando redes neuronales convolucionales u-net en imágenes multiespectrales sentinel 2 en el glaciar AUSANGATE. [tesis de pregrado, Universidad Nacional del altiplano].
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/12231>
- Condom, T., Sicart, J., Rabatel, A., Murre, L., Cochachin, A., Santillan, N., Dávila, L., Tacsí, A., Torres, J., Colonia, D., Santiago, A., Suarez, W., Byron Morera, S., & Villacis, M. (2014). Retroceso de los glaciares y recursos hídricos en los andes peruanos en las últimas décadas. *Revista Horizon*.
https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers17-08/010070640.pdf
- Daniel, R., Aguilar, D., Vanessa, S., Larico, S., Laura, E. L., & Laura, A. L. (2017). Análisis multi-temporal entre 1975 y 2015 sobre cambios de la cobertura glaciar en



- los nevados Allin Capac y Chichi Capac. *Journal of Hygh Andean Research*, 19, 265–274. <http://www.scielo.org.pe/pdf/ria/v19n3/a04v19n3.pdf>
- Davila Arriaga, C., Cubas Saucedo, F., Laura Laura, W., Ita Vargas, T., Porras Vasquez, P., Castro Narciso, A., Trebejo Varillas, I., Urbiola Del Carpio, J., Avalos Roldán, G., Villena Acho, D., Valdez, M., Rodríguez Zimmermann, D., & Menis Alvarez, L. (2021). Atlas de temperaturas del aire y precipitación del Perú. In *Repositorio Institucional* - *SENAMHI*. <http://repositorio.senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/1339>
- Dioses, A. (2017). Dinámica de la cobertura glaciar del nevado Huascarán y de las lagunas glaciares adyacentes entre 1990 y el 2017 mediante la teledetección. [Tesis de pregrado Universidad Cesar Vallejo] <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/27098>
- Dozier, J. (1989). Spectral signature of alpine snow cover from the landsat thematic mapper. *Remote Sensing of Environment*, 28(C), 9–22. [https://doi.org/10.1016/0034-4257\(89\)90101-6](https://doi.org/10.1016/0034-4257(89)90101-6)
- Funaki, S., & Asaoka, Y. (2016). Long-term Change in Ablation Area of Tropical Glaciers by Landsat Data. *Procedia Engineering*, 154, 168–175. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.07.438>
- Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., & Moore, R. (2017). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*, 202, 18–27. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031>
- INAIGEM. (2018). *Cordillera Apolobamba*. https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//14068_informe-tecnico-n0-lv01-estudio-de-peligros-de-origen-glaciar-subcuenca-huari-huari-cordillera-apolobamba.pdf



- INAIGEM. (2017). *Manual metodológico de inventario nacional de glaciares*.
https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/913161/Manual_Metodologico_de_Inventario_Nacional_de_Glaciares.pdf
- IPCC. (2022). Climate change 2022 impacts, Adaptation and vulnerability. *Implementing a US Carbon Tax: Challenges and Debates*, xxiii–xxxiii.
<https://doi.org/10.4324/9781315071961-11>
- Martínez Bencardino, C. (2019). *Estadística básica aplicada*.
https://www.academia.edu/39626323/Estadística_básica_aplicada_Ciro_Martínez_4ED
- Masek, J. G., Wulder, M. A., Markham, B., McCorkel, J., Crawford, C. J., Storey, J., & Jenstrom, D. T. (2020). Landsat 9: Empowering open science and applications through continuity. *Remote Sensing of Environment*, 248(June).
<https://doi.org/10.1016/j.rse.2020.111968>
- Medina, G., & Mejía, A. (2014). Análisis multitemporal y multifractal de la deglaciación de la cordillera parón en los andes de Perú. *Revista Scielo*, 13(1), 1–8.
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S172622162014000100004&script=sci_arttext
- Palomino, M. (2013). Utilización de imágenes de mediana resolución espacial en el análisis multitemporal del sector sur del nevado Huascarán. *Revista Ciencia y Desarrollo*, 16(1), 33. <https://doi.org/10.21503/cyd.v16i1.1117>
- Paterson, P. (2017). Calentamiento Global y Cambio Global. *Revista Política y Estrategia*, 130, 153–188.
<https://www.politicayestrategia.cl/index.php/rpye/article/view/133/239>



- Perilla, G. A., & Mas, J. F. (2020). Google Earth Engine - GEE: A powerful tool linking the potential of massive data and the efficiency of cloud processing. *Investigaciones Geográficas*, 101, 0–2. <https://doi.org/10.14350/rig.59929>
- R. Hernandez, C. F. (2014). Metodología de la investigación. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9).
- REDD, P. R. R. de E. por D. y D. de B. en C. y R. D. (2018). Introducción a Javascript para Google Earth Engine (GEE). *Deutsche Gesellschaft Für Internationale Zusammenarbeit (GIZ)*, 1. <https://www.sica.int/download/?124837>
- Rosenau, R., Scheinert, M., & Dietrich, R. (2015). Un sistema de procesamiento para monitorear las variaciones de velocidad de los glaciares de salida de Groenlandia a escalas de tiempo decenales y estacionales utilizando las imágenes Landsat. *Remote Sensing of Environment*, 169, 1–19. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2015.07.012>
- Salzmann, N., Huggel, C., Rohrer, M., Silverio, W., Mark, B. G., Burns, P., & Portocarrero, C. (2013). Glacier changes and climate trends derived from multiple sources in the data scarce Cordillera Vilcanota region, southern Peruvian Andes. *Cryosphere*, 7(1), 103–118. <https://doi.org/10.5194/tc-7-103-2013>
- Segerer, C., & Villodas, R. (2013). HIDROLOGIA. Universidad Nacional de Cuyo, 5–22. <http://www.conosur-rirh.net/ADVF/documentos/hidro1.pdf>
- Shimamura, Y., Izumi, T., & Matsuyama, H. (2006). Evaluation of a useful method to identify snow-covered areas under vegetation - Comparisons among a newly proposed snow index, normalized difference snow index, and visible reflectance. *International Journal of Remote Sensing*, 27(21), 4867–4884. <https://doi.org/10.1080/01431160600639693>
- Triola, F. M. (2009). *Estadística*. <https://www.uv.mx/rmipe/files/2015/09/Estadistica.pdf>



- UNESCO y GRID. (2018). *Atlas De Y Aguas Andinos Glaciares*.
https://folk.uib.no/ngfif/Reprints/Carmack_etal_BAMS15.pdf
- U.S. Geological Survey (USGS). (2012). Landsat — A Global Land-Imaging Mission. 2012-3072, May, 4. <http://pubs.usgs.gov/fs/2012/3072/fs2012-3072.pdf>
- USGS. (2018). Landsat Missions: Imaging the Earth Since 1972. *Landsat Missions Timeline*, 2020(November), 2013–2016. <https://landsat.usgs.gov/landsat-missions-timeline>
- Villegas, H. (2008). *Introducción a la Percepción Remota y sus Aplicaciones Geológicas*. 64.
- Yap, A. (2015). Análisis multitemporal de glaciares y lagunas glaciares en la Cordillera Blanca e identificación de potenciales amenazas GLOFs. *Pontificia Universidad Católica Del Perú*, 63. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/7268>
- Yavaşlı, D. D., Tucker, C. J., & Melocik, K. A. (2015). Change in the glacier extent in Turkey during the Landsat Era. *Remote Sensing of Environment*, 163, 32–41. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2015.03.002>



ANEXOS



ANEXOS-1

DOCUMENTO PRESENTADO AL SENAMHI SOLICITANDO LOS DATOS DE
TEMPERATURA Y PRECIPITACION DE LA ESTACION ANANEA



PROCEDIMIENTO PARA OTORGAR INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA EN EL SENAMHI A
ESTUDIANTES, TESISISTAS, MAESTRISTAS, DOCTORADO E INVESTIGADORES

ANEXO 02: FORMATO DE SOLICITUD ESTUDIANTES/TESISTAS- DIRECCIÓN ZONAL

Señor(a)
**DIRECTOR (A) ZONAL DEL SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERU-
SENAMHI**
Presente.-

RUDY JOEL MAMANI MARCA

Urb. Manto 2000 Mz. L-LT-6 - PUNO
(Dirección)

Con No. DNI: **7197110** Telef.: 927188029 E-mail: ruyjoel@gmail.com

Universidad/Instituto: Universidad Nacional del Altiplano

Carrera/Profesión: Ingeniería topográfica y Agrimensura

Ante usted me presento y expongo;

Que, siendo egresado de la UNA-PUNO y por motivos de graduación y titulación vengo haciendo mi tesis titulada "DETERMINACIÓN DE LA COBERTURA DE NIEVE DEL NEVADO ANANEA AL AÑO 2040 UTILIZANDO LA PLATAFORMA GEE Y SU RELACIÓN CON LA TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN" es por tal motivo que solicito la siguiente información.

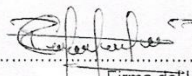
Solicito la siguiente información:

ESTACIÓN/ZONA	PARÁMETROS	PERÍODOS
Ananea	Temperatura - Max y Min.	2003-2021
Ananea	Precipitación - Max y Min.	2003-2021

La información solicitada deberá ser remitida al correo electrónico ruyjoel@gmail.com

Por lo expuesto, agradeceré a usted atender lo solicitado.

Puno, 12 de mayo del 2022


.....
Firma del Usuario



ANEXOS-2

DATOS DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA DIARIOS DE LA ESTACIÓN

ANANEA



Estacion Ananea																
Departamento:		Puno			Provincia:			San Antonio de Putina			Distrito:			Ananea		
Latitud		14°40'34.6"			Longitud			69°32'1.88"			Altitud:			4660 msnm.		
Tipo:		CO-Meteorológica			Código:			114050								
ESTACIÓN	VARIABLE	Año	Día	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
ANANEA	PT101	2003	1	-888	2.3	10.1	5.1	0	0	0	0	0	0	6.1	2.6	
ANANEA	PT101	2003	2	7.8	1.6	0.3	1	1.5	0	0	0	2.3	0	2.3	0	
ANANEA	PT101	2003	3	0	6.9	0.3	13.9	0	0	0	0	0	17	1.9	7.7	
ANANEA	PT101	2003	4	2.7	2.4	2.6	2.2	0	0	0	0	0.5	0	0	2.7	
ANANEA	PT101	2003	5	0	1.1	7.1	0	0	0	0	0	-888	1.2	0	0	
ANANEA	PT101	2003	6	0	1.1	0	0.6	0.1	0	0	0	1	0.6	0	0	
ANANEA	PT101	2003	7	11.5	0	5	0.4	0	0	0	6.3	0	0	0	0	
ANANEA	PT101	2003	8	0.7	1.6	3.4	3.3	0	0	0	1.5	0	0	0	0	
ANANEA	PT101	2003	9	0.2	5	0.5	0	0.4	0	0	0.5	-888	0.4	0	5.6	
ANANEA	PT101	2003	10	0	-888	7.7	5.7	0.9	0	0	10.8	0.9	0	0	0	
ANANEA	PT101	2003	11	5.5	0	0	7.4	0	0	0	0	-888	-888	4.2	0	
ANANEA	PT101	2003	12	5.9	0	4.5	0	0	0	0	0	1.5	3.8	1.4	11	
ANANEA	PT101	2003	13	7.6	6.3	28.1	6.2	0	0	0	0	0	5	4.6	5	
ANANEA	PT101	2003	14	25.5	3.8	1.4	1.5	-888	0	0	0	1	0	1.9	1.1	
ANANEA	PT101	2003	15	1.5	0	0	0	0	0	0	0	1.3	0	0.1	3.8	
ANANEA	PT101	2003	16	-888	1.8	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	
ANANEA	PT101	2003	17	5.2	0.6	7.8	0	-888	0	0	0	0	-888	0	6.6	
ANANEA	PT101	2003	18	2.1	0	-888	0	0	0	-888	0	0	-888	0.1	0	
ANANEA	PT101	2003	19	2.4	0	9.8	0	-888	8.9	0	0	0	0	0	0	
ANANEA	PT101	2003	20	36.9	3	2.8	0.6	-888	0	0	0	0	0.3	0	4.2	
ANANEA	PT101	2003	21	1	3.7	1.2	0	0	0.5	0	0	0	2.6	0	-888	
ANANEA	PT101	2003	22	12.6	0.3	0.3	0	0	0	0	0	0	0.8	0	0	
ANANEA	PT101	2003	23	-888	0	0.2	0	0	0	0	0	2.8	1	0	0	
ANANEA	PT101	2003	24	0.4	9.5	-888	0	0	0	0	0	1.8	0	0.6	1.7	
ANANEA	PT101	2003	25	0	2.8	0	0	0	0	-888	0	0	14.4	-888	-888	
ANANEA	PT101	2003	26	8	11.5	2.3	0	0	0	0	-888	0	0.1	0	8.9	
ANANEA	PT101	2003	27	8.2	1.4	0.3	0	-888	0	0	0.3	0	2.4	0	-888	
ANANEA	PT101	2003	28	4.9	4.7	4	0	-888	0	0	-888	0	0.7	4.5	8.3	
ANANEA	PT101	2003	29	25.6		2.9	4.4	0	0	0	0	0	15	10.1	9.8	
ANANEA	PT101	2003	30	0.2		4	0	0	0	0	0	-888	13	5.3	4.8	
ANANEA	PT101	2003	31	8.4		2.4		0		0			1		1.3	
ANANEA	PT101	2004	1	8.5	0	0	0.1	0	0	3.6	0	0	3.8	0	0.9	
ANANEA	PT101	2004	2	8.5	0	5.4	0	0	0	0.9	0	0	0.5	2.1	0	
ANANEA	PT101	2004	3	7.9	9.3	1.5	1.4	0	0	0	0	0	2.6	7.4	0	
ANANEA	PT101	2004	4	9.2	7.4	0	0	10.2	0	0.2	0	0	1.5	0	1.8	
ANANEA	PT101	2004	5	1.4	0.2	0	4.3	0	0	0	0	0	0	2.7	2.4	
ANANEA	PT101	2004	6	5.1	0	0	0.2	0	0	0	0	0.7	0	3.6	1.9	
ANANEA	PT101	2004	7	0	15.4	5	0	0	0	0	0	1.7	0	1.9	5.3	
ANANEA	PT101	2004	8	0.2	6.5	0.6	0	1.5	0	0	0	0	16.3	5.9	2.1	



Departamento:		Puno			Provincia:				San Antonio de Putina			Distrito:			Ananea	
Latitud		14°40'34.6"			Longitud				69°32'1.88"			Altitud:			4660 msnm.	
Tipo:		CO-Meteorológica			Código:				114050							
ESTACIÓN	VARIABLE	Año	Día	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
ANANEA	PT101	2004	11	6.1	5.3	5.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ANANEA	PT101	2004	12	8.7	10.8	-888	0	0	0	0	0	0	0	2.7	0.8	
ANANEA	PT101	2004	13	31	1.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.6	
ANANEA	PT101	2004	14	11.8	14.5	0	1.5	0	0	0	0	0	12.7	5.1	7.2	
ANANEA	PT101	2004	15	12.6	4.1	6.8	7.5	0	0	0	0	0	0	9.3	12.5	
ANANEA	PT101	2004	16	15.6	8.8	2	0.7	0	0	0	0	0	0	0	14.5	
ANANEA	PT101	2004	17	13.3	11	6	1.9	0	0	0	0	0.5	0	0.2	0.4	
ANANEA	PT101	2004	18	5.1	0.5	0.3	6.4	0	0	0	0.4	0	0	1	1.4	
ANANEA	PT101	2004	19	11.7	1.8	-888	4.4	0	0	0	0	0	0.4	0	2	
ANANEA	PT101	2004	20	6.2	24.5	0	1	0	0	0	0	0	0.6	2.2	1	
ANANEA	PT101	2004	21	12.2	0.4	5.1	0	0	0	0	0.4	0	1.5	1	0	
ANANEA	PT101	2004	22	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0.7	1.5	3.7	
ANANEA	PT101	2004	23	12.6	0	11.4	0	0	0.2	0	1	3.8	2.2	0.8	0.3	
ANANEA	PT101	2004	24	9.6	0	14.7	4.2	0	4.1	0	2.5	0	0.8	0	2.8	
ANANEA	PT101	2004	25	0	0	0	-888	0	0	0	0.8	0	0	0.2	1.6	
ANANEA	PT101	2004	26	0	0	5.5	0.1	0	2.5	0	0	0	0	0	4.8	
ANANEA	PT101	2004	27	0	0	4.8	0	0	11.8	0	0	0	0	2.4	1.1	
ANANEA	PT101	2004	28	0	0	5	0	0	0	0	0	7.8	0	2.4	0.1	
ANANEA	PT101	2004	29	1.5	0	0	5.3	0	2.8	0	5.9	0	0	1.2	6.2	
ANANEA	PT101	2004	30	0	0	0	-888	0	-999	0	0	12.4	0	1.5	0.5	
ANANEA	PT101	2004	31	0	0	0	0	0	0	1.3	0.4	0	0	0	5.4	
ANANEA	PT101	2005	1	4.7	7	5.7	0	0	0	0	0	0	0	0	1.6	
ANANEA	PT101	2005	2	0	-888	0.1	4.8	0	0	0	0	2.8	0	1.1	5.4	
ANANEA	PT101	2005	3	8.6	2.5	10.1	1.5	0	0	0	0	0	0.4	1.6	18.7	
ANANEA	PT101	2005	4	0	0.2	0	0.3	0	0	0	0	0	2.5	0	4.7	
ANANEA	PT101	2005	5	0	0.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.4	
ANANEA	PT101	2005	6	0	1.1	0.6	0	1.1	0	0	-888	0	0	6	13.3	
ANANEA	PT101	2005	7	0	19.3	3	1.4	0	0	0	7.7	0	0	6.3	-888	
ANANEA	PT101	2005	8	2.6	2.5	2.1	0	0	0	0	0.9	0	4.2	8.5	2.3	
ANANEA	PT101	2005	9	0	8.2	1.2	0	0	0	0	5.4	0.2	0	3	3.3	
ANANEA	PT101	2005	10	0	10	0	0	0	0	0	0	0	3.5	0.8	0	
ANANEA	PT101	2005	11	0	10.9	4	0	0	0	0	0	-888	11.7	0	3.9	
ANANEA	PT101	2005	12	0.6	2.5	4.7	0	0	0	0	0	0	3.4	7.9	0	
ANANEA	PT101	2005	13	12.2	18.7	3	1.4	-888	0	0	0	0.2	2.7	0.6	2.2	
ANANEA	PT101	2005	14	8.1	9.5	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0.6	
ANANEA	PT101	2005	15	0	14.9	0	0	0	0	0	0	0	0	3.5	3.8	
ANANEA	PT101	2005	16	6.8	12.2	0	0.3	0	0	0	0	0	0	-888	1.2	



Departamento:		Puno		Provincia:				San Antonio de Putina			Distrito:			Ananea	
Latitud		14°40'34.6"		Longitud				69°32'1.88"			Altitud:			4660 msnm.	
Tipo:		CO-Meteorológica		Código:				114050							
ESTACIÓN	VARIABLE	Año	Día	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
ANANEA	PT101	2005	17	0	0.8	0	0	-888	0	0	0	0	5.4	0	0.2
ANANEA	PT101	2005	18	0.5	0	0.3	-888	0	0	0	0	0	0	3.8	6.7
ANANEA	PT101	2005	19	0	0.6	1.6	0	0	0	0	0	0	0	8.3	0
ANANEA	PT101	2005	20	1.2	6.3	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0
ANANEA	PT101	2005	21	3.2	0	1.1	0	0	0	0	0	0	2.6	1	0.4
ANANEA	PT101	2005	22	0	6.3	1.8	0.5	0	0	0	0	0	2.4	6.6	3
ANANEA	PT101	2005	23	2.8	9.5	5.9	0.8	0	0.2	0	0	0	4.5	0	2.8
ANANEA	PT101	2005	24	0.5	5.6	4.9	0	0	0	0	0	0	2	0	0
ANANEA	PT101	2005	25	6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	3.3	0.8	0.7
ANANEA	PT101	2005	26	10.4	2.3	3.5	0	0	0	0	0	0	0	0	1.3
ANANEA	PT101	2005	27	2.6	0	0	0	0	0	0	0	0	2.4	0	21.4
ANANEA	PT101	2005	28	2.3	1.2	1.8	0	0	0	0	0	0	0	0.8	14.6
ANANEA	PT101	2005	29	0.1		0	0	0	0	0	0	1.8	0.9	2.2	13.8
ANANEA	PT101	2005	30	3.7		0	1.7	0	0	0	0	2.9	0	0	11
ANANEA	PT101	2005	31	2.2		0		0		0	0		0		7.8
ANANEA	PT101	2006	1	5.2	1.1	5.7	0	0	0	0	0	0	0	1.7	0
ANANEA	PT101	2006	2	6.1	0.8	0.5	2.3	0	2.4	0	0	0	0	1.9	0
ANANEA	PT101	2006	3	4.5	10.1	0	7.5	0	0	0	0	0	0.6	7.5	3.6
ANANEA	PT101	2006	4	11.6	2.1	1.8	0	0	0	0	0	0	0	0	3.8
ANANEA	PT101	2006	5	0	0.2	0	9.9	2.4	0	0	0	0	2	4.9	0
ANANEA	PT101	2006	6	0	0	2	0.2	0	0	0	0	0	6.8	2.9	4.6
ANANEA	PT101	2006	7	0.8	1.8	1.4	3.1	0	0	0	1	0	0	3.3	6.4
ANANEA	PT101	2006	8	2.8	6	0	0.1	0	0	0	0	2.5	1.7	1.5	6.5
ANANEA	PT101	2006	9	0	0.1	0	1.3	0	0	0	0	0	0	13.8	0
ANANEA	PT101	2006	10	3.8	5.1	0.9	1.4	0	0	0	0	0	2.8	0.4	3.9
ANANEA	PT101	2006	11	3.9	4.9	0.6	0	0	0	0	0	0	2.1	2.2	0
ANANEA	PT101	2006	12	3.8	7.1	3.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4
ANANEA	PT101	2006	13	7.9	4	0.6	3.5	0	0	0	0	0	0	0	1.9
ANANEA	PT101	2006	14	13.2	1	0	9.5	0	0	0	0	0	0	0	0
ANANEA	PT101	2006	15	3.3	0	0.9	2.7	0	0	0	0	0	0	0	6.2
ANANEA	PT101	2006	16	0.4	6	7	11.6	0	0	0	-888	3.5	0	0	0
ANANEA	PT101	2006	17	2.8	2.8	12	0.5	0	0	0	0.8	0	0	2.5	0
ANANEA	PT101	2006	18	6.2	6.3	0	6.5	0	0	0	0	0	0	1.7	0
ANANEA	PT101	2006	19	0	9.9	3	0	0	0	0	3.4	0	0	0	0
ANANEA	PT101	2006	20	8.6	1.5	0	0	0	0	0	8	1.3	0	0	1.6
ANANEA	PT101	2006	21	6.3	1.3	0	0	0	0	0	1.1	0	0	1.4	0
ANANEA	PT101	2006	22	0	0.6	0.5	0	0	0	0	0.7	0	31.5	1.6	5.8
ANANEA	PT101	2006	23	22.6	0	5.4	0	0	0	0	4.6	0	9	1.7	2
ANANEA	PT101	2006	24	12.9	0	0	0	0	3	0	0	3	0	0.2	0
ANANEA	PT101	2006	25	0.6	9.1	0	0	0	0	0	0	0	1.2	5.7	21
ANANEA	PT101	2006	26	26.8	1.3	0	0	0	0	0	1.1	0	3.6	0	1
ANANEA	PT101	2006	27	0.8	0	3.5	0	0	0	0	0	0	3.1	0	26
ANANEA	PT101	2006	28	0	0	0.2	0	0	0	0	0	18.9	2.6	0	0



Departamento:		Puno		Provincia:				San Antonio de Putina				Distrito:			Ananea	
Latitud		14°40'34.6"		Longitud				69°32'1.88"				Altitud:			4660 msnm.	
Tipo:		CO-Meteorológica		Código:				114050								
ESTACIÓN	VARIABLE	Año	Día	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
ANANEA	PT101	2006	29	0		6.3	2.5	0	0	0	0	0	3.2	0.6	1.6	
ANANEA	PT101	2006	30	6.5		5.4	0	0	0	0	0.1	-999	0	13.7	1.8	
ANANEA	PT101	2006	31	3.6		0		0.4		0	0		-999		0	
ANANEA	PT101	2007	1	7.2	0	8.8	0	0	0	0	0	0	0	0	12.3	
ANANEA	PT101	2007	2	4.2	0.9	0	1.1	0	0	0	0	0	0	0	0.8	
ANANEA	PT101	2007	3	11.3	4.9	4.1	0	0	0	0	0	0	0	0	1.8	
ANANEA	PT101	2007	4	1	0	4	7.9	0	0	0	0	0	2.2	0	0	
ANANEA	PT101	2007	5	1.6	0	10.9	2	8.9	0	0	0	0	0.9	0	0	
ANANEA	PT101	2007	6	8.7	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ANANEA	PT101	2007	7	11.7	0	0	0	0	0	0	0	0	3.9	0	6.7	
ANANEA	PT101	2007	8	2.8	4.7	0	4.8	6.6	0	2.6	0	0	4.3	0	2.8	
ANANEA	PT101	2007	9	0	0	10.1	0	0.8	0	1.4	0	1.3	0	0	2.2	
ANANEA	PT101	2007	10	3	2.6	3.8	0	0	0	2.7	0	10.2	1.4	0	0	
ANANEA	PT101	2007	11	1.6	4	4	1.8	0	0	0.2	0	1.4	0	0	0	
ANANEA	PT101	2007	12	4.1	6.1	5.9	0	0	0	0	0	0	0.8	0	2.2	
ANANEA	PT101	2007	13	0.9	7.2	7.7	1.1	0	0	0	0	0	1.4	1.8	14.2	
ANANEA	PT101	2007	14	3.1	0	7.6	0	0	0	0.9	0	0	0	0	6.8	
ANANEA	PT101	2007	15	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	1.8	1.5	3.8	
ANANEA	PT101	2007	16	15.8	0	2.9	0	0	0	0	0	0	0	6.6	8.1	
ANANEA	PT101	2007	17	0	2	0	0	0	0	0	0	0	10.2	0	2.3	
ANANEA	PT101	2007	18	0	33.1	16.8	0	0	0	0	0	1	0	0	2.8	
ANANEA	PT101	2007	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.4	
ANANEA	PT101	2007	20	6.2	6.9	0	0	0	0	0	0	0	0	20.9	0	
ANANEA	PT101	2007	21	0	1.1	0	0	0	0	0	-888	0	0.6	1	0	
ANANEA	PT101	2007	22	0	0	0	2.5	0	0	0	0	0	1.2	0	0	
ANANEA	PT101	2007	23	0	1.2	0	0	0	0	0	0	0	3.2	0	5.3	
ANANEA	PT101	2007	24	5.5	4.5	0	0	0	0	0	0	0.8	0	13.9	1.9	
ANANEA	PT101	2007	25	0	0	0	0	0	0	0.7	0	0	0	0	11.9	
ANANEA	PT101	2007	26	6.4	0	4.3	1.8	0	0	0	0	0	0	0	1.3	
ANANEA	PT101	2007	27	0	0	0	0	0	0	1.3	0	0	2.3	2.3	0	
ANANEA	PT101	2007	28	0	0	0	8.9	0	0	0	0	0	0	0	0	
ANANEA	PT101	2007	29	0		0	0	0	0	0	0	0	1	0.9	0	
ANANEA	PT101	2007	30	0		0	1.7	0	0	0	0	0	0	12.1	0	
ANANEA	PT101	2007	31	21.5		0		0		0			4.5		0	
ANANEA	PT101	2008	1	5.7	0	3.2	5.4	0	0	0	0	0	4.3	0	0	
ANANEA	PT101	2008	2	6.5	6.1	4.3	3.1	0	0	0	0	0	0.7	0	4.2	
ANANEA	PT101	2008	3	2.2	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	
ANANEA	PT101	2008	4	3.2	5.8	8.6	0	0	0	0	0	0	0	0.7	0	
ANANEA	PT101	2008	5	7.8	0	2.8	0.5	0	0	0	1	0	3.2	11.2	0	



Departamento:		Puno		Provincia:				San Antonio de Putina				Distrito:			Ananea	
Latitud		14°40'34.6"		Longitud				69°32'1.88"				Altitud:			4660 msnm.	
Tipo:		CO-Meteorológica		Código:				114050								
ESTACIÓN	VARIABLE	Año	Día	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
ANANEA	PT101	2008	6	0	0	2.2	0	0	0	0	5.4	0	1.8	4.3	0	
ANANEA	PT101	2008	7	0	4.2	0.8	0	0	0	0	0.5	1	5.4	0	0	
ANANEA	PT101	2008	8	6.8	0.9	0.2	0.2	0	0	0	0.8	1.9	11.4	0	3.8	
ANANEA	PT101	2008	9	13.8	0.8	8.3	0	0.5	0	0	0	0	0	0	5.8	
ANANEA	PT101	2008	10	11.4	0	1.4	2.1	3.5	0.5	0	0	0	0	0	5.2	
ANANEA	PT101	2008	11	0	4	4.5	1.5	1.1	0.6	0	0	0	0.1	0	1.1	
ANANEA	PT101	2008	12	0	3.1	0.3	0	9.1	0	0	0	0	0	2	0.4	
ANANEA	PT101	2008	13	17.9	1.9	18.8	1.3	9.9	0	0	0	0	0	0	3.8	
ANANEA	PT101	2008	14	1.5	1.2	0.9	1	0	0	0	0	0	0	0	3.7	
ANANEA	PT101	2008	15	0.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12.6	
ANANEA	PT101	2008	16	0	5	0	0	0	1.7	0	0	0	0	1	5.1	
ANANEA	PT101	2008	17	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	1	
ANANEA	PT101	2008	18	3.8	1.8	0	-888	0	0	0	0	0	8.8	12.1	2.8	
ANANEA	PT101	2008	19	0	4.1	0	0	0	0	0	0	0	0	3.3	3.3	
ANANEA	PT101	2008	20	1.8	0	0	2.1	0	0	0	0	0	0	0.8	4.1	
ANANEA	PT101	2008	21	5.3	1.3	0	0	0	0	0	0	1	0	2.5	0	
ANANEA	PT101	2008	22	9.8	3.4	0	6.8	0	0	0	0	0	0	8.2	2.8	
ANANEA	PT101	2008	23	0	3	-888	10.3	0	0	0	0	0	0	0.8	11.2	
ANANEA	PT101	2008	24	2.3	5.4	1.4	0	0	0	0	0	0	3.8	1	1.3	
ANANEA	PT101	2008	25	4.1	0.3	0	1.2	0	0	0	0	0.3	0.9	5.1	22.4	
ANANEA	PT101	2008	26	7.8	1.3	0	0	0	0	0	0	0	3.1	0	7.1	
ANANEA	PT101	2008	27	15.5	1.9	0	1.2	0	0	0	0	0	0	3	1	
ANANEA	PT101	2008	28	5.9	0.8	1	2.8	0	0	0	0	2.9	0	0	9.6	
ANANEA	PT101	2008	29	17.2	5.4	1.4	0.6	0	0	0	0	-888	0	0	6.8	
ANANEA	PT101	2008	30	7.5		0.2	0	0.6	0	1.8	0	0	0	0	0.2	
ANANEA	PT101	2008	31	9.7		0		0		0	0		1.8		14.4	
ANANEA	PT101	2009	1	1.2	1.9	0	2.6	0	0	0	0	0	3.8	0	5.8	
ANANEA	PT101	2009	2	2.1	0	0	0	0	0	0	0	0	5.6	0	5.6	
ANANEA	PT101	2009	3	21.7	0	0	0	1.5	0	0	0	0	0	0	4.2	
ANANEA	PT101	2009	4	21.1	0	2.2	0	0	0	0	0	0	1.9	0.7	8.7	
ANANEA	PT101	2009	5	0	11.3	-888	0	0	0	0	0	0	0	1.3	1.8	
ANANEA	PT101	2009	6	1.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.6	4.5	
ANANEA	PT101	2009	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.9	0.9	4.4	
ANANEA	PT101	2009	8	0	1.1	0	10.1	0	0	0	0	0	0	0	1.7	
ANANEA	PT101	2009	9	0.9	1.5	0	3.7	0	0	0	0	0	0.6	0	0	
ANANEA	PT101	2009	10	0	11.4	4.8	4.2	0	0	0	0	1.3	0	1.6	4.5	
ANANEA	PT101	2009	11	1.5	0.7	0.5	2.8	0	0	0	0	0	0	0	0	
ANANEA	PT101	2009	12	3.8	10.7	2.5	7.8	1.2	0	0	0	0	0	3.4	3.8	
ANANEA	PT101	2009	13	0.9	7.8	0.7	4.9	0	0	0	0	0	0	5.9	0	



Departamento:		Puno		Provincia:				San Antonio de Putina				Distrito:			Ananea	
Latitud		14°40'34.6"		Longitud				69°32'1.88"				Altitud:			4660 msnm.	
Tipo:		CO-Meteorológica		Código:				114050								
ESTACIÓN	VARIABLE	Año	Día	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
ANANEA	PT101	2009	14	1.8	0	3.2	0	0	0	0	0	0.4	0	7.7	0	
ANANEA	PT101	2009	15	0.9	0	0	5.3	0	0	0	0	0	0	4	0.5	
ANANEA	PT101	2009	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17.7	0.8	
ANANEA	PT101	2009	17	14.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.4	0	
ANANEA	PT101	2009	18	4.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2.8	
ANANEA	PT101	2009	19	23	3.3	7.7	0	0	0	0	0	0	2	3.3	0	
ANANEA	PT101	2009	20	8.8	3.3	0	0	0	0	0	0	0	0	9.8	11.2	
ANANEA	PT101	2009	21	1.1	2	4.8	0	0	0	0	0	0	1.8	5.4	2.4	
ANANEA	PT101	2009	22	1.3	6.1	2	10.2	0	0	0	0	0	1.6	5.7	0.8	
ANANEA	PT101	2009	23	0	2.3	1.8	0	1.6	0	0	0	0	0	2.3	0	
ANANEA	PT101	2009	24	3.1	9.1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ANANEA	PT101	2009	25	3.5	2.1	4.2	1	0	0	0	0	0	7.6	12.5	7	
ANANEA	PT101	2009	26	0	0	7	0	7	0	0	0	0	0	5.4	0.4	
ANANEA	PT101	2009	27	4.7	0	1.1	0	0	0	0	0	2.1	0	12.2	6.5	
ANANEA	PT101	2009	28	6.1	5.3	3.2	0	6.3	0	0	0	5.1	0	7.2	2.2	
ANANEA	PT101	2009	29	7.3		5.5	0	0	0	0	0	4.5	0	4	8.3	
ANANEA	PT101	2009	30	0		9.5	0	0	0	0	0	3.2	0	2.3	8.6	
ANANEA	PT101	2009	31	0		0		0		0			0		2	
ANANEA	PT101	2010	1	0	0.9	0	0	0	0	0	0	1	0	1.1	0.2	
ANANEA	PT101	2010	2	0	3.5	20.9	0	0	0	0	0	0	6.1	4.7	0	
ANANEA	PT101	2010	3	4.2	5.2	4.1	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	
ANANEA	PT101	2010	4	0.5	5.6	1.8	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0	
ANANEA	PT101	2010	5	0.4	13.3	6	9.8	0	0	0	0	0	0	0	0	
ANANEA	PT101	2010	6	0	0	2.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ANANEA	PT101	2010	7	0	3.3	0	2.7	0	0	0	0	0	0	0	0	
ANANEA	PT101	2010	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.8	0	0	
ANANEA	PT101	2010	9	5.5	3.2	4.8	5.1	0	0	0	0	0	1.7	0	0	
ANANEA	PT101	2010	10	5.1	0	0.4	0	0	0	0	0	0	1.2	4.8	6.9	
ANANEA	PT101	2010	11	7.6	2.2	3.9	0	0	0	0	0	0	0	0	5.1	
ANANEA	PT101	2010	12	13.8	4.2	3.9	0	0	0	0	0	0	0	8.6	20.1	
ANANEA	PT101	2010	13	0.7	4.4	1.2	0	0	0	0	0	0	4.7	5.2	7.4	
ANANEA	PT101	2010	14	0	0.8	4.4	0	0	0	0	0	0	3.8	0.4	0	
ANANEA	PT101	2010	15	0.5	2	3.2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
ANANEA	PT101	2010	16	0	6	0	0	0	0	5.7	0	0	0	0	0	
ANANEA	PT101	2010	17	0	3.9	0	0	0	0	0.3	0	0	1.5	0	0.4	
ANANEA	PT101	2010	18	6.2	1.2	1.5	0	0	0	0	0	0	5.8	0	0	
ANANEA	PT101	2010	19	0	0	2.4	0	0	0	0	0	0	0	0	2.4	
ANANEA	PT101	2010	20	12.5	10	0	0	2.3	0	0	0	0	0	0	2.6	
ANANEA	PT101	2010	21	2.4	0	0	0	7.6	0	0	0	0	2.3	0	1.1	



Departamento:		Puno		Provincia:				San Antonio de Putina				Distrito:			Ananea	
Latitud		14°40'34.6"		Longitud				69°32'1.88"				Altitud:			4660 msnm.	
Tipo:		CO-Meteorológica		Código:				114050								
ESTACIÓN	VARIABLE	Año	Día	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
ANANEA	PT101	2010	22	14.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.9	
ANANEA	PT101	2010	23	3.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.2	0.4	
ANANEA	PT101	2010	24	3.6	0	0	0	0	0	0	0	1.2	0	0.2	0	
ANANEA	PT101	2010	25	5.5	0	0	0	1.8	0	0	0	0.2	0	0	1.5	
ANANEA	PT101	2010	26	2.6	8.8	1	0	0.9	0	0	0	0	1.5	0	6.2	
ANANEA	PT101	2010	27	3.2	5.3	0.8	0	0	0	0	0	0	0	3.2	1.4	
ANANEA	PT101	2010	28	12.5	11.2	33.4	0	0	0	0	0	0	0	0	6.4	
ANANEA	PT101	2010	29	7.9		0	0	0	0	0	-888	0	0	5.9	10.5	
ANANEA	PT101	2010	30	0.9		6.6	4	1.8	0	0	0	-888	0	3.1	2	
ANANEA	PT101	2010	31	1.6		0		0		0	0		0		11.4	
ANANEA	PT101	2011	1	7.5	0	11.9	4	0	0	0.8	0	0	0	2	0	
ANANEA	PT101	2011	2	3.7	3.6	5.2	0.4	0	0	0.4	0	0	1	0	0	
ANANEA	PT101	2011	3	1.8	7.9	8.3	6.1	0	0	0	0	0	4.2	6	0	
ANANEA	PT101	2011	4	1.9	0.7	3.4	1.2	0	0	0	0	0	0	0	0	
ANANEA	PT101	2011	5	0	2	2	0	0	0	0	0	0	5.3	0	0	
ANANEA	PT101	2011	6	6.1	0	9.6	2.5	0	0	0	0	0	1.8	0	0	
ANANEA	PT101	2011	7	0.7	0	0.8	0	0	0	0	0	0	13.3	0	1.8	
ANANEA	PT101	2011	8	0	4.2	0	0	0	0	0	1.8	0	0	0	0	
ANANEA	PT101	2011	9	7.4	0	8.7	0	0	0	0	0	0	18.5	0	10.3	
ANANEA	PT101	2011	10	3.1	-999	31.8	0	0	0	0	0	0	0.2	1.3	7.2	
ANANEA	PT101	2011	11	0	11.2	0	6	0	0	0	0	6.1	0	0	1.1	
ANANEA	PT101	2011	12	2.2	5.7	7	0	0	0	0	0	1.3	0	0	0	
ANANEA	PT101	2011	13	11.3	0.5	2.6	0.5	0	0	0	0	0	0	0	4.5	
ANANEA	PT101	2011	14	5.8	2.9	0	0.5	0	0	0	0	1.2	0	0	2.5	
ANANEA	PT101	2011	15	3.9	6	4.4	0	0	0	0	3	2.3	0	0	1.3	
ANANEA	PT101	2011	16	0	0.3	0	1.4	0	1	0	0	0	0	0	2	
ANANEA	PT101	2011	17	0	8.5	0	3	0	0	0	0	0	0	0	4.4	
ANANEA	PT101	2011	18	1.8	0	0	0	0	1.6	0	0	3.8	0	0	13.8	
ANANEA	PT101	2011	19	4	7.3	4.2	0	0	0	0	0	1.8	0	0	0	
ANANEA	PT101	2011	20	0	0.7	1.5	0	0	0	0	0	8.5	0	0	0	
ANANEA	PT101	2011	21	5.1	2.7	6.2	0	0	0	0	0	7.5	0	0	0	
ANANEA	PT101	2011	22	9.4	0	9.3	0.9	0	0	0	0	4.8	0	0	2.3	
ANANEA	PT101	2011	23	4.9	22.2	5.5	0	0	0	0.5	0	5.1	0	4.9	0.7	
ANANEA	PT101	2011	24	3.6	11	2.2	0	0	0	0	0	4.1	0	0.2	1.2	
ANANEA	PT101	2011	25	1.8	0.8	2	0.6	0	0	0	0	0	0	0	21.6	
ANANEA	PT101	2011	26	6.3	0.6	0	0	0	0	0	0	1.6	0	0	0	
ANANEA	PT101	2011	27	5.8	6.4	0.6	1.4	0	0	0	0	4.8	0	0	0	
ANANEA	PT101	2011	28	0	2.5	1.9	0	0	0	0	0	3.8	0	0	0	



Departamento:		Puno			Provincia:				San Antonio de Putina			Distrito:			Ananea	
Latitud		14°40'34.6"			Longitud				69°32'1.88"			Altitud:			4660 msnm.	
Tipo:		CO-Meteorológica			Código:				114050							
ESTACIÓN	VARIABLE	Año	Día	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
ANANEA	PT101	2011	29	0		2.8	0	0	0	0	0	4.2	0	0	5.9	
ANANEA	PT101	2011	30	0		5.8	0	0	7.5	0	0	7	6.4	0	3.3	
ANANEA	PT101	2011	31	0		4.6		0		0	0		8.5		17.2	
ANANEA	PT101	2012	1	11	0	0.4	0	0	0	0	0	0	0	4.4	2.6	
ANANEA	PT101	2012	2	2.8	0	7.4	0	0	0	0	0	0	0	7.6	4.3	
ANANEA	PT101	2012	3	0	0	0	3.8	2.8	0	0	0	0	0	1.8	5.4	
ANANEA	PT101	2012	4	0	12.4	0	0	0	0	0	0	0	0.8	0.9	15.2	
ANANEA	PT101	2012	5	0	1	21.2	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0.5	
ANANEA	PT101	2012	6	0	0	1.8	0	0	1.2	0	0	0	1.5	3.6	1.9	
ANANEA	PT101	2012	7	0.7	0	7.1	3	0	5.2	5.6	0	0	12.4	4.5	1.2	
ANANEA	PT101	2012	8	6.4	0	0	0	0	2.6	0	0	0	0.7	0	4.3	
ANANEA	PT101	2012	9	5.4	1	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	6.8	
ANANEA	PT101	2012	10	0	1.2	3	0	0	0	0	0	0	0.2	0	9.3	
ANANEA	PT101	2012	11	0	-888	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ANANEA	PT101	2012	12	0	11.1	11.6	0	0	0	0	0	0	0	0	5.8	
ANANEA	PT101	2012	13	5.4	9.4	1.8	0	0	0	0	0	0	0	0	12.4	
ANANEA	PT101	2012	14	0.4	4	0	6.1	0	0	0	0	0	0	2.9	13.1	
ANANEA	PT101	2012	15	0	1.5	4	0	0	0	0	0	1.2	0	1.3	1.1	
ANANEA	PT101	2012	16	0	3.3	4.4	15.6	0	0	0	0	-888	0	2.5	-999	
ANANEA	PT101	2012	17	0	2.2	0.8	3.4	0	0	0	0	0.3	0	0	0.7	
ANANEA	PT101	2012	18	3.9	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0	
ANANEA	PT101	2012	19	2.3	0.6	0	0	0	0	0	0.2	-999	0	0	-999	
ANANEA	PT101	2012	20	0	11.8	0	1.8	0	0	0	0	0	0	10.7	12.8	
ANANEA	PT101	2012	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.2	8.9	
ANANEA	PT101	2012	22	0.1	6.3	0	9.2	0	0	0	0	0	0	0	0.3	
ANANEA	PT101	2012	23	4.1	0.3	0	0	2	0	0	0	0.2	0	0	0	
ANANEA	PT101	2012	24	3.6	3.1	5.2	22.1	0	0	0	0	0	0	0	4.1	
ANANEA	PT101	2012	25	0	9	0	15.2	0	0	0	0	0.3	0	5.5	2.3	
ANANEA	PT101	2012	26	1.8	12.8	0	1.3	0	0	0	0	-888	0	0	6.8	
ANANEA	PT101	2012	27	10.2	0	15	0	0	0	-888	0	11	3.4	4.4	3.5	
ANANEA	PT101	2012	28	13.6	15.4	0.8	0	0	0	1.2	0	2.7	0	3.6	4.1	
ANANEA	PT101	2012	29	4.6	0.2	0	0	0	0	0	0	2.5	0	1.4	14.4	
ANANEA	PT101	2012	30	0		0	4.6	0	0	0	0	0.5	2	9.1	0.6	
ANANEA	PT101	2012	31	0		-999		0		0	0		0.2		8.6	
ANANEA	PT101	2013	1	4	15.4	1.9	0	3.6	0	0.8	0	0	0.3	0	0	
ANANEA	PT101	2013	2	3.4	0.3	0	0	0	0	2.1	0	0	0	9.7	0	
ANANEA	PT101	2013	3	4.9	1.6	0	0	0	0	4.2	0	0	0	2.2	3.2	
ANANEA	PT101	2013	4	7.2	0.8	0	0	0	0	0	0	0	0	4.8	0	
ANANEA	PT101	2013	5	6.9	0.2	8	0	0	0	0	0	0	2.5	14.8	4.4	
ANANEA	PT101	2013	6	10.3	0	2.3	5.2	0	0.3	0	0	0	0.5	7.2	0	



Estacion Ananea															
Departamento:	Puno			Provincia:	San Antonio de Putina						Distrito:	Ananea			
Latitud	14°40'34.6"			Longitud	69°32'1.88"						Altitud:	4660 msnm.			
Tipo:	CO-Meteorológica			Código:	114050										
ESTACIÓN	VARIABLE	Año	Día	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
ANANEA	PT101	2013	7	1.1	7.9	4.7	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0
ANANEA	PT101	2013	8	2.2	-888	0	0	0	0	0	1.6	0	0.4	0	4.5
ANANEA	PT101	2013	9	2.2	1.4	0	0	0	1	0	0	0	1.2	0	0.4
ANANEA	PT101	2013	10	4.1	0	0	0.8	0	0	0	0	0	0.6	0	2.9
ANANEA	PT101	2013	11	12.2	7.9	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0.8	7.2
ANANEA	PT101	2013	12	6.4	0.8	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0	4.8
ANANEA	PT101	2013	13	6.4	5.1	6.3	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5
ANANEA	PT101	2013	14	1.6	3.5	2.7	0	0	0	0	0	0	13.2	0	1.2
ANANEA	PT101	2013	15	2.4	0.8	2.5	1.6	-888	0	0	0	0	10.1	0	1.8
ANANEA	PT101	2013	16	14.2	0.6	9.1	0	1.1	0	0	0	0	0	0.8	0
ANANEA	PT101	2013	17	9.4	0.6	2.9	1.2	0	0	0	0	0	0.4	1.4	0
ANANEA	PT101	2013	18	2	0	8.3	0	0	0	0	0	4	0	0	1.2
ANANEA	PT101	2013	19	0.5	1.4	0	0	0	1.3	0	0	0	3	4.5	0
ANANEA	PT101	2013	20	12.8	9	0	0.8	0	0	0	0	0	0	0	11.9
ANANEA	PT101	2013	21	-888	0.7	4.5	0.6	0	0	0	0	0.4	0	11.9	8.9
ANANEA	PT101	2013	22	2.3	1.9	2.2	0	0	0	0	0	0	11.7	4.4	2
ANANEA	PT101	2013	23	3	0.6	0	0	0	0	0	0.9	3.4	0.9	0	7.8
ANANEA	PT101	2013	24	8.4	3.6	0	0	0	0	0	9.6	0	0.2	5.2	7.2
ANANEA	PT101	2013	25	5.7	0	0	0	0	0.9	0	3.3	0	4.5	2.4	2
ANANEA	PT101	2013	26	15.7	7.8	5.6	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0
ANANEA	PT101	2013	27	0	6.4	0	0	0	0	0	0	0	9.2	0.3	2
ANANEA	PT101	2013	28	0	11.8	1.2	0	0	0	0	0	0	14.1	0.6	0
ANANEA	PT101	2013	29	6.6		0.6	0	0	0	0	0	1.8	0	0	0
ANANEA	PT101	2013	30	4.8		6.8	0	0	0	0	1.1	1.6	3.2	0	1.5
ANANEA	PT101	2013	31	17.4		0		0		0			10.1		2.7
ANANEA	PT101	2014	1	2.6	5.4	0.9	0	0	0	0	0	0.3	0	0	-999
ANANEA	PT101	2014	2	2.9	4	0	0	0	0	0	0	0	0	13.7	
ANANEA	PT101	2014	3	8.8	0	0.5	0	-888	0	0	0	1.6	0	1.8	
ANANEA	PT101	2014	4	0.4	5.1	2.5	4.7	0	0	0	0	3	7.6	0	
ANANEA	PT101	2014	5	1.2	0.4	0	0	0	0	0	0	6	0	0	
ANANEA	PT101	2014	6	4.7	18.9	1.2	0	0	0	0	0	0.3	0.4	0	
ANANEA	PT101	2014	7	5.6	17.1	0	0	0	0	0	0	0	11.6	0	
ANANEA	PT101	2014	8	12.8	2.4	0	0	0	0	0	0	0	1.5	0	
ANANEA	PT101	2014	9	15	2.7	0	0	0	0	0	0	5.9	0.6	2.2	
ANANEA	PT101	2014	10	11.2	0.5	0	3.8	0	0	0	4.2	0	0	0	
ANANEA	PT101	2014	11	0.3	10.2	5.9	1	0.2	0	0	0.5	3	5.4	6.1	
ANANEA	PT101	2014	12	0.4	4.4	1.1	1.8	0	0	0	3.4	0.2	0	1.7	
ANANEA	PT101	2014	13	0.5	12.8	1.2	1.4	0.5	2.4	0	0	4.9	0	0.2	



Estacion Ananea															
Departamento:	Puno			Provincia:	San Antonio de Putina						Distrito:	Ananea			
Latitud	14°40'34.6"			Longitud	69°32'1.88"						Altitud:	4660 msnm.			
Tipo:	CO-Meteorológica			Código:	114050										
ESTACIÓN	VARIA BLE	Año	Día	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
ANANEA	PT101	2014	14	0	5.7	4.9	0.5	1.6	0	0	0	1.9	0	1	
ANANEA	PT101	2014	15	0	3.4	0	0.4	1	0	0	0	0	0	0	
ANANEA	PT101	2014	16	4.3	3.8	2.2	1.8	0	0	0	0	0.8	0	0	
ANANEA	PT101	2014	17	1.5	0.6	2.4	3.5	0	0	0	0	0	0	0	
ANANEA	PT101	2014	18	9.4	1.4	12.3	0.2	0	0	0.7	0	9.4	0	1	
ANANEA	PT101	2014	19	14.1	1.7	24.9	0.4	0.8	0	5.1	0	1	1.7	2.8	
ANANEA	PT101	2014	20	0.4	5.1	3.3	3.9	9.6	0	15.3	0	2.8	2.5	0	
ANANEA	PT101	2014	21	4.5	2	2	0.9	2.1	0	0	0	10.1	3.9	0	
ANANEA	PT101	2014	22	4.3	12.9	2.2	0	0.5	0	0	0	0.3	0	0	
ANANEA	PT101	2014	23	8.4	1.9	17.3	1.4	0	0	0	0	0	0	7.2	
ANANEA	PT101	2014	24	0	0.1	0	9.5	0	0	0	0	1	0	1.8	
ANANEA	PT101	2014	25	0	0	12.5	2.2	0	0	0.6	0	0	0	7	
ANANEA	PT101	2014	26	5.4	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	
ANANEA	PT101	2014	27	12.3	0.5	7	0	0	0	0	0	0	4.8	3.5	
ANANEA	PT101	2014	28	4.8	0.9	9.2	0	0	0	0	0	0.3	2.5	4.6	
ANANEA	PT101	2014	29	5.6		0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ANANEA	PT101	2014	30	0.6		0	0	0	0	1.8	0	0	0.3	5.4	
ANANEA	PT101	2014	31	3.7		1.1		0		0	0		0		
ANANEA	PT101	2015	1	1.2	0	0	4	2.4	2.6	0	0	0	0	7.5	0
ANANEA	PT101	2015	2	1.1	0	6	3	0	0	0	0	0	3	2.8	5.5
ANANEA	PT101	2015	3	12.8	0	0	4	0	0	14.9	0	0	2.6	0	2.8
ANANEA	PT101	2015	4	0.8	2.4	17.8	0	0	4.1	16.8	0	1.8	0	0	0.5
ANANEA	PT101	2015	5	0	0.4	0	5.4	0	0	0	0	1.4	0	1.3	0
ANANEA	PT101	2015	6	1.3	2.8	2.2	9.8	0	0	0	0	0	6.1	3.1	0.8
ANANEA	PT101	2015	7	5.8	6.4	4.3	1	0	0	0	0	0	0	0	0.2
ANANEA	PT101	2015	8	2.2	0.9	3.4	0	0	0	0	0	0	0	0.7	1.8
ANANEA	PT101	2015	9	12.1	1.8	14.1	12.1	0.8	0	0	0	0	0	0	4.5
ANANEA	PT101	2015	10	7.3	6.1	1.6	1.7	0	0	0	0	0	0	0	0
ANANEA	PT101	2015	11	9.4	3.6	6.9	0	14.9	0	0	-888	0	0	10.6	5.2
ANANEA	PT101	2015	12	8.5	0	6.8	1.7	0	0	0	15.9	0	0	0	0
ANANEA	PT101	2015	13	14.4	10	1.2	8.6	5.9	0	0	14.3	0	0	0	0
ANANEA	PT101	2015	14	0	9.7	0	0	0	0	0	0.3	0	0	3.2	0.8
ANANEA	PT101	2015	15	4.8	1.6	0	7.9	0.6	0.5	1.3	0	0	0	9.4	0
ANANEA	PT101	2015	16	0.8	13.4	2.7	7.1	8.1	0	0	0.2	0	0	6.6	0.2
ANANEA	PT101	2015	17	8.6	3.8	8.4	0.3	0.2	0	0	0	0	0	0	0.4
ANANEA	PT101	2015	18	5.4	0	6.5	0	0.8	0	0	0.8	0	0	0	0
ANANEA	PT101	2015	19	15	0	3.7	0	2.8	0	0	0	5.9	0.8	0	4.6
ANANEA	PT101	2015	20	4.7	0	0.4	0	0	0	0	0	5	1.6	0	0



Estacion Ananea																	
Departamento:	Puno			Provincia:	San Antonio de Putina						Distrito:	Ananea					
Latitud	14°40'34.6"			Longitud	69°32'1.88"						Altitud:	4660 msnm.					
Tipo:	CO-Meteorológica			Código:	114050												
ESTACIÓN	VARIA BLE	Año	Día	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC		
ANANEA	PT101	2015	21	3.5	0	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	6.1		
ANANEA	PT101	2015	22	2.2	0.5	0	0.9	0	0	0	0	0	0	0	7.8		
ANANEA	PT101	2015	23	0.8	5.5	0	0.2	0	0	0	0	0.6	0	0	3.9		
ANANEA	PT101	2015	24	3.2	0.3	0	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0.9		
ANANEA	PT101	2015	25	4.9	1.6	0.9	0	0	0	0	0.4	7.2	0	0	3.7		
ANANEA	PT101	2015	26	12.8	4.2	6.1	4.1	0	0	0	0	1.9	10.7	1.7	5.5		
ANANEA	PT101	2015	27	0.9	8.4	10	1.8	0	0	0	0	0	0	0.2	17.8		
ANANEA	PT101	2015	28	0	4.4	0	10.8	0	0	0	0	0	5	4.4	0.7		
ANANEA	PT101	2015	29	9.8		0.3	2.3	0	0	0	0	0	0.4	9.6	0.2		
ANANEA	PT101	2015	30	5.4		3.5	1.3	4.3	0	0	0	0	6.2	1.3	1.2		
ANANEA	PT101	2015	31	1.3		4.5		3.9		0.6	0		2		0		
ANANEA	PT101	2016	1	0	-888	0	0	0	0	0	0	0	0	3.8	5		
ANANEA	PT101	2016	2	6.4	22.1	1.2	0.4	0.6	0	0	0	3	4	0	0		
ANANEA	PT101	2016	3	9.3	13	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6.4		
ANANEA	PT101	2016	4	2.4	0.6	0.5	0	0	0	0	0	-888	3.9	0	3		
ANANEA	PT101	2016	5	0	3.1	4.9	5.9	0	0	0	0	0	0.7	1.8	1		
ANANEA	PT101	2016	6	8.6	1.8	0	2.8	0	0	7.5	0	0	0	0	6.3		
ANANEA	PT101	2016	7	10.1	1	0	0	0	0	5.6	0	0	0	0	8.8		
ANANEA	PT101	2016	8	0.8	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0	2.2	1.6		
ANANEA	PT101	2016	9	9.7	6.8	0.7	1.5	0	0	0	0	0	0	6.4	5.9		
ANANEA	PT101	2016	10	7.8	0.8	3.6	2.5	0	0	0	0.7	0	14.2	3.1	1.2		
ANANEA	PT101	2016	11	4.2	1.2	0	13.2	0	0	0	0	0	6.7	0	0		
ANANEA	PT101	2016	12	1.1	0	3.2	3.9	0	0	0	0	0	0	0	3.4		
ANANEA	PT101	2016	13	9.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5		
ANANEA	PT101	2016	14	0	0	0	2.6	0.9	0	0	0	0	0.6	0	3.8		
ANANEA	PT101	2016	15	2.2	0	0	0.6	1.5	0	0	0	0	2	0	0.2		
ANANEA	PT101	2016	16	6.2	3.5	0	0	0	0	0	0	0	2.5	0	0		
ANANEA	PT101	2016	17	6.2	0	0	9.9	0	0	0	0	0	10.3	-888	0		
ANANEA	PT101	2016	18	9.3	3.7	0	0	0	0	0	0	0	0.5	2.2	0.8		
ANANEA	PT101	2016	19	8.5	1.3	4.1	1.5	0	0	0	0	4.2	3.8	1.8	8.5		
ANANEA	PT101	2016	20	0.3	3.6	1.2	6.5	0	0	0	0	4.7	1.3	0	0.3		
ANANEA	PT101	2016	21	0	6.1	2.2	0	0	0	0	0	0.5	9.1	0	0.3		
ANANEA	PT101	2016	22	0	1.7	2.6	5.6	0	0	0	0	1	0	0	0		
ANANEA	PT101	2016	23	0	-888	1.9	0	0	0	0	3.3	0	0.6	2.4	1.6		
ANANEA	PT101	2016	24	0	3.4	0	0	0.3	0	0	0.4	9.1	0	0.5	2.9		
ANANEA	PT101	2016	25	0.3	17.5	0	0	1.6	0	0	0.2	1.1	0	3.8	0		
ANANEA	PT101	2016	26	0	3.1	0	0	0	0	0	9.2	0	2	0.7	1.8		
ANANEA	PT101	2016	27	0	0.8	0	0	0	0	0	0	0	3	5.1	19		



Estacion Ananea																
Departamento:		Puno			Provincia:			San Antonio de Putina			Distrito:			Ananea		
Latitud		14°40'34.6"			Longitud			69°32'1.88"			Altitud:			4660 msnm.		
Tipo:		CO-Meteorológica			Código:			114050								
ESTACIÓN	VARIA BLE	Año	Día	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
ANANEA	PT101	2016	28	0.9	9.5	1.9	0	0	0	0	0	0	0	4.1	0	
ANANEA	PT101	2016	29	11.1	1.6	0.6	0	0	0	0	0	1.6	1.4	6.4	0	
ANANEA	PT101	2016	30	11.9		0	0	0	0	0	0	8.9	3	3.4	0.7	
ANANEA	PT101	2016	31	4.6		8.2		0		0	0		4.5		0.9	
ANANEA	PT101	2017	1	0.5	4.9	2.8	25	7.4	0	1.4	0	0	0	0	0.2	
ANANEA	PT101	2017	2	5.8	1	14.3	1.8	0.5	0.5	2.3	0	0	0	0	2.4	
ANANEA	PT101	2017	3	6.3	3.4	1	0.8	0	1.5	0	0	0	0	0	0	
ANANEA	PT101	2017	4	3.3	6.5	0	5.9	0	0	0	0	0	0	0.5	11	
ANANEA	PT101	2017	5	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	12.4	
ANANEA	PT101	2017	6	16.4	6.4	4.6	5	4.5	0	0	0	0	0	3.8	0.3	
ANANEA	PT101	2017	7	5.7	1.2	2.2	8.2	0	0	0	0	0	1.5	6.5	1.6	
ANANEA	PT101	2017	8	0.7	3.2	0	0.7	0.5	0	0	0	1.5	2.4	0.2	8.8	
ANANEA	PT101	2017	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0	8.7	8.3	
ANANEA	PT101	2017	10	0	0.7	1.8	4.7	0	0	0	0.4	0	0	0	0	
ANANEA	PT101	2017	11	2.9	4.2	0	4.2	2	0	0	0	0.5	0	0	0	
ANANEA	PT101	2017	12	4	7	0	0	0	0	0	0	0.4	38.5	0	0	
ANANEA	PT101	2017	13	17.9	0	0	3.2	0	0	0	0	0.5	0.4	0	0	
ANANEA	PT101	2017	14	6.8	0	0	1.2	0	0	0	0	0	4.2	0	1	
ANANEA	PT101	2017	15	4.4	0.7	3.1	0.8	0	0	0	0	0	0.2	2.9	0	
ANANEA	PT101	2017	16	9.8	9	21	0	1	0	0	0.6	7.5	0.4	0	0.5	
ANANEA	PT101	2017	17	-888	0	5.5	2.9	0	0	0	8.4	6.2	0	14.4	0	
ANANEA	PT101	2017	18	0	0	9.4	3.6	0	0	0	0.4	0.5	2.1	0.5	5.1	
ANANEA	PT101	2017	19	-888	7.1	0.3	0	0	0	0	0	1.2	0.3	0	0	
ANANEA	PT101	2017	20	0	16	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	9.5	
ANANEA	PT101	2017	21	0	7	0.3	0	2.7	0	0	0	0	0	0	1.5	
ANANEA	PT101	2017	22	4.6	0.2	7.7	0	3.4	0	0	0	4.4	0.6	0	18	
ANANEA	PT101	2017	23	0.5	0	0	0	1.9	0	0	0	3	0.3	0	1	
ANANEA	PT101	2017	24	2.5	0	0.9	0.5	0	0	0	0	1.4	0	0	0	
ANANEA	PT101	2017	25	1	0	6.2	0	0	0	0	0	9.4	0.2	0	0.3	
ANANEA	PT101	2017	26	16.2	0	5	1	0	0	0	0	14.8	0	1	12.2	
ANANEA	PT101	2017	27	0.7	4.9	1	3.2	0	0	0	0	10.9	1.1	0.6	14.2	
ANANEA	PT101	2017	28	1.2	-999	9.5	0.8	0	0	0	0	0	2	7.3	2.3	
ANANEA	PT101	2017	29	2.2		12.8	0	0	0	0	0	0	0	1.3	0.7	
ANANEA	PT101	2017	30	0		1.7	0.5	0.6	0	0	0	0	0	9	2.3	
ANANEA	PT101	2017	31	5.8		1.8		0		0	0		0		0	
ANANEA	PT101	2018	1	0.7	26.5	1.2	0	0	0	0	0	0	0	0.2	1	
ANANEA	PT101	2018	2	5.2	3.2	1.8	0	3.2	32.5	0	0	0	0	4.8	0	
ANANEA	PT101	2018	3	4	11	0	0	1.4	5.2	0	2	0	0	3.1	0	



Estacion Ananea																
Departamento:		Puno			Provincia:			San Antonio de Putina			Distrito:			Ananea		
Latitud		14°40'34.6"			Longitud			69°32'1.88"			Altitud:			4660 msnm.		
Tipo:		CO-Meteorológica			Código:			114050								
ESTACIÓN	VARIABLE	Año	Día	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
ANANEA	PT101	2018	4	2	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ANANEA	PT101	2018	5	2	0	0	0.8	0	0	0	0	0	0	9.8	0	
ANANEA	PT101	2018	6	6.4	8	4	0	0	0.2	0	10.1	0	2.8	4.3	0	
ANANEA	PT101	2018	7	11.7	7	10.7	0	0.6	0	0	1.4	0	8.4	0.6	0	
ANANEA	PT101	2018	8	1.8	11.6	6	0.9	0	1.2	0	0.9	2	0	0	0	
ANANEA	PT101	2018	9	0	4.4	0.8	0	0.2	0.5	0	0	0	0	0	0	
ANANEA	PT101	2018	10	2	0.7	1	0	0	1.5	0.2	3.2	0	1.2	0	0	
ANANEA	PT101	2018	11	10	5	0.3	0	0	0	0	0.5	0	3.4	0	0	
ANANEA	PT101	2018	12	9.9	12.5	5.8	4.3	0	0	0	3.1	0	1.2	0	0	
ANANEA	PT101	2018	13	2	8.3	18.7	3.8	0	0	0	0	0	0	0	0.7	
ANANEA	PT101	2018	14	10	0.8	8.4	0	0	0	0.3	0	0	0	0	0	
ANANEA	PT101	2018	15	0	0	10.9	0	0	0	0	0	6.7	0	4.4	0	
ANANEA	PT101	2018	16	4.5	8.2	8.1	0	0	0	0	0	7.2	5.5	0.8	1.7	
ANANEA	PT101	2018	17	4.5	11.7	1.8	0	0	0	0	0	0	4.5	0	2.2	
ANANEA	PT101	2018	18	0	0.8	2.4	0	0	0	0	0	0	0	0	8.6	
ANANEA	PT101	2018	19	4.7	1.8	0	0	0	0	0.3	0	0	11.5	9.5	9.6	
ANANEA	PT101	2018	20	0	24.5	5	0	0	0	2.6	2.4	0	1.8	5.8	0	
ANANEA	PT101	2018	21	4.3	12.5	0	1	0	0	6.6	2	0	2.8	9.1	5.1	
ANANEA	PT101	2018	22	0	9	4	0	0	0	0	0	0	1.7	1.1	0.2	
ANANEA	PT101	2018	23	0	2.5	3.3	0	0	0	0	0	0	10.9	0	0.6	
ANANEA	PT101	2018	24	0	0.5	4	0	0	0	0	0	0	7.9	0	0	
ANANEA	PT101	2018	25	6	3.7	0	3.7	0	0	0	0	6.4	7.6	0	6.2	
ANANEA	PT101	2018	26	2.5	-888	2.4	0	0	0	0	4.5	0	0	5.5	0	
ANANEA	PT101	2018	27	0	2	0.5	1.9	0	1.8	0	0	0	3.2	9.7	3.2	
ANANEA	PT101	2018	28	2.1	0.2	3.9	0	0	0	0	0	7.3	0	4.4	1.2	
ANANEA	PT101	2018	29	0		4.4	4	0	0	0	0	0	6.3	3.2	16.8	
ANANEA	PT101	2018	30	0.5		14.9	2.9	0	0	0	0	0	0	0	1.4	
ANANEA	PT101	2018	31	8		0		0		0			8.2		0	
ANANEA	PT101	2019	1	0	4	5.5	0	2.3	0	0	0	0	0	0	0	
ANANEA	PT101	2019	2	1.9	10.6	2	10.6	0	0	0	0	0	0	0	6.4	
ANANEA	PT101	2019	3	11.3	0	0	7.5	0	0	0	0	0	17.7	0.2	8.2	
ANANEA	PT101	2019	4	18.6	0	2.8	0	8.5	0	0	0	0	2.8	0	5	
ANANEA	PT101	2019	5	6.5	3.5	2.3	0	1.4	0	0	0	0	0	0	12.2	
ANANEA	PT101	2019	6	0	2.2	0	0	0	0	0	0	0	12.2	0	31.9	
ANANEA	PT101	2019	7	0	0	0.7	0	1.6	0	0	0	0.6	0	6.8	0	
ANANEA	PT101	2019	8	0	0.8	0	2.9	0	0	0	0	0	0	10.5	0	
ANANEA	PT101	2019	9	0	3	1.9	0	2.3	0	0	0	0	0	26.3	6.3	
ANANEA	PT101	2019	10	17	3.2	5.5	0	1	0	0	0	0	0	0.9	0.5	



Estacion Ananea															
Departamento:		Puno			Provincia:			San Antonio de Putina			Distrito:			Ananea	
Latitud		14°40'34.6"			Longitud			69°32'1.88"			Altitud:			4660 msnm.	
Tipo:		CO-Meteorológica			Código:			114050							
ESTACIÓN	VARIABLE	Año	Día	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
ANANEA	PT101	2019	11	7	6.7	5.6	0	0.6	0	0	0	0	0	2	1
ANANEA	PT101	2019	12	1.2	3.1	0	0	1	0	0	0	0	0	0.7	3.8
ANANEA	PT101	2019	13	5.6	0	0.8	0	9.4	0	0	0	0	0.5	0.4	0
ANANEA	PT101	2019	14	0.5	16.5	18.5	0	0	0.5	0	0	0	0	0	5.8
ANANEA	PT101	2019	15	0.7	0.5	0.4	6	0	0	0	0	0	0	1.9	0
ANANEA	PT101	2019	16	4.9	21	1.5	0.6	0	0	0	0	0	3.2	3.5	3.5
ANANEA	PT101	2019	17	1.8	1.5	10.2	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0
ANANEA	PT101	2019	18	0.4	0.3	15.1	0	0	0	1.6	0	0	0	0	5.9
ANANEA	PT101	2019	19	5.9	11	6.2	2.1	0	0	0	0	0	9.9	0	0.8
ANANEA	PT101	2019	20	3	0.8	0.4	0	0	0	0.8	0	0	3.5	0	6.9
ANANEA	PT101	2019	21	1.5	11	6.5	0	0	0	0	0	0	0	2.2	2.6
ANANEA	PT101	2019	22	3.7	4.4	6	0	0	0	0	0	0	0	2.7	6.8
ANANEA	PT101	2019	23	0	6.5	0	0	0	0	0	0	0	0.8	0	0.9
ANANEA	PT101	2019	24	0.3	1.5	0.2	0	0	0	0	2.5	0	0	0	1
ANANEA	PT101	2019	25	0	2.2	5.7	0	0	0	0	0.8	0	0	0	0
ANANEA	PT101	2019	26	6.2	7	0	4.8	1.3	0	0	1.2	0	0	2	6.3
ANANEA	PT101	2019	27	5	5	6.2	0	0	0	0	2.5	0	0	3	9.3
ANANEA	PT101	2019	28	6.9	7.2	0	0	0	1.5	0	0	0	0	0	1
ANANEA	PT101	2019	29	12.8		0	1.8	0	0	0	0	0	0	2.4	9.5
ANANEA	PT101	2019	30	20		3.5	-999	0	0	0	0	0	0	0	3.5
ANANEA	PT101	2019	31	25.2		0		0		0			0		11.2
ANANEA	PT101	2020	1	13.8	8.4	7.7	3	0	0	0	0	0	0	0.5	4.5
ANANEA	PT101	2020	2	3.7	2	2.4	0	1.9	0	0	0	0	0	1.5	1.4
ANANEA	PT101	2020	3	7.6	3.4	15.1	0.3	5.4	0	0	0	0	0.7	0	1.5
ANANEA	PT101	2020	4	14.6	9.5	3.5	5.3	0.4	1	0	0	0	2.8	0	0
ANANEA	PT101	2020	5	23.8	23	1.4	4.1	5	0.5	0	0	0	0	0	13.5
ANANEA	PT101	2020	6	0	6.3	7.6	0	3	0.2	0	0	0	0	0	0.3
ANANEA	PT101	2020	7	0	5.5	7.5	4	0.7	0	0	0	3.9	0	0	7
ANANEA	PT101	2020	8	0	0.8	0	0	1	8	0	0	0	0	0	2
ANANEA	PT101	2020	9	0	10.4	10.9	0	0	0	0	0	0	0	9	4
ANANEA	PT101	2020	10	3.5	1.2	5.9	3	0	0	0	0	0	0	0	0
ANANEA	PT101	2020	11	3.6	8.8	0.9	0	0	0	0	2.8	0	0	0	0
ANANEA	PT101	2020	12	1.8	2.6	0	0	0	0	0	2.4	0	0	0	0
ANANEA	PT101	2020	13	0	18.2	5.8	0	0	0	0	0	0	0	0	1
ANANEA	PT101	2020	14	0	2.3	9.5	0	0	0	0	0	0	0	0	2.4
ANANEA	PT101	2020	15	1.6	0	6.3	3.3	0	0	0	0	0.6	0	0	0.4
ANANEA	PT101	2020	16	0	0	0	2.6	0	0	0	0	3.8	11.5	3.6	5.8
ANANEA	PT101	2020	17	0	10	0.5	1.5	1	0	0	0	0	0.3	0	1



Estacion Ananea															
Departamento:	Puno			Provincia:	San Antonio de Putina			Distrito:	Ananea						
Latitud	14°40'34.6"			Longitud	69°32'1.88"			Altitud:	4660 msnm.						
Tipo:	CO-Meteorológica			Código:	114050										
ESTACIÓN	VARIA BLE	Año	Día	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
ANANEA	PT101	2020	18	0	0	0	8.1	0	0	0	0	6.6	6.8	0	0
ANANEA	PT101	2020	19	3.2	0	0	0	0	0	0	0	0.5	4.1	0	5.5
ANANEA	PT101	2020	20	2.7	10	26.7	0	0	0	0	0	0	0	0	2
ANANEA	PT101	2020	21	0	8.6	1.5	0	2.4	0	0	0	0	1	0	8.2
ANANEA	PT101	2020	22	3.8	0	0	1.4	0	0	0	0	0	0	0	1.5
ANANEA	PT101	2020	23	4.2	10.8	11.6	0	0	0	0	0	0	1.6	0	2.9
ANANEA	PT101	2020	24	0	2.8	3.4	0	0	0	0	0	0	1.9	0	2.6
ANANEA	PT101	2020	25	0	0	7	1.8	0	0	0	0	0	0	0	11.7
ANANEA	PT101	2020	26	0	0	0	9.1	0	0	0	0	3	0	0	3.9
ANANEA	PT101	2020	27	0.2	10.8	4.2	1.2	0	0	0	0	0	0	0	2.5
ANANEA	PT101	2020	28	0	9.6	0.4	3	0	0	0	1.5	0	0	0	7.6
ANANEA	PT101	2020	29	0	2.4	2.8	0.5	0	0	0	0	0	0	0	8.9
ANANEA	PT101	2020	30	0		1.9	0.3	0	0	0	0	0	0	0	16.2
ANANEA	PT101	2020	31	5.2		0.5		0		0	0		0		6.8
ANANEA	PT101	2021	1	0	1.6	1.3	0	0	0	0		0	0	0	2.4
ANANEA	PT101	2021	2	9.3	8.3	0.6	3.1	0	0	0		0.5	5	5.8	2.8
ANANEA	PT101	2021	3	10	5	0.8	2.4	0	0	0		3	1.1	1	1.2
ANANEA	PT101	2021	4	2.8	5.8	0	0	0	0	0		2.8	4.2	0.5	0
ANANEA	PT101	2021	5	0.5	17.5	7	3.2	0	0	0		0	0.8	0	11.2
ANANEA	PT101	2021	6	2.5	0.5	4	1.4	0	0	0		0	1	0	1.5
ANANEA	PT101	2021	7	2.4	2.5	3.2	6	0	0	0		0	0	2.2	7
ANANEA	PT101	2021	8	13.6	0	6.2	2	0	0	0		0	1	0	6
ANANEA	PT101	2021	9	0.5	0	0	9.1	0	0	0		0.5	0	0	0
ANANEA	PT101	2021	10	0	8.3	0	3.7	0	0	0		0	1.5	0	0.5
ANANEA	PT101	2021	11	8	3	0	0	0	0	0		0	0	25.5	0
ANANEA	PT101	2021	12	1	0	1	7.6	0	0	0		0	0	3.7	0
ANANEA	PT101	2021	13	7	6.8	4.5	3.7	2	0	0		0	0	3.4	1.7
ANANEA	PT101	2021	14	2.4	2.6	0	10.1	7.8	0	0		0	0	1.8	11.8
ANANEA	PT101	2021	15	20	8.2	3.8	3.4	0	0	0		0	0	2	2.2
ANANEA	PT101	2021	16	8.2	13	8.3	1.5	0	0	0		0	0	0	7.6
ANANEA	PT101	2021	17	10.5	8	6	0	0	0	0		0	0	2.8	8.9
ANANEA	PT101	2021	18	3.5	19.5	6.3	0	0	0	0		0	0	0	3.3
ANANEA	PT101	2021	19	17.5	11	8.3	0	0	0	0		0	4	0	10.5
ANANEA	PT101	2021	20	5	0	4.5	2.7	0	0	1.5		0	0	0	8.5
ANANEA	PT101	2021	21	0	1	0	1.8	0	0	0		0	2.6	0	18.8
ANANEA	PT101	2021	22	0	2.5	5.7	0.3	0	0	0		6.8	0.5	1	2.4
ANANEA	PT101	2021	23	7.1	0.3	0	0	0	0	0		4.8	0	0	2.4
ANANEA	PT101	2021	24	0	0	0.8	1.4	2.9	0	0		0	3	0	0



Estacion Ananea																
Departamento:		Puno			Provincia:			San Antonio de Putina			Distrito:			Ananea		
Latitud		14°40'34.6"			Longitud			69°32'1.88"			Altitud:			4660 msnm.		
Tipo:		CO-Meteorológica			Código:			114050								
ESTACIÓN	VARIABLE	Año	Dia	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
ANANEA	PT101	2021	25	0	0	7.5	0	0	0	0		1.8	0	6.5	3	
ANANEA	PT101	2021	26	0	1.5	0	0	0	0	0		1	0	17	8	
ANANEA	PT101	2021	27	0	0	0	3.8	0	0	0		0	0	0.3	2.4	
ANANEA	PT101	2021	28	4	0	0	0	0	2.2	0		0	0	11.4	0	
ANANEA	PT101	2021	29	0		9	0	0	0	0		2.2	0	2.8	3	
ANANEA	PT101	2021	30	0		3.3	0	0	0	0		0	1.8	13.2	0	
ANANEA	PT101	2021	31	0.3		0.3		0		0			2.5		0	



ANEXOS-3

Procedimiento metodológico mediante el editor de código de GEE para landsat 08

```
1 ///////////////////////////////////////////////////////////////////
2 //COBERTURA DE NIEVE DEL NEVADO ANANEA/////////////////////////////////
3 var geometry =
4   /* color: #d63000 */
5   /* displayProperties: [
6     {
7       "type": "rectangle"
8     }
9   ] */
10  ee.Geometry.Polygon(
11    [[[-69.56403265399828, -14.547037664670052],
12      [-69.56403265399828, -14.678595647176678],
13      [-69.31958685321703, -14.678595647176678],
14      [-69.31958685321703, -14.547037664670052]]], null, false);
15 var coll = ee.ImageCollection("LANDSAT/LT05/C01/T1_TOA")
16   .filterBounds(geometry)
17   .filterDate('1993-12-01', '1993-12-31')
18 ///CALCULO NDSI
19 var Nieve = coll.mosaic()
20   .normalizedDifference(['B2','B5']).rename('NDSI')
21   .gte(0.4)
22   .selfMask();
23
24
25 Map.addLayer(Nieve, {min:0, max:1, palette:['e9ffe7','229f49']}, 'Nieve')
26
27
28
29
30
31
32
33
34 // cálculo de Área en GEE (Proyección acimutal de Lambert)
35 var area_GEE = Nieve.multiply(ee.Image.pixelArea())
36   .reduceRegion(ee.Reducer.sum(), geometry, 30, null, null, false, 1e13)
37   .get('NDSI')
38
39   var area_GEE_Calc = ee.Number(area_GEE).multiply(0.000001)
40 print(' cálculo de Área en GEE (Proyección acimutal de Lambert)',area_GEE_Calc)
41
42
43
44
45
46
47
48 //exportar imagen a drive
49 Export.image.toDrive({
50   image: Nieve,
51   description: "1993_noviembre",
52   scale: 30,
53   region: geometry
54 });
```



Procedimiento metodológico mediante el editor de código de GEE para MODIS

```
1 ////////////////////////////////////////////////////////////////////
2 // DE LA COBERTURA DE NIEVE DEL NEVADO ANANEA//////////////////////////////////////////////////////////////////
3 var geometry =
4   /* color: #d63000 */
5   /* displayProperties: [
6     {
7       "type": "rectangle"
8     }
9   ] */
10 ee.Geometry.Polygon(
11   [[[-69.56403265399828, -14.547037664670052],
12     [-69.56403265399828, -14.678595647176678],
13     [-69.31958685321703, -14.678595647176678],
14     [-69.31958685321703, -14.547037664670052]]], null, false);
15 var coll = ee.ImageCollection("MODIS/006/MOD09A1")
16   .filterBounds(geometry)
17   .filterDate('2010-10-01', '2010-10-31')
18 ///CALCULO NDSI
19 var Nieve = coll.mosaic()
20   .normalizedDifference(['sur_refl_b04', 'sur_refl_b06']).rename('NDSI')
21   .gte(0.4)
22   .selfMask();
23
24
25 Map.addLayer(Nieve, {min:0, max:1, palette:['e9ffe7', '229f49']}, 'Nieve')
26
27
28
29
30
31
32
33
34 // cálculo de Área en GEE (Proyección acimutal de Lambert)
35 var area_GEE = Nieve.multiply(ee.Image.pixelArea())
36   .reduceRegion(ee.Reducer.sum(), geometry, 500, null, null, false, 1e13)
37   .get('NDSI')
38
39   var area_GEE_Calc = ee.Number(area_GEE).multiply(0.000001)
40 print(' cálculo de Área en GEE (Proyección acimutal de Lambert)', area_GEE_Calc)
41
42
43
44
45
46
47
48 //exportar imagen a drive
49 Export.image.toDrive({
50   image: Nieve,
51   description: "2010_octubre_modis",
52   scale: 500,
53   region: geometry
54 });
```