

# UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**TESIS**

**RELACIÓN ENTRE LA PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA CON LA  
SUPERFICIE DE LA LAGUNA LAGUNILLAS, SANTA LUCIA – PUNO,**

**PERIODO DEL 2013 al 2023**

**PRESENTADA POR:**

**YOVANA JIHUALLANCA PARI**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

**PUNO – PERÚ**

**2024**



Repositorio Institucional ALCIRA by [Universidad Privada San Carlos](https://www.upsc.edu.pe) is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



# 5.31%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 19 DEC 2024, 9:05 AM

## Similarity report

Your text is highlighted according to the matched content in the results above.

● IDENTICAL  
0.17%

● CHANGED TEXT  
5.14%

## Report #24228987

YOVANA JIHUALLANCA PARI // RELACIÓN ENTRE LA PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA C  
ON LA SUPERFICIE DE LA LAGUNA LAGUNILLAS, SANTA LUCIA – PUNO, PERIODO DE  
L 2013 al 2023 RESUMEN El objetivo del presente trabajo de investigación  
fué determinar la relación de la precipitación y temperatura con la  
superficie de la laguna Lagunillas, Santa Lucia - Puno, periodo 2013 al  
2023, el tipo de investigación es correlacional descriptivo con un diseño  
no experimental y de enfoque cuantitativo, la muestra estuvo conformada por  
132 imágenes satelitales del Landsat 8 descargadas de los catálogos de la  
USGS correspondientes a cada mes de cada año del periodo del 2013 al  
2023, dichas imágenes fueron procesadas con el índice NDWI para detectar  
los cambios de superficie del agua, obteniendo los siguientes resultados:  
La relación entre la precipitación y la superficie de la laguna  
Lagunillas para el periodo 2013 al 2023, es significativa con un p-valor  
igual a 0.00, alcanzando la precipitación un valor máximo en enero del  
2017 con 314.3 [mm], su valor mínimo igual a 0.00 [mm] en junio de  
2014, 2015, 2021 y el mes de agosto de 2016, 2017, 2018, 2019 y un  
valor promedio de 56.22 [mm], la relación entre la temperatura y la  
superficie de la laguna Lagunillas para el periodo 2013 al 2023, es  
significativa con un p-valor igual a 0.00, alcanzando la temperatura su  
valor mínimo igual a -0.03 °C en julio del 2015, el máximo igual a  
7.37 °C en diciembre del 2023, siendo su valor promedio igual a 4.0

**UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**  
**TESIS**

**RELACIÓN ENTRE LA PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA CON LA  
SUPERFICIE DE LA LAGUNA LAGUNILLAS, SANTA LUCIA – PUNO,  
PERIODO DEL 2013 al 2023**

**PRESENTADA POR:**

**YOVANA JIHUALLANCA PARI**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

:



Mg. JULIO WILFREDO CANO OJEDA

PRIMER MIEMBRO

:



Dr. ESTEBAN ISIDRO LÉON APAZA

SEGUNDO MIEMBRO

:



Mg. KATIA ELIZABETH ANDRADE LINAREZ.

ASESOR DE TESIS

:



M.Sc. FREDY APARICIO CASTILLO SUAQUITA

Área: Ingeniería, Tecnológica.

Sub Área: Ingeniería Ambiental.

Líneas de investigación: Sensores remotos.

Puno, 23 de diciembre del 2024.

## DEDICATORIA

Dedico a mi compañero y padre de mi hijo, tu amor y apoyo ha sido la base de nuestro hogar. Esta investigación es un tributo a la colaboración, paciencia y comprensión que has brindado a lo largo de este viaje académico. Gracias por ser un pilar de fortaleza y un ejemplo para nuestro hijo. Tu presencia en mi vida es un regalo invaluable y este logro es nuestro, en equipo.

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Privada San Carlos – Puno, por acogerme como mi segundo hogar donde recibí las enseñanzas impartidas por los diferentes docentes en los años de estudios, donde se me permitió alcanzar uno de mis objetivos más anhelados.

A la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental por brindarme los conocimientos impartidos en los diferentes años de estudios cursados.

A mi asesor M.Sc. Fredy Aparicio Castillo Suaquita por su compromiso, paciencia y enseñanza incondicional para lograr la elaboración del presente trabajo de investigación

Agradecer a mis jurados:

- Presidente: Mg. Julio Wilfredo Cano Ojeda,
- Primer miembro: Dr. Esteban Isidro León Apaza,
- Segundo miembro: Mg. Katia Elizabeth Andrade Linarez,

Por todos sus aportes para mejorar mi trabajo de investigación.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTOS	2
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE ANEXOS	8
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
INTRODUCCIÓN	11

### CAPÍTULO I

#### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

<b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>13</b>
1.1.1. PROBLEMA GENERAL.	14
1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.	14
<b>1.2. ANTECEDENTES</b>	<b>15</b>
1.2.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.	15
1.2.2. ANTECEDENTES NACIONALES.	16
1.2.3. ANTECEDENTES LOCALES.	17
<b>1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>19</b>
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.	19
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	19

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

<b>2.1. MARCO TEÓRICO</b>	<b>20</b>
2.1.1. Laguna.	20

2.1.2. Teledetección.	20
2.1.3. Índice de agua de diferencia normalizada (NDWI)	21
2.1.4. Sistema de información geográfica.	22
2.1.5. Elementos Climáticos (Temperatura y Precipitación)	22
<b>2.2. MARCO CONCEPTUAL</b>	<b>23</b>
<b>2.3. MARCO NORMATIVO</b>	<b>24</b>
<b>2.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>24</b>
2.3.1 Hipótesis general.	24

### **CAPÍTULO III**

#### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

<b>3.1. ZONA DE ESTUDIO</b>	<b>25</b>
<b>3.2. TAMAÑO DE MUESTRA</b>	<b>26</b>
3.2.1. Población.	26
3.2.2. Muestra.	27
<b>3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS</b>	<b>27</b>
3.3.1. Tipo de investigación.	27
3.3.2. Diseño de investigación.	27
3.3.3. Enfoque de la investigación.	28
3.3.4. Metodología.	28
3.3.5. Técnicas.	29
3.3.6. Instrumentos.	29
<b>3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES</b>	<b>30</b>
<b>3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO</b>	<b>31</b>

### **CAPÍTULO IV**

#### **EXPOSICION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS**

<b>4.1. EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE ACUERDO AL PRIMER OBJETIVO ESPECÍFICO.</b>	<b>32</b>
4.1.1. Análisis de la superficie de la laguna Lagunillas en el periodo del 2013 al	

2023	32
4.1.2. Análisis de la precipitación en la laguna Lagunillas en el periodo del 2013 al 2023	36
4.1.3. Correlación estadística entre la precipitación y la superficie.	37
<b>4.2. EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE ACUERDO AL SEGUNDO OBJETIVO ESPECÍFICO.</b>	<b>39</b>
4.2.1. Análisis de la temperatura de la laguna Lagunillas en el periodo del 2013 al 2023.	39
4.2.3. Correlación estadística entre la temperatura y la superficie	41
<b>4.3. PROCESO DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS</b>	<b>42</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>44</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>45</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>46</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>50</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 01:</b> Operacionalización de variables.	30
<b>Tabla 02:</b> Matriz de correlaciones entre la precipitación y la superficie de la laguna Lagunillas para el periodo del 2013 al 2023.	38
<b>Tabla 03:</b> Matriz de correlaciones entre la temperatura y la superficie de la laguna Lagunillas para el periodo del 2013 al 2023.	41
<b>Tabla 04:</b> Matriz de correlaciones entre la superficie, temperatura y precipitación de la laguna Lagunillas para el periodo del 2013 al 2023.	43

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 01:</b> Comparación de una imagen procesada con NDWI.	21
<b>Figura 02:</b> Ubicación del Distrito de Santa Lucía en el departamento de Puno.	25
<b>Figura 03:</b> Imagen satelital de la Laguna Lagunillas.	26
<b>Figura 04:</b> Evolución del cambio de la superficie de la laguna “Lagunillas” desde el 2013 al 2023.	33
<b>Figura 05:</b> Imagen RGB de la laguna Lagunillas en el mes de septiembre del 2018.	34
<b>Figura 06:</b> Imagen RGB de la laguna Lagunillas en el mes de marzo del 2023.	34
<b>Figura 07:</b> Evolución del cambio de la precipitación en la laguna “Lagunillas” desde el 2013 al 2023.	36
<b>Figura 08:</b> Evolución del cambio de la temperatura en la laguna “Lagunillas” desde el 2013 al 2023.	40

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>Anexo 01:</b> Ficha de registro de datos geoprocesados.	51
<b>Anexo 02:</b> Matriz de Consistencia	52
<b>Anexo 03:</b> Descarga de imágenes de la laguna Lagunillas de la USGC (Earth Explorer) <a href="https://earthexplorer.usgs.gov/">https://earthexplorer.usgs.gov/</a>	53
<b>Anexo 04:</b> Catálogo de imágenes descargadas y el cálculo de la superficie de la laguna Lagunillas.	54
<b>Anexo 05:</b> Archivo en MS Excel proporcionado por el SENAMHI de la Estación de Santa Lucía de Código 115140.	77
<b>Anexo 06:</b> Consolidado del procesamiento de las superficies, precipitación y temperatura en el software SPSS V-25. (Años 2013 al 2023)	78

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de investigación fué determinar la relación de la precipitación y temperatura con la superficie de la laguna Lagunillas, Santa Lucia - Puno, periodo 2013 al 2023, el tipo de investigación es correlacional descriptivo con un diseño no experimental y de enfoque cuantitativo, la muestra estuvo conformada por 132 imágenes satelitales del Landsat 8 descargadas de los catálogos de la USGS correspondientes a cada mes de cada año del periodo del 2013 al 2023, dichas imágenes fueron procesadas con el índice NDWI para detectar los cambios de superficie del agua, obteniendo los siguientes resultados: La relación entre la precipitación y la superficie de la laguna Lagunillas para el periodo 2013 al 2023, es significativa con un p-valor igual a 0.00, alcanzando la precipitación un valor máximo en enero del 2017 con 314.3 [mm], su valor mínimo igual a 0.00 [mm] en junio de 2014, 2015, 2021 y el mes de agosto de 2016, 2017, 2018, 2019 y un valor promedio de 56.22 [mm], la relación entre la temperatura y la superficie de la laguna Lagunillas para el periodo 2013 al 2023, es significativa con un p-valor igual a 0.00, alcanzando la temperatura su valor mínimo igual a  $-0.03$  °C en julio del 2015, el máximo igual a  $7.37$  °C en diciembre del 2023, siendo su valor promedio igual a  $4.04$  °C, por lo que se concluye que la correlación entre la precipitación y la superficie menor que la correlación entre superficie y la temperatura, pues la segunda alcanza un valor de 0.625 (Fuerte) y la primera un valor de 0.492 (Moderada); se debe de manifestar también que en ambos casos el p-valor es igual a 0 y menor a 0.05, lo que significa que existe la suficiente certeza que ambas correlaciones son significativas al 99%.

**Palabras clave:** Laguna, Lagunillas, NDWI, Precipitación, Temperatura.

## ABSTRACT

The objective of this research work was to determine the relationship of precipitation and temperature with the surface of the Lagunillas lagoon, Santa Lucia - Puno, period 2013 to 2023, the type of research is descriptive correlational with a non-experimental design and a quantitative approach, the sample consisted of 132 Landsat 8 satellite images downloaded from the USGS catalogs corresponding to each month of each year from 2013 to 2023, said images were processed with the NDWI index to detect changes in the water surface, obtaining the following results: The relationship between precipitation and the surface of the Lagunillas lagoon for the period 2013 to 2023, is significant with a p-value equal to 0.00, reaching the precipitation a maximum value in January 2017 with 314.3 [mm], its minimum value equal to 0.00 [mm] in June of 2014, 2015, 2021 and the month of August 2016, 2017, 2018, 2019 and an average value of 56.22 [mm], the relationship between the temperature and the surface of the Lagunillas lagoon for the period 2013 to 2023, is significant with a p-value equal to 0.00, reaching the temperature its minimum value equal to  $-0.03^{\circ}\text{C}$  in July 2015, the maximum equal to  $7.37^{\circ}\text{C}$  in December 2023, its average value equal to  $4.04^{\circ}\text{C}$ , therefore it is concluded that the correlation between precipitation and the surface is lower than the correlation between surface and temperature, since the second reaches a value of 0.625 (Strong) and the first a value of 0.492 (Moderate); It should also be noted that in both cases the p-value is equal to 0 and less than 0.05, which means that there is sufficient certainty that both correlations are significant at 99%.

**Keywords:** Laguna, Lagunillas, NDWI, Precipitation, Temperature.

## INTRODUCCIÓN

La reducción en la extensión y volumen de la laguna Lagunillas está provocando una alteración significativa de los procesos hidrológicos y ecológicos del sistema. La disminución de la capacidad de almacenamiento de agua, sumada a la degradación de la calidad del agua, está generando un estrés hídrico sobre los ecosistemas acuáticos y terrestres asociados (Sorrel et al., 2006).

Las poblaciones humanas aguas abajo, como Santa Lucía, Cabanillas y Juliaca, dependen directamente de los servicios ecosistémicos proporcionados por la laguna, por lo que su deterioro representa una amenaza directa para su seguridad hídrica y alimentaria. El cambio climático está intensificando las lluvias y la actividad sísmica en la región, lo que, sumado a la existencia de la represa Lagunillas, pone en peligro a la población y los recursos naturales ante un eventual descontrol del nivel de la laguna (Ibarra & Belmonte, 2017).

Este estudio profundizará en las razones detrás de la disminución de la laguna Lagunillas, un recurso vital para la región. A través de un análisis cuantitativo de diversos factores ambientales, se identificarán las principales causas y se dimensionará su impacto. Los resultados obtenidos nos permitirán diseñar estrategias de adaptación al cambio climático más efectivas y focalizadas (Chirinos, 2021).

Emplearemos técnicas de teledetección y SIG para monitorear de manera precisa y continua la evolución de la laguna.

El desarrollo del presente documento lo hemos dividido en los siguientes apartados:

Capítulo I: Exponemos el problema citando información relevante relacionada a la investigación, luego citamos antecedentes de tipo internacional, nacional y del ámbito local, para al final citar los objetivos del presente trabajo.

Capítulo II: Desarrollamos cada uno de los términos que fundamentan el trabajo desarrollado, para ello se exponen el marco teórico y el conceptual y la normatividad nacional vigente, para al final mencionar las hipótesis de éste trabajo.

Capítulo III: Abarcamos el tema de la forma en la que se desarrolló la investigación a través de la metodología de investigación, presentamos la zona de estudio, la población y la muestra, y la parte estadística de éste trabajo.

Capítulo IV. En éste capítulo se exponen los resultados que se obtuvieron así como de la misma manera se terminan analizando e interpretando cada uno de ellos.

Por último terminamos el presente documento manifestando nuestras apreciaciones de los resultados obtenidos en las conclusiones y recomendamos el punto de vista que nos ofrece el haber realizado éste trabajo.

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los lagos, que constituyen el 67% del agua dulce superficial mundial (Sorrel et al., 2006), principalmente ubicados en altas latitudes y el hemisferio norte, están sufriendo una drástica reducción de su volumen.

Lopez (2016), ejemplifica esta tendencia con la disminución del 95% del Mar de Aral en tan solo 60 años. Las causas de este fenómeno son multifactoriales, incluyendo el cambio climático, la sobreexplotación de los recursos hídricos para la agricultura y la industria, así como la urbanización y la construcción de grandes infraestructuras.

CEPAL (2017) advierte sobre los impactos socioeconómicos derivados de esta problemática, que pueden exacerbar conflictos por el acceso al agua y limitar las oportunidades de desarrollo sostenible.

La disminución de la superficie de los lagos es un fenómeno complejo resultado de la interacción de múltiples factores. La evolución geodinámica del suelo modifica la morfología lacustre, mientras que el cambio climático intensifica la evaporación y altera los patrones de precipitación. A su vez, la actividad antrópica, a través de la extracción de agua, la contaminación y la alteración de los caudales de los ríos, exacerba estos procesos, generando un desequilibrio hidrológico que acelera la desecación de los lagos (Ibarra & Belmonte, 2017).

En el contexto peruano los 12,201 lagos y lagunas (MIDAGRI, 2011), distribuidos en diversas vertientes hidrográficas, están experimentando una reducción progresiva de su

superficie. Esta situación, evidenciada por la disminución perimétrica de 40 m en el lago San Francisco de Huancavelica (MEF, 2019), es atribuible principalmente a la variabilidad climática, caracterizada por menores precipitaciones y mayores temperaturas (Chirinos, 2021). Estos cambios, exacerbados por el cambio climático global, están alterando los ciclos hidrológicos y generando estrés hídrico en ecosistemas acuáticos y poblaciones.

El Gobierno Regional de Puno ha señalado que los lagos ubicados a más de 4500 msnm ya experimentan los efectos de la variabilidad climática (MINAM, 2016).

A este factor se suma la influencia de la actividad humana, que según el Ministerio del Ambiente contribuye a la disminución de los niveles de agua. Como consecuencia, se han observado aumentos en la conductividad eléctrica del agua, reducciones en la actividad turística y disminuciones en la diversidad biológica (MINAM, 2018).

La presa Lagunillas, pieza clave del Proyecto Integral Lagunillas, ha transformado significativamente la región de Puno. Al regular el caudal de la cuenca, ha permitido expandir la frontera agrícola en 30,000 hectáreas y garantizar el abastecimiento de agua potable a importantes centros urbanos. Sin embargo, la interacción entre la superficie de la presa, la precipitación y la temperatura plantea interrogantes cruciales sobre su impacto en los ecosistemas locales y la dinámica hídrica regional. Dada su envergadura, comparable solo a la presa de Poechos con sus 585 millones de metros cúbicos de almacenamiento, es imperativo comprender a fondo estas relaciones para optimizar la gestión del recurso hídrico y mitigar posibles efectos adversos.

#### **1.1.1. PROBLEMA GENERAL.**

¿Cuál es la relación de la precipitación y temperatura con la superficie de la laguna Lagunillas, Santa Lucia - Puno, periodo 2013 al 2023?

#### **1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.**

- ¿Qué relación existe entre la precipitación y la superficie de la laguna Lagunillas del distrito de Santa Lucia - Puno en el periodo 2013-2023?
- ¿Qué relación existe entre la temperatura y la superficie de la laguna Lagunillas del distrito de Santa Lucia - Puno en el periodo 2013-2023?

## 1.2. ANTECEDENTES

### 1.2.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.

Orduz (2018), en un exhaustivo análisis empleando imágenes satelitales Landsat, reveló una preocupante disminución del 2.65% en el espejo de agua del lago Tota durante los años 1989 hasta el 2018, lo que equivale a una pérdida acumulada de 1.5 km<sup>2</sup>. Esta contracción, cuantificada a través del índice NDWI, evidencia la vulnerabilidad del lago ante presiones antropogénicas y climáticas. Los resultados de este estudio subrayan la urgencia de implementar estrategias de gestión integral para mitigar los efectos de la deforestación, la agricultura intensiva y el cambio climático, factores que contribuyen a la disminución del nivel del lago y ponen en riesgo su sostenibilidad a largo plazo.

Martínez y Pinto (2018), realizaron un exhaustivo análisis de la dinámica temporal de la superficie de la Laguna de Suesca, empleando series temporales de imágenes Landsat y el índice NDWI. En la primera fase del análisis (1987-2001), se evidenció una significativa disminución del 48% en la superficie lagunar, atribuible principalmente a una disminución en las precipitaciones y un aumento en la demanda hídrica. Sin embargo, en la segunda fase (2001-2016), se observó un repunte en la superficie del espejo de agua, con un incremento del 10.1%. El análisis de correlación entre las precipitaciones y los cambios en la superficie lagunar ( $r = 0.75$ ) sugiere una fuerte relación entre ambas variables, indicando que las precipitaciones son el principal factor de control de la variabilidad interanual de la extensión del cuerpo de agua.

Aliaga (2020), en un estudio reciente, evaluó el impacto de la variabilidad climática en la evolución temporal de las lagunas de la Región Pampeana, Argentina. Además, se empleó una serie temporal de imágenes Landsat que abarca durante 1960-2010, combinada con datos climáticos obtenidos de la base de datos meteorológica nacional. Los resultados cuantificaron una reducción acumulada de 5257.39 km<sup>2</sup> en la superficie lacustre durante el período analizado. El análisis de correlación reveló una fuerte relación entre la precipitación y los cambios en la superficie de las lagunas. El 60% de las variaciones en la superficie lacustre pueden atribuirse directamente a las variaciones en

la precipitación, lo que evidencia su papel dominante en la dinámica de estos ecosistemas. La temperatura, aunque también influye, presenta una correlación más débil (30%).

Gonzalez (2021), reveló una alarmante disminución del 85.8% en la superficie de los lagos de Michoacán entre 1993 y 2019. A través del análisis de imágenes satelitales Landsat, el estudio cuantificó la drástica pérdida de estos cuerpos de agua, subrayando la crisis hídrica que enfrenta la región. Al correlacionar los cambios lagunares con variables climáticas como temperatura y evaporación, el investigador concluyó que la intensificación del ciclo hidrológico, exacerbada por el cambio climático, es el principal motor de esta preocupante tendencia. La evaporación, en particular, mostró una fuerte asociación (70%) con la reducción de las superficies lagunares, evidenciando el papel crucial de la demanda atmosférica en este fenómeno.

### **1.2.2. ANTECEDENTES NACIONALES.**

Franco y Chambe (2021), revelaron una preocupante disminución de 822.082 hectáreas en la superficie de la laguna Suches, ubicada en la provincia de Tacna, entre 1975 y 2020. Utilizando imágenes satelitales Landsat y el índice NDWI, los investigadores cuantificaron esta retracción, la cual representa una pérdida significativa de este importante ecosistema acuático. Los resultados obtenidos subrayan la urgencia de implementar medidas de conservación y gestión sostenible de los recursos hídricos en la región. Se encontró que el 39% de la variabilidad en la superficie lagunar puede explicarse por cambios a lo largo del tiempo, lo que sugiere una fuerte influencia de factores externos.

Olimber (2022), presenta un análisis exhaustivo de la vulnerabilidad de la cuenca del lago Chinchaycocha-Junín ante la variabilidad climática. Mediante la aplicación del modelo hidrológico SWAT+ y el empleo de datos climáticos de alta resolución provenientes de PISCO y SENAMHI, el estudio revela una estrecha relación entre la precipitación y el caudal de la cuenca. El coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de 0.81 entre estas variables subraya la influencia dominante de la precipitación en la dinámica hidrológica,

especialmente en un contexto de creciente variabilidad climática. Los resultados obtenidos permiten inferir que los eventos extremos de precipitación, comúnmente asociados a fenómenos como El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), ejercen un control significativo sobre los caudales máximos de la cuenca. Por el contrario, los períodos de sequía, caracterizados por una disminución en la precipitación, se traducen en una reducción del caudal y pueden comprometer la disponibilidad de agua para diversos usos.

### **1.2.3. ANTECEDENTES LOCALES.**

Flores et. al (2021), revelan una intrincada relación entre los factores climáticos y la variabilidad espacial de las precipitaciones máximas en la cuenca del Lago Titicaca. Al analizar datos de 29 estaciones meteorológicas y emplear un modelo de regresión regional, los autores desentrañan la heterogeneidad de las precipitaciones, identificando cinco zonas climáticas distintas. Sus resultados subrayan la influencia preponderante de variables como la altitud, longitud y latitud, evidenciando la complejidad de los procesos hidrometeorológicos que moldean los patrones de precipitación en esta región. Estos hallazgos sirven para comprender los riesgos asociados a eventos extremos y para la gestión sostenible de los recursos hídricos en un contexto de cambio climático.

Zubieta et. al (2021) revela un futuro cada vez más árido para el Sistema TDPS, con profundas implicaciones socioeconómicas y ambientales. Al analizar proyecciones climáticas bajo el escenario RCP8.5, los investigadores anticipan un aumento significativo en la frecuencia, intensidad y duración de las sequías meteorológicas, agrícolas e hidrológicas. Estas condiciones extremas tendrán un impacto directo en la agricultura, la producción de alimentos, la disponibilidad de agua para consumo humano y la generación de energía hidroeléctrica, poniendo en riesgo los medios de vida de millones de personas que dependen de los recursos hídricos de esta región. Además, el aumento de la temperatura y la disminución de la precipitación podrían desencadenar procesos de desertificación, pérdida de biodiversidad y migraciones forzadas. Los resultados de este estudio subrayan la urgencia de implementar medidas de adaptación y mitigación para

hacer frente a los efectos del cambio climático en el Sistema TDPS, garantizando así la sostenibilidad de los ecosistemas y el bienestar de las poblaciones locales.

Portillo y Jerson (2021), emplean una metodología rigurosa para evaluar la variabilidad de la sequía en el Lago Titicaca, combinando análisis estadísticos y herramientas de teledetección. La selección de cinco estaciones meteorológicas representativas permite capturar la heterogeneidad espacial de los patrones de precipitación y temperatura. Sin embargo, el limitado número de estaciones y la posible influencia de factores locales pueden limitar la generalización de los resultados a toda la cuenca. Además, los autores reconocen las incertidumbres asociadas a las proyecciones climáticas, que pueden verse afectadas por la calidad de los modelos y la disponibilidad de datos. A pesar de estos desafíos, el estudio de Portillo y Jerson (2021) constituye un primer paso importante para comprender los mecanismos que subyacen a la variabilidad de la sequía en esta región y para evaluar la vulnerabilidad de los sistemas socio-ecológicos.

Porras et al. (2022), realizaron un estudio exhaustivo sobre la variabilidad de la temperatura superficial del agua del lago Titicaca (LSWT) durante el período invernal de 2001 a 2014. Para ello, emplearon imágenes satelitales MODIS, una herramienta invaluable para monitorear grandes cuerpos de agua a escala regional. Los autores se centraron en el producto MOD11A2, el cual proporciona datos de temperatura de la superficie terrestre con una resolución espacial de 1 km. A través del análisis de series temporales y el cálculo del coeficiente de variación, Porras y su equipo determinaron que la LSWT en el lago mayor presentó una estabilidad relativa, con variaciones interanuales menores al 9%. Sin embargo, el análisis de componentes principales reveló una tendencia al calentamiento durante la primera década del siglo XXI, alcanzando su máximo en 2010. Este hallazgo sugiere que el lago Titicaca, uno de los lagos navegables más altos del mundo, no es inmune a los cambios climáticos globales. Los resultados de esta investigación son de gran relevancia para comprender los procesos hidrológicos y ecológicos que ocurren en el lago Titicaca, un ecosistema de gran importancia para la

región andina. Además, estos hallazgos pueden servir como línea base para futuros estudios y monitoreos a largo plazo.

### **1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL.**

Determinar la relación de la precipitación y temperatura con la superficie de la laguna Lagunillas, Santa Lucia - Puno, periodo 2013 al 2023.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- Evaluar la relación entre la precipitación y la superficie de la laguna Lagunillas, Santa Lucia - Puno, periodo 2013 al 2023.
- Evaluar la relación entre la temperatura y la superficie de la laguna Lagunillas, Santa Lucia - Puno, periodo 2013 al 2023.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 2.1. MARCO TEÓRICO

##### 2.1.1. Laguna.

Las lagunas, según Moreno (2020), son cuerpos de agua ubicados en zonas deprimidas del terreno, cuya función principal es almacenar agua. Esta reserva hídrica resulta fundamental para garantizar el abastecimiento de las comunidades rurales durante todo el año, especialmente para sus actividades agrícolas y ganaderas. Además, (Bravo et al., 2008) destacan su importancia para los ecosistemas adyacentes.

##### 2.1.2. Teledetección.

Aprovechando la interacción entre la radiación electromagnética y los diferentes elementos de la superficie terrestre, nos brinda la capacidad de identificar cuerpos de agua como los lagos. Esta técnica se basa en el análisis de imágenes satelitales, donde cada píxel representa un área de la superficie y contiene información sobre la reflectancia de esa zona. Al comparar la reflectancia de los píxeles correspondientes a cuerpos de agua con la de otros elementos del paisaje, es posible identificar y delimitar los lagos con gran precisión (Labrador & Évora, 2012).

En el espectro visible, el agua exhibe un comportamiento caracterizado por la absorción diferencial de la radiación electromagnética. Las longitudes de onda más largas son absorbidas en mayor medida, mientras que las más cortas, particularmente el azul y el verde, son transmitidas o reflejadas. Esta variabilidad espectral está estrechamente relacionada con propiedades intrínsecas del agua como su profundidad, la concentración

de sustancias disueltas y en suspensión (clorofila, material particulado), y las condiciones de la superficie (rugosidad) (Chuvienco, 2001).

### 2.1.3. Índice de agua de diferencia normalizada (NDWI)

El índice NDWI, calculado a partir de las bandas NIR y SWIR, es una herramienta eficaz para mapear cuerpos de agua. Al comparar la reflectancia en estas bandas, el NDWI resalta las superficies hídricas con una firma espectral característica. Sin embargo, para una clasificación más precisa, se recurre a la clasificación supervisada. Esta técnica utiliza áreas de interés previamente identificadas como entrenamiento, lo que permite ajustar los parámetros del NDWI y obtener una delimitación más precisa del lago en estudio (EOS Data Analytic, 2021).



**Figura 01:** Comparación de una imagen procesada con NDWI.

**Fuente:** Extraído de <https://eos.com/es/make-an-analysis/ndwi/>

El índice NDWI, introducido por McFeeters en 1996, se utiliza principalmente hoy en día para detectar y monitorizar cambios sutiles en la cantidad de agua de los cuerpos de agua. Aprovechando las bandas espectrales del infrarrojo cercano y el verde visible, el NDWI puede resaltar las masas de agua en imágenes de satélite. Sin embargo, este índice es sensible a las estructuras construidas, lo que puede llevar a una sobreestimación del tamaño de las masas de agua (EOS Data Analytic, 2021).

## Cálculo del NDWI

La fórmula del NDWI es la siguiente:

$$\text{NDWI} = (\text{Green} - \text{NIR}) / (\text{Green} + \text{NIR})$$

- Para los datos de Landsat 7:

$$\text{NDWI} = (\text{Band 2} - \text{Band 4}) / (\text{Band 2} + \text{Band 4})$$

- Para los datos de Landsat 8:

$$\text{NDWI} = (\text{Band 3} - \text{Band 5}) / (\text{Band 3} + \text{Band 5})$$

- Para los datos de Sentinel-2:

$$\text{NDWI} = (\text{Band 3} - \text{Band 8}) / (\text{Band 3} + \text{Band 8})$$

Los valores de la fórmula NDWI son positivos para las áreas de agua y negativos (o cero) para el suelo y la vegetación terrestre. El agua tiene valores más altos que 0.5, mientras que la vegetación tiene valores mucho más bajos, lo que facilita diferenciar la vegetación de las masas de agua. Los elementos construidos tienen valores positivos entre cero y 0.2. Los valores del NDWI corresponden a los siguientes rangos (EOS Data Analytic, 2021):

- 0,2 – 1 – Superficie del agua,
- 0,0 – 0,2 – Inundación, humedad,
- -0,3 – 0,0 – Sequía moderada, superficies sin agua,
- -1 – -0,3 – Sequía, superficies sin agua

### 2.1.4. Sistema de información geográfica.

Los sistemas de información geográfica (SIG) son plataformas tecnológicas que permiten capturar, almacenar, gestionar, analizar y visualizar datos geográficos. Estos sistemas, que se basan en software especializado como ArcGIS, QGIS y ENVI, son fundamentales para la toma de decisiones en diversas áreas, como el urbanismo, la gestión ambiental y la planificación territorial.

### 2.1.5. Elementos Climáticos (Temperatura y Precipitación)

Los cambios en la superficie lacustre son consecuencia directa de variables meteorológicas como la precipitación, entendida como la deposición de agua atmosférica

en estado líquido o sólido, y la temperatura, que representa la energía cinética promedio de las moléculas de aire. Estos factores inciden en el balance hídrico del lago, regulando procesos como la escorrentía, la infiltración y la evapotranspiración (Polanco, 2017).

La variabilidad interanual de temperatura y precipitación en los sistemas hídricos del Hemisferio Norte está fuertemente influenciada por teleconexiones atmosféricas originadas en el Pacífico, como la Oscilación Decadal del Pacífico y ENOS. Estos mecanismos de forzamiento externo modulan las propiedades térmicas y biogeoquímicas de los lagos, sincronizando sus respuestas a escala regional (Pham et al., 2008). El cambio climático, superpuesto a esta variabilidad natural, intensifica estos efectos y puede alterar los regímenes hidrológicos a largo plazo.

## 2.2. MARCO CONCEPTUAL

**Laguna.** Las lagunas, son cuerpos de agua ubicados en zonas deprimidas del terreno, cuya función principal es almacenar agua (Moreno, 2020).

**NDWI.** El índice de agua de diferencia normalizada, calculado a partir de las bandas NIR y SWIR, es una herramienta eficaz para mapear cuerpos de agua. Al comparar la reflectancia en estas bandas, el NDWI resalta las superficies hídricas con una firma espectral característica (EOS Data Analytic, 2021),

**Fórmula para el cálculo de NDWI.** La fórmula del NDWI es la siguiente:  $NDWI = (Green - NIR)/(Green + NIR)$ ; Para los datos de Landsat 8:  $NDWI = (Band\ 3 - Band\ 5)/(Band\ 3 + Band\ 5)$  (EOS Data Analytic, 2021).

**SIG.** Los sistemas de información geográfica (SIG) son plataformas tecnológicas que permiten capturar, almacenar, gestionar, analizar y visualizar datos geográficos. Estos sistemas, que se basan en software especializado como ArcGIS, QGIS y ENVI Chuvieco, 2001).

**Temperatura y precipitación.** Los cambios en la superficie lacustre son consecuencia directa de variables meteorológicas como la precipitación, entendida como la deposición de agua atmosférica en estado líquido o sólido, y la temperatura, que representa la energía cinética promedio de las moléculas de aire (Polanco, 2017).

## 2.3. MARCO NORMATIVO

- **Decreto Ley 20643 (1974):** Ley fundacional que establece los primeros lineamientos para la investigación y desarrollo aeroespacial en el país.
- **Ley Nº 29605 (2009):** Reestructuración del sector defensa y consolidación de la CONIDA como organismo adscrito al Ministerio de Defensa.
- **Ley Nº 28799 (2007):** Impulso a la utilización de tecnologías espaciales para el desarrollo nacional, con un enfoque en la gestión de imágenes satelitales.
- **Decreto Supremo Nº 004-2013:** Alineación de las actividades de la CONIDA con las políticas generales de modernización del Estado peruano.

## 2.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

### 2.3.1 Hipótesis general.

La precipitación y temperatura se relacionan significativamente con la superficie de la laguna Lagunillas del distrito de Santa Lucia - Puno en el periodo 2013-2023.



### 3.2. TAMAÑO DE MUESTRA

#### 3.2.1. Población.

La población es el conjunto total del elemento en estudio (Hernández et al., 2014). En el contexto de esta investigación, la población se define como la totalidad de la superficie de la laguna Lagunillas, que abarca aproximadamente 66 km<sup>2</sup>. Esta laguna se encuentra ubicada en una región geográfica particular, caracterizada por un clima y ecosistema únicos, lo que la convierte en un área de gran relevancia ecológica y científica.

En resumen, la población de esta investigación abarca la totalidad de la superficie de la laguna Lagunillas, cuyas características geográficas, ecológicas y dinámicas presentan desafíos metodológicos, los cuales se han abordado desde su tamaño medido en superficie y relacionada con la temperatura y la precipitación que ocurre en éste medio ambiente.



**Figura 03:** Imagen satelital de la Laguna Lagunillas.

**Fuente:** Google maps.

### **3.2.2. Muestra.**

La elección de este tipo de muestreo no probabilístico se fundamenta en que el objetivo principal del estudio es realizar un análisis exhaustivo de las transformaciones físicas y ambientales que ha experimentado la laguna Lagunillas a través del tiempo. Al tomar en cuenta la totalidad de su superficie, el investigador podrá obtener datos más completos y representativos que le permitan comprender a cabalidad la dinámica y evolución de este ecosistema acuático.

El muestreo aplicado es de tipo no probabilístico, el cual permite coger la muestra más factible y a conveniencia del investigador (Hernández y Baptista, 2014), con relación a ello, la muestra de la investigación resulta ser toda la superficie de la laguna Lagunillas; porque, es la forma más adecuada de medir los cambios superficiales del lago. En la figura 2, se observa el plano de ubicación de la laguna Lagunillas cuyas características son las siguientes

- Longitud 18,6 km
- Ancho máximo 5,8 km
- Superficie 66 km<sup>2</sup>
- Profundidad Máxima: 47,6 m

## **3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS**

### **3.3.1. Tipo de investigación.**

Correlacional - Descriptivo, debido a que se busca establecer una relación matemática entre las dos variables de investigación, y los resultados se describirán tanto en comportamiento como significancia.

### **3.3.2. Diseño de investigación.**

Esta investigación no implica experimentación, ya que no se modifican las variables de estudio. En otras palabras, no se realizan intervenciones o manipulaciones durante el proceso de investigación, por lo tanto no es experimental.

### 3.3.3. Enfoque de la investigación.

Nuestro estudio adopta un enfoque cuantitativo, ya que nuestros objetivos se enfocan en datos numéricos. Los resultados que buscamos, como la correlación y las tendencias, se expresan en términos matemáticos..

### 3.3.4. Metodología.

- **Para el cumplimiento del primer y segundo objetivo específico.**

Para el análisis espacial se determinó la superficie de la Laguna Lagunillas expresada en km<sup>2</sup>, se utilizó las imágenes del satélite Landsat en su versión 8, debido, que es el satélite de acceso libre y de mayores datos temporales (USGS, 2021), la descarga de las imágenes se permitió mediante la página oficial del Servicio Geológico de Estados Unidos USGS (<https://earthexplorer.usgs.gov/>).

Primero determinaremos la superficie de la laguna “Lagunillas”, para ello emplearemos la técnica empleada para la obtención de la magnitud de la superficie de la laguna Lagunillas en los años de estudio, es la observación directa no experimental (teleobservación). Para la determinación de dicha superficie se utilizará la fórmula del Índice Diferencial de Agua Normalizado (NDWI), ya que es el medio para identificar y obtener los datos superficiales del lago (Earth Observing System, 2021). Para ello, se requerirá de utilizar los softwares especializados como: Arcgis, Envi y Qgis, medios que permitieron medir y extraer la información geoespacial.

Posteriormente se obtendrán los valores de temperatura y la precipitación de las estaciones meteorológicas del Senamhi ubicadas en el distrito de Santa Lucía, cuyo código es: 115140 y es de tipo convencional meteorológico.

Por último se aplicará la correlación de Pearson para determinar la relación entre los datos de la superficie y la temperatura, y luego de la superficie y la precipitación, estableciendo el nivel de significancia de la correlación y también su dirección.

### **3.3.5. Técnicas.**

Las técnicas a utilizar será el NDWI (Índice Diferencial de Agua Normalizado), el cual permitirá la determinación de la superficie de la laguna “Lagunillas”, para cada una de las imágenes satelitales sobre la cual se va aplicar.

### **3.3.6. Instrumentos.**

El instrumento para la recolección de la información se realizará mediante la Ficha de registro de datos geoprocesados (Ver Anexo 01), cuyo atributos se describen a continuación:

- Año: Es el año del cual se analiza la información.
- Superficie de la Laguna: Expresada en m<sup>2</sup> (para una mejor precisión), expresa la superficie del cuerpo de agua.
- Precipitación: Expresada en mm ó que es lo mismo litro/metro cuadrado, la precipitaciones mensuales se ha calculado sumando las precipitaciones diarias.
- Temperatura: Expresada en grados centígrados.

### 3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

**Tabla 01:** Operacionalización de variables.

Variable	Definición	Indicador o definición operativa	Escala de medición	Categoría y valores
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>	Definido como la interrelación entre las variables climáticas (humedad, precipitación, temperatura, presión y viento) presentes en una unidad territorial, a un determinado tiempo (Villar, 2019).	Precipitación mensual Temperatura promedio mensual	mm °C	Numérico Numérico
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>				
<b>E:</b>	Es un cuerpo de agua formado por precipitación o escorrentía pluvial en terrenos con depresiones.	Superficie	Km <sup>2</sup>	Numérico

### 3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO

De acuerdo al tipo de investigación que corresponde a nuestro trabajo, se ha determinado utilizar un análisis estadístico no experimental descriptivo correlacional, el cual nos permitirá obtener la siguiente información de cada una de la información recolectado, por ello se aplicará la estadística descriptiva, haciendo uso de la media aritmética para calcular los promedios mensuales de precipitación y temperatura a partir de información diaria de los datos. Con los valores obtenidos se construirá una tabla que nos permitirá ver en resumen los promedios de temperatura y precipitación los cuales serán emparejados con información sobre el área de la laguna Lagunillas.

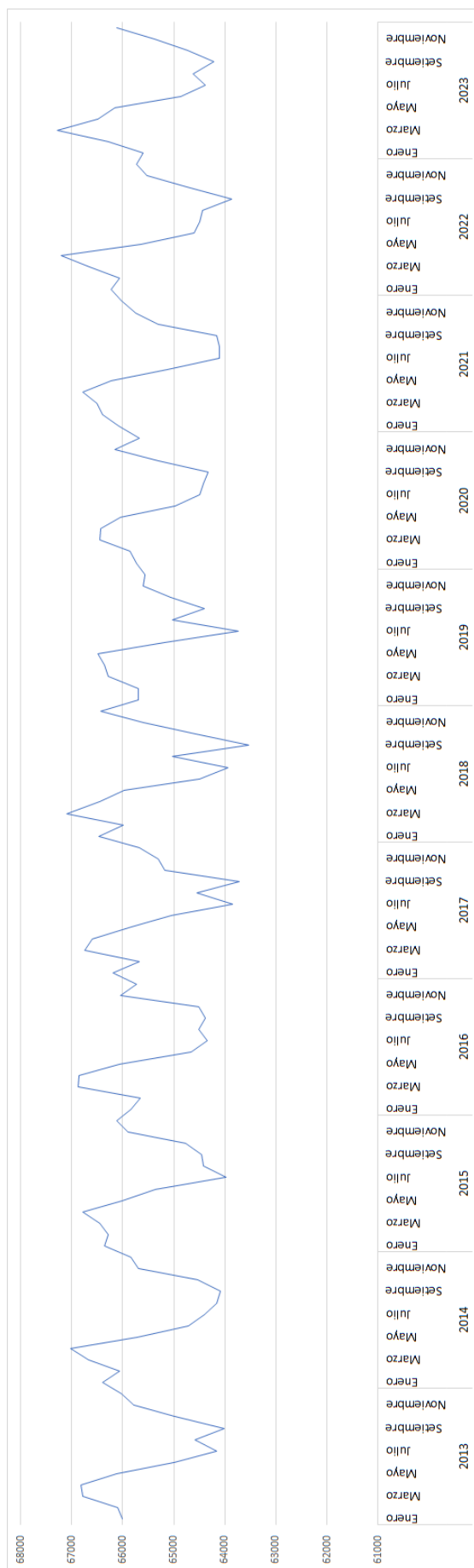
## **CAPÍTULO IV**

### **EXPOSICION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS**

#### **4.1. EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE ACUERDO AL PRIMER OBJETIVO ESPECÍFICO.**

En el presente apartado se detalla la evaluación de la relación entre la precipitación y la superficie de la laguna Lagunillas, Santa Lucia - Puno, periodo 2013 al 2023.

##### **4.1.1. Análisis de la superficie de la laguna Lagunillas en el periodo del 2013 al 2023**



**Figura 04:** Evolución del cambio de la superficie de la laguna “Lagunillas” desde el 2013 al 2023.

Como puede apreciarse en la figura 04, la laguna Lagunillas ha presentado un máximo valor de superficie igual a (67,276 m<sup>2</sup> en el mes de marzo de 2023 (Ver figura 06), éste valor puede estar vinculado al final de la temporada de lluvias en la región del Altiplano, cuando las precipitaciones alcanzan su punto más alto. Este fenómeno incrementa el aporte de agua a los cuerpos hídricos, expandiendo su superficie, el valor mínimo iguala 63,541 m<sup>2</sup> se dió en septiembre de 2018 (Ver figura 05), mes típico de la temporada seca en los Andes, donde la disminución de lluvias y una mayor evaporación contribuyen a la reducción de los niveles de agua en las lagunas. Este comportamiento es común en cuerpos de agua que dependen exclusivamente de precipitaciones estacionales.

Se debe destacar que el valor promedio de la superficie de la laguna Lagunillas entre el 2013 al 2023 es 65,476.74 m<sup>2</sup>, éste valor promedio indica la tendencia general de la laguna a lo largo de los años. Aunque representa un indicador estable, las variaciones máximas y mínimas muestran la sensibilidad de la laguna a cambios climáticos o hidrológicos.



**Figura 05:** Imagen RGB de la laguna Lagunillas en el mes de septiembre del 2018.



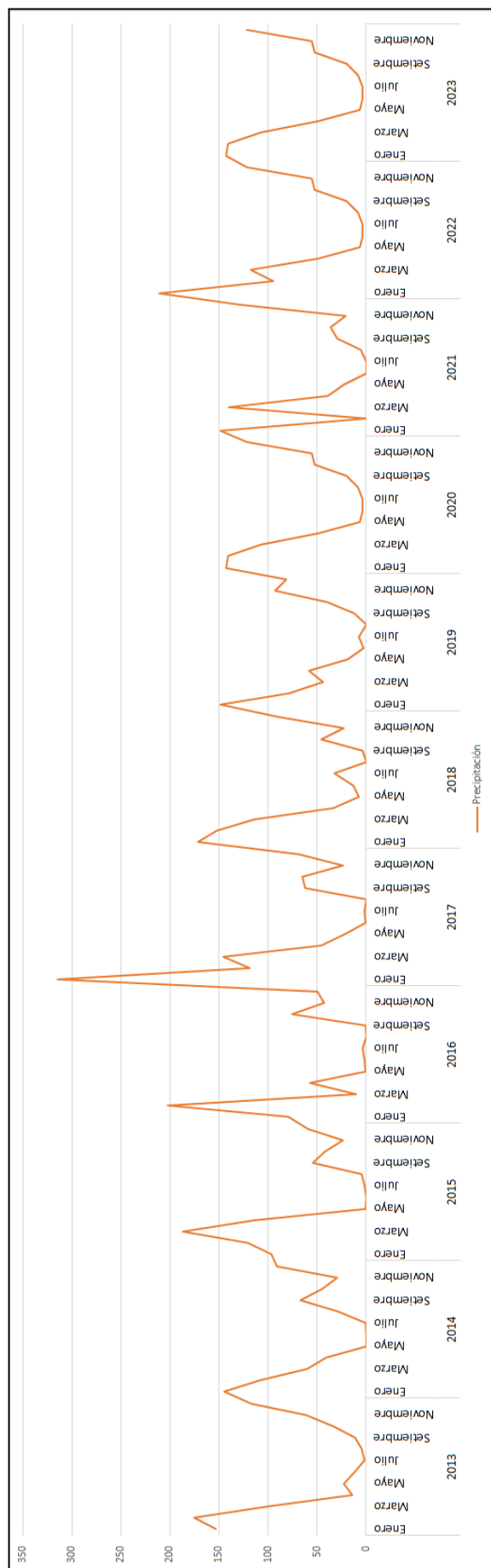
**Figura 06:** Imagen RGB de la laguna Lagunillas en el mes de marzo del 2023.

Entre la figura 05 (mínima superficie) y la figura 06 (máxima superficie), se puede notar un detalle (flecha roja) en el lugar que atraviesa la carretera Arequipa Puno (puente) en la figura 04 el cuerpo de agua es muy delgada, pues en ésta época la laguna no llega a sobrepasar o rebasar el puente, sin embargo en la figura 06 se nota que es más gruesa el cuerpo de agua, pues la laguna sobrepasa al puente.

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Si bien en todos los casos de los antecedentes de la presente investigación se observa resultados donde las laguna y lagos analizados en un periodo de tiempo, su superficie disminuyen, tenemos a los resultados de Gonzalez (2021) quien ha revelado una alarmante disminución del 85.8% en la superficie de los lagos de Michoacán entre 1993 y 2019, pues prácticamente predice su desaparición, pues comparados con nuestros resultados destacan variaciones en los cuerpos de agua, la diferencia principal radica en la naturaleza de los cambios. Mientras que la laguna Lagunillas muestra variaciones cíclicas naturales, los lagos de Michoacán evidencian una tendencia preocupante de pérdida permanente. Esto subraya la importancia de monitorear, gestionar y preservar los recursos hídricos bajo un enfoque integral que contemple tanto las dinámicas naturales como las presiones antropogénicas.

#### 4.1.2. Análisis de la precipitación en la laguna Lagunillas en el periodo del 2013 al 2023



**Figura 07:** Evolución del cambio de la precipitación en la laguna “Lagunillas” desde el 2013 al 2023.

La información de la figura 04 sobre las precipitaciones en la laguna Lagunillas, considerando el periodo de 2013 a 2023, refleja una dinámica clara de variabilidad climática, marcada por la estacionalidad característica del Altiplano peruano. A continuación, se analizan los datos reportados:

- Máximo de precipitación (314.3 mm en enero de 2017): Este valor corresponde al periodo de lluvias más intenso en la región andina, típico del verano austral (diciembre a marzo). Durante este tiempo, el fenómeno de las lluvias es fundamental para el mantenimiento de los cuerpos de agua superficiales, como lagunas y ríos. El 2017 pudo estar influenciado por patrones climáticos específicos, como un Niño Costero moderado, que generó lluvias excepcionales en varias zonas del Perú.

- Mínimo de precipitación (0 mm en varios meses): La ausencia de lluvias registrada en junio y agosto de distintos años es típica de la estación seca, donde la precipitación es prácticamente nula. Estos meses coinciden con el invierno andino, caracterizado por cielos despejados y escasas precipitaciones debido a la estabilidad atmosférica.
- Promedio de precipitación (56.22 mm): Este valor, calculado para el periodo de 10 años, muestra que la precipitación promedio anual es relativamente baja, lo que indica un ambiente semiárido típico de la región del Altiplano. Sin embargo, el promedio oculta la alta variabilidad entre las estaciones lluviosas y secas.

## **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

De todos los antecedentes de la presente investigación tenemos a Aliaga (2020), quien ha determinado una relación casi dependiente de la precipitación con la superficie de la laguna en Pampaneá en Argentina, si bien los resultados presentados en esta investigación y los del investigador en comparación, destacan la importancia de las precipitaciones en la dinámica de cuerpos de agua superficiales, pero desde enfoques diferentes: en la Región Pampeana, el enfoque es a largo plazo y cuantifica la pérdida acumulada de agua, mostrando una relación más clara con el cambio climático, en la región andina, se resalta la alta estacionalidad (lluvias en diciembre a enero) y los eventos extremos (inundaciones) como factores clave.

### **4.1.3. Correlación estadística entre la precipitación y la superficie.**

**Tabla 02:** Matriz de correlaciones entre la precipitación y la superficie de la laguna Lagunillas para el periodo del 2013 al 2023.

		Precipitación	Superficie
Precipitación	Correlación de Pearson	1	,492**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	132	132
Superficie	Correlación de Pearson	,492**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	132	132

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

De acuerdo a la tabla 02, vemos que el coeficiente de correlación de Pearson entre la precipitación y la superficie de la laguna Lagunillas para el periodo del 2013 al 2023 es igual a 0.492 con un p-valor igual a 0.000; el coeficiente de correlación (0.492) coeficiente indica una correlación positiva moderada entre la precipitación y la superficie de la laguna; ésto sugiere que, en general, un aumento en la precipitación está asociado con un incremento en la superficie de la laguna, pero la relación no es muy fuerte. Otros factores pueden estar influyendo en la superficie de la laguna, como la evaporación, el uso humano del agua o características del terreno que afectan el almacenamiento hídrico. En el caso del p-valor (0.000) éste valor indica que la correlación observada es estadísticamente significativa. Es decir, existe evidencia suficiente para afirmar que la relación entre precipitación y superficie no es producto del azar.

La significancia estadística refuerza la confianza en la validez del resultado, especialmente considerando un período de 10 años.

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Un valor interesante a destacar lo encontramos en la investigación de Martínez y Pinto (2018) en su trabajo sobre la dinámica temporal de la superficie de la Laguna de Suesca, empleando series temporales

## **4.2. EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE ACUERDO AL SEGUNDO OBJETIVO ESPECÍFICO.**

En el presente apartado se detalla la evaluación de la relación entre la temperatura y la superficie de la laguna Lagunillas, Santa Lucia - Puno, periodo 2013 al 2023, quien ha determinado una correlación igual a 0.75 siendo mayor que los hallados en la presente investigación, pues si bien los resultados de la presente investigación capturan una relación más general o indirecta, mientras que el es más representativo de las condiciones específicas, también algo a destacar es el period de tiempo (1987-2001), lo cual podría indicar que en periodos anteriores la correlación sería más elevada, sin embargo, podría haber diferencias en la metodología utilizada para calcular este coeficiente, como la inclusión de diferentes periodos, estacionalidades o niveles de detalle en los datos.

### **4.2.1. Análisis de la temperatura de la laguna Lagunillas en el periodo del 2013 al 2023.**



**Figura 08:** Evolución del cambio de la temperatura en la laguna “Lagunillas” desde el 2013 al 2023.

El análisis de la evolución de la temperatura promedio mensual en la laguna Lagunillas entre 2013 y 2023, con valores extremos y un promedio anualizado, ofrece una perspectiva de la dinámica térmica en este ecosistema. Los resultados indican una relación clara con las características climáticas y ambientales de la región del Altiplano.

- Máxima temperatura promedio mensual (7.37 °C en diciembre de 2023): Este pico de temperatura se da durante el verano austral, coincidiendo con la temporada de lluvias en la región del Altiplano, las temperaturas más altas suelen ser moduladas por una mayor nubosidad y actividad atmosférica que disminuyen las oscilaciones térmicas extremas típicas de zonas de alta montaña.
- Mínima temperatura promedio mensual (-0.03 °C en julio de 2015): Este dato refleja el invierno característico del Altiplano, donde las bajas temperaturas son exacerbadas por la ausencia de nubosidad y el enfriamiento nocturno. Aunque no alcanza valores extremos

de congelación, evidencia las condiciones climáticas frías propias de la región.

- Temperatura promedio mensual (4.04 °C): Este promedio sugiere un clima predominantemente frío a lo largo del año, consistente con la altitud elevada y la latitud de la laguna Lagunillas.

#### 4.2.3. Correlación estadística entre la temperatura y la superficie

**Tabla 03:** Matriz de correlaciones entre la temperatura y la superficie de la laguna Lagunillas para el periodo del 2013 al 2023.

		Superficie	Temperatura
Superficie	Correlación de Pearson	1	,625**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	132	132
Temperatura	Correlación de Pearson	,625**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	132	132

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

El resultado obtenido mostrado en la tabla 03, con un coeficiente de correlación de Pearson de 0.625 y un p-valor igual a 0.000, entre la temperatura y la superficie de la laguna Lagunillas en el periodo 2013-2023, tiene implicaciones significativas tanto estadística como ambientalmente. A continuación se analizan los datos:

- **Coefficiente de correlación (0.625):** Este valor indica una correlación positiva moderada-alta entre la temperatura y la superficie de la laguna. Es decir, a medida que la temperatura aumenta, también tiende a aumentar la superficie de la laguna, o viceversa. Aunque la relación no es perfectamente lineal, existe una tendencia clara entre ambas variables.
- **p-valor (0.000):** Este valor es extremadamente bajo, lo que indica que la correlación es estadísticamente significativa. Esto significa que es muy poco probable que la relación observada sea producto del azar.
- **Relación temperatura-superficie:**

- El aumento de temperatura podría influir en procesos como la **fusión de glaciares cercanos** o el incremento de precipitaciones líquidas en lugar de sólidas (nieve), lo cual podría aumentar la superficie de la laguna.
- Por otro lado, la disminución de temperatura podría estar asociada con mayor congelación superficial y reducción de entrada de agua líquida, disminuyendo la superficie.

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados de Porras et al. (2022), quienes realizaron un estudio exhaustivo sobre la variabilidad de la temperatura superficial del agua del lago Titicaca (LSWT) durante el período invernal de 2001 a 2014, pues ellos indican que el lago mayor presentó una estabilidad relativa, con variaciones interanuales menores al 9%, es decir la temperatura no influencia mucho en éste cuerpo de agua, sin embargo en la presente investigación se destaca un Coeficiente de correlación igual a 0.625,  $r$  que es moderadamente alto, indicando que si hay una dependencia entre las variables temperatura y el cuerpo de agua del Lago Titicaca.

### 4.3. PROCESO DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS

Conforme a lo planteado: La precipitación y temperatura se relacionan significativamente con la superficie de la laguna Lagunillas del distrito de Santa Lucia - Puno en el periodo 2013-2023.

Formulamos la Hipótesis Nula:

$H_0$  = La precipitación y temperatura no se relacionan significativamente con la superficie de la laguna Lagunillas del distrito de Santa Lucia - Puno en el periodo 2013-2023.

Formulamos la Hipótesis Alterna:

$H_1$  = La precipitación y temperatura se relacionan significativamente con la superficie de la laguna Lagunillas del distrito de Santa Lucia - Puno en el periodo 2013-2023.

**Tabla 04:** Matriz de correlaciones entre la superficie, temperatura y precipitación de la laguna Lagunillas para el periodo del 2013 al 2023.

		<b>Superficie</b>	<b>Temperatura</b>	<b>Precipitación</b>
<b>Superficie</b>	Correlación de Pearson	1	,625**	,492**
	Sig. (bilateral)		,000	,000
	N	132	132	132
<b>Temperatura</b>	Correlación de Pearson	,625**	1	,710**
	Sig. (bilateral)	,000		,000
	N	132	132	132
<b>Precipitación</b>	Correlación de Pearson	,492**	,710**	1
	Sig. (bilateral)	,000	,000	
	N	132	132	132

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

De acuerdo a los resultados obtenidos en la Tabla 04: dicha información permite comparar las correlaciones entre la superficie, temperatura y precipitación, pues de acuerdo a nuestros resultados se observa que la correlación entre la precipitación y la superficie es más débil que la correlación entre superficie y la temperatura, pues la segunda alcanza un valor de 0.625 (Fuerte) y la primera un valor de 0.492 (Moderada); se debe de manifestar también que en ambos casos el p-valor es igual a 0 y menor a 0.05, lo que significa que existe la suficiente certeza que ambas correlaciones son significativas al 99%, por lo que se **rechaza la  $H_1$**  y se acepta la  $H_0$ .

## CONCLUSIONES

**PRIMERA:** La relación de la precipitación y temperatura con la superficie de la laguna Lagunillas de Santa Lucia - Puno en el periodo 2013 al 2023, se determinó mediante el coeficiente de correlación de Pearson, obteniéndose un valor de 0.492 (Moderada) para la precipitación y la superficie, mientras que para la temperatura y superficie una valor de 0.625 (Fuerte), concluyendo que la superficie de la laguna Lagunillas se relaciona estadísticamente de mejor manera con la temperatura; se debe de manifestar también que en ambos casos el p-valor es igual a 0 y menor a 0.05, lo que significa que existe la suficiente certeza que ambas correlaciones son significativas al 99%.

**SEGUNDA:** La relación entre la precipitación y la superficie de la laguna Lagunillas, Santa Lucia - Puno, periodo 2013 al 2023, es significativa con un p-valor igual a 0.00, alcanzando la precipitación un valor máximo en enero del 2017 con 314.3 [mm], su valor mínimo igual a 0.00 [mm] en junio de 2014, 2015, 2021 y el mes de agosto de 2016, 2017, 2018, 2019 y un valor promedio de 56.22 [mm]

**TERCERA:** La relación entre la temperatura y la superficie de la laguna Lagunillas, Santa Lucia - Puno, periodo 2013 al 2023, es significativa con un p-valor igual a 0.00, alcanzando la temperatura su valor mínimo igual a  $-0.03$  °C en julio del 2015, el máximo igual a  $7.37$  °C en diciembre del 2023, siendo su valor promedio igual a  $4.04$  °C.

## RECOMENDACIONES

- A los investigadores de áreas afines, aunque se identificó una correlación más fuerte entre la temperatura y la superficie, se recomienda incluir otras variables como la velocidad del viento, la radiación solar y la evapotranspiración para comprender integralmente los factores que afectan la dinámica de la laguna, dividiendo el análisis en estaciones o períodos específicos para explorar cómo varía la correlación entre la precipitación, la temperatura y la superficie a lo largo del año.
- Al SENAMHI establecer estaciones de monitoreo en tiempo real para obtener datos más detallados y evitar lagunas temporales en las mediciones de precipitación, explorando cómo los niveles freáticos y los aportes subterráneos de agua pueden estar relacionados con la superficie de la laguna durante periodos de baja precipitación.
- A los ambientalistas preocupados por el tema del estrés hídrico diseñar experimentos para calcular las tasas de evaporación en diferentes niveles de temperatura y así cuantificar su impacto directo en la superficie de la laguna, analizando más profundamente los efectos de los valores extremos de temperatura, tanto los mínimos como los máximos, en el balance hídrico de la laguna.
- A las autoridades de la región de Puno, basándose en estas relaciones, implementar estrategias de conservación que incluyan planes de manejo adaptativo, enfocándose en la mitigación del cambio climático y la protección de recursos hídricos en la región de Puno, utilizando modelos climáticos para proyectar cómo el cambio climático podría influir en estas relaciones, ayudando a prever escenarios futuros para la laguna.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aliaga, V. S. (2020). Variabilidad climática de la Región Pampeana y su efecto sobre las lagunas de la región. *Huellas*, 24(1), Article 1.
- AQUAE. (2022). *El ciclo del agua, un viaje con retorno*.  
<https://www.fundacionaquae.org/wiki/el-ciclo-del-agua-un-viaje-con-retorno/>
- Bravo Espinosa, M., García Oliva, F., Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIES, UNAM), Ríos Patrón, E., & Unidad de Planeación y Política Ambiental, SEMARNAT Michoacán. (2008). *La cuenca del lago de Cuitzeo: Problemática, perspectivas y retos hacia su desarrollo sostenible*. Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental. <https://doi.org/10.22201/ciga.9789707035782p.2008>
- CEPAL. (2017). *Daño y pérdida de biodiversidad*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.  
<https://www.cepal.org/es/temas/biodiversidad/perdida-biodiversidad>
- Chirinos, R. (2021). *Efectos económicos del cambio climático en el Perú* (Banco Central de Reserva del Perú). Serie de Documentos de Trabajo Working Paper series.  
<https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Documentos-de-Trabajo/2021/documento-de-trabajo-009-2021.pdf>
- Chuvieco, E. (2001). *Fundamentos de teledetección espacial* (1. ed). Ediciones Rialp.
- EOS Data Analytics. (2021, septiembre 29). *NDWI: Fórmula Del Índice E Interpretación De Valores*. <https://eos.com/es/make-an-analysis/ndwi/>
- Flores-Condori, E., Flores-Quispe, E. L., & Morales-Aranibar, L. (2021). Influencia de factores climáticos en la regionalización de precipitaciones máximas en la vertiente del Lago Titicaca. *Manglar*, 18(1), Article 1.  
<https://doi.org/10.17268/manglar.2021.004>
- Franco, M., & Chambe, J. (2021). Análisis multitemporal de la laguna Suches y del vigor de la vegetación del bofedal de Huaytire, Tacna. *Ciencia & Desarrollo*, 20, 27-39.  
<https://doi.org/10.33326/26176033.2021.1.1106>

- Gonzales, C. (2021). *Análisis temporal de las lagunas de Michoacán mediante teledetección*. Universidad Michoacán de San Nicolás de Hidalgo.
- Ibarra, D., & Belmonte, F. (2017). *Comprendiendo el litoral: Dinámica y procesos* (Ediciones de la Universidad de Murcia).  
<https://www.age-geografia.es/site/wp-content/uploads/2017/12/IbarraBelmonte.pdf>
- Labrador, M., & Évora, J. (2012). *Satélites de teledetección para la gestión del territorio*. Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Aguas del Gobierno de Canarias.
- López, M. (2016). *La historia más triste de todos los mares: Aral* (Geografía Física, Geopolítica).  
<https://www.geografiainfinita.com/2016/05/la-historia-mas-triste-de-todos-los-mares-aral/>
- Martínez Arevalo, D., & Pinto, D. (2018). *Evaluación de la pérdida del espejo de agua en la Laguna de Suesca a través de imágenes satelitales* [Universidad de la Salle].  
[https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_ambiental\\_sanitaria/758/](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/758/)
- MEF. (2019). *Plan Nacional de INFRAESTRUCTURA para la COMPETITIVIDAD*. Ministerio de Economía y Finanzas.  
[https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv\\_privada/planes/PNIC\\_2019.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_privada/planes/PNIC_2019.pdf)
- Melo, & Camacho. (2005). *Mapa de Cobertura de la Tierra Cuenca Magdalena-Cauca, Metodología Corine Land Cover Adaptada para Colombia*.  
<http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/metodologia-corine-land-cover>
- MIDAGRI. (2011). *Diagnóstico y Plan de Gestión de los Recursos Hídricos en la Cuenca de Madre de Dios – Fase I*.  
<https://www.midagri.gob.pe/portal/42-sector-agrario/recurso-agua/326-lagunas>
- MINAM. (2016). *Alarma por disminución de lagunas en Castrovirreyna*.  
<https://diariocorreo.pe/peru/alarma-por-disminucion-de-lagunas-en-castrovirreyna-648370/>
- MINAM. (2018). *Ministerio del Ambiente—MINAM*. <https://www.gob.pe/minam>
- Moreno, H. (2020). *Estudio sobre la definición de algunos términos geográficos, lago y*

- laguna*. (Artículo del Boletín de la Sociedad Geográfica de Colombia).  
[https://sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/MORENO%201953.%20Lago%20y%20laguna.pdf](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/MORENO%201953.%20Lago%20y%20laguna.pdf)
- Ochoa, P., & Jerson, L. (2021). Variabilidad espacial y temporal de la sequía meteorológica en el lago Titicaca al 2030. *Repositorio Institucional - UCV*.  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/62008>
- Olimber, H. (2022). *Simulación del impacto de la variabilidad climática sobre el comportamiento hidrológico de la cuenca del lago Chinchaycocha – Junín*.  
<https://repositorio.ucss.edu.pe/handle/20.500.14095/1579>
- Ordúz Ramírez, R. A. (2018). *Análisis multitemporal del espejo de agua del lago de Tota ubicado en el departamento de Boyacá, para los años 1989, 2001 y 2018*.  
<http://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/17668>
- Pham, S., Leavitt, P., & McGowan, S. (2008). *Spatial variability of climate and land-use effects on lakes of the northern Great Plains*.  
[https://www.researchgate.net/publication/235553984\\_Spatial\\_variability\\_of\\_climate\\_and\\_land-use\\_effects\\_on\\_lakes\\_of\\_the\\_northern\\_Great\\_Plains](https://www.researchgate.net/publication/235553984_Spatial_variability_of_climate_and_land-use_effects_on_lakes_of_the_northern_Great_Plains)
- Polanco, D. (2017). *Temperatura: Definición, medición y escalas—Naturaleza y ecología*.  
<https://naturaleza.animalesbiologia.com/atmosfera/temperatura-definicion-medicion-escalas>
- Porras, C. A. V., Aguirre, C., Rejas, M. A. C., & Salinas, J. B. G. (2022). Variabilidad interanual de la temperatura superficial del lago Titicaca usando imágenes MODIS del invierno (2001-2014). *Revista de Investigación de Física*, 25(1), Article 1.  
<https://doi.org/10.15381/rif.v25i1.21030>
- Sorrel, P., Popescu, S.-M., Head, M. J., Suc, J. P., Klotz, S., & Oberhänsli, H. (2006). Hydrographic development of the Aral Sea during the last 2000 years based on a quantitative analysis of dinoflagellate cysts. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 234(2), 304-327. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2005.10.012>
- Zubieta Barragán, R., Molina-Carpio, J., Laqui, W., Sulca Jota, J. C., & Ilbay, M. (2021).

*Impactos del cambio climático en diferentes tipos de sequías en la cuenca del Titicaca.* <http://hdl.handle.net/20.500.12816/5336>

## ANEXOS

**Anexo 01:** Ficha de registro de datos geoprocesados.

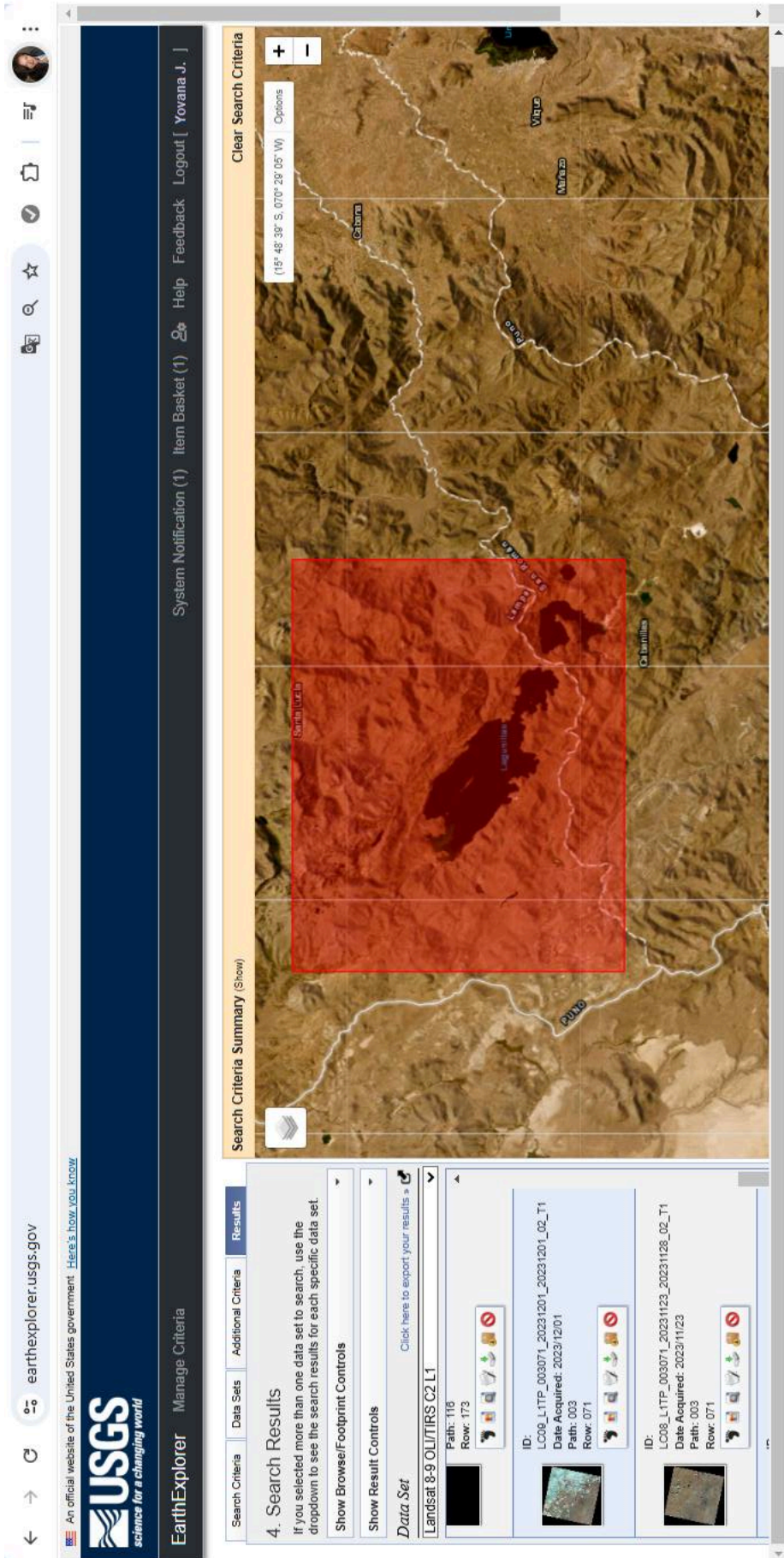
<b>Año</b>	<b>Mes</b>	<b>Superficie de la Laguna "Lagunillas"</b>	<b>Precipitación</b>	<b>Temperatura</b>
2013	Enero			
2013	Febrero			
2013	..			
2013	..			
2013	Diciembre			
2014	Enero			
..	..			
..	..			
..	..			
..	..			
2023	Dic			

**Anexo 02:** Matriz de Consistencia

**RELACIÓN ENTRE LA PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA CON LA SUPERFICIE DE LA LAGUNA LAGUNILLAS, SANTA LUCIA – PUNO, PERIODO DEL 2013 al 2023**

PROBLEMA	OBJETIVOS		HIPÓTESIS		VARIABLES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	TÉCNICA DE PROCESAMIENTO DE DATOS
	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVO ESPECÍFICO	HIPÓTESIS GENERAL	HIPÓTESIS ESPECÍFICA				
¿Cuál es la relación de la precipitación y la temperatura con la superficie de la laguna Lagunillas del distrito de Santa Lucia - Puno en el periodo 2013-2023?	Determinar la relación de la precipitación y la temperatura con la superficie de la laguna Lagunillas del distrito de Santa Lucia - Puno en el periodo 2013-2023.		La precipitación y la temperatura se relacionan significativamente con la superficie de la laguna Lagunillas del distrito de Santa Lucia - Puno en el periodo 2013-2023.		<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b> Precipitación y temperatura	- Precipitación media anual. - Temperatura media anual	Ficha de registro de datos geoprocesados	<b>La técnica</b> utilizada será el procesamiento de imágenes satelitales.  Método de análisis de datos, - Análisis correlacional - Análisis descriptivo (gráficos de tendencia)
<b>PROBLEMA ESPECÍFICO</b> ¿Qué relación existe entre la precipitación y la superficie de la laguna Lagunillas del distrito de Santa Lucia - Puno en el periodo 2013-2023?	<b>OBJETIVO ESPECÍFICO</b> Determinar la relación entre la precipitación y la superficie de la laguna Lagunillas del distrito de Santa Lucia - Puno en el periodo 2013-2023.				<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b> Superficie de la laguna Lagunillas	- Superficie		
<b>PROBLEMA ESPECÍFICO</b> ¿Qué relación existe entre la temperatura y la superficie de la laguna Lagunillas del distrito de Santa Lucia - Puno en el periodo 2013-2023?	<b>OBJETIVO ESPECÍFICO</b> Determinar la relación entre la temperatura y la superficie de la laguna Lagunillas del distrito de Santa Lucia - Puno en el periodo 2013-2023.							

Anexo 03: Descarga de imágenes de la laguna Lagunillas de la USGC (Earth Explorer) <https://earthexplorer.usgs.gov/>



The screenshot displays the Earth Explorer interface. At the top, there is a navigation bar with the USGS logo and the text "EarthExplorer Manage Criteria". Below this, a search bar contains the coordinates (16° 48' 39" S, 070° 20' 05" W). The main map area shows a topographic view of a region with a red rectangular selection box highlighting a specific area. Below the map, the "Search Results" section is visible, showing a list of search results for "Landsat 8-9 OLI/TIRS C2 L1".

**Search Results**

If you selected more than one data set to search, use the dropdown to see the search results for each specific data set.

**Show Browse/Footprint Controls**

**Show Result Controls**

**Data Set** [Click here to export your results »](#)

**Landsat 8-9 OLI/TIRS C2 L1**

Path: 116	Row: 173	ID:	Date Acquired:	Path:	Row:
		LC08_L1TP_003071_20231201_20231201_00_T1	2023/12/01	003	071
		LC08_L1TP_003071_20231123_20231128_00_T1	2023/11/23	003	071

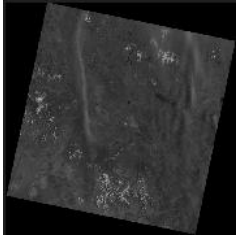
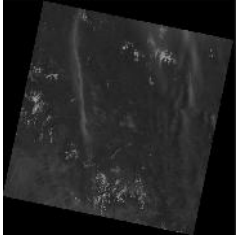
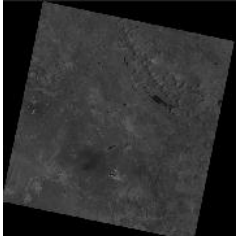
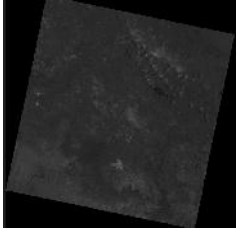
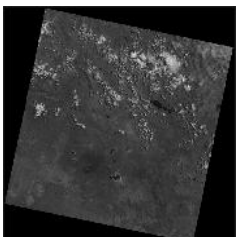
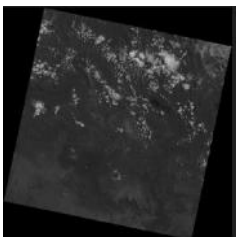
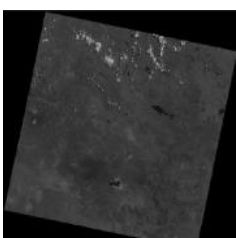
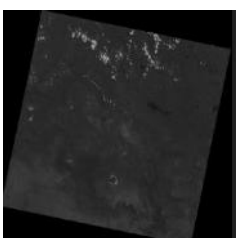
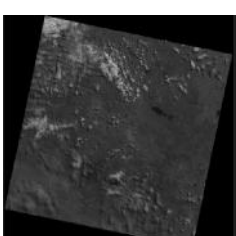
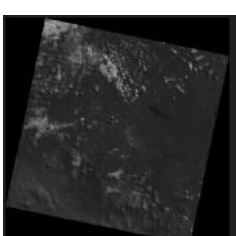
Search Criteria Summary (Show)

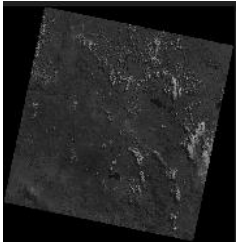
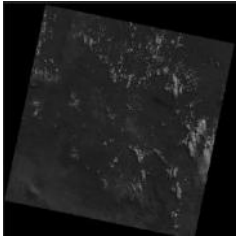
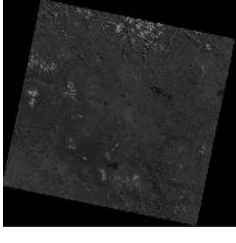
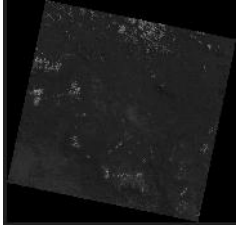
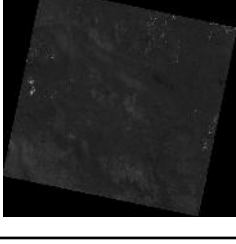
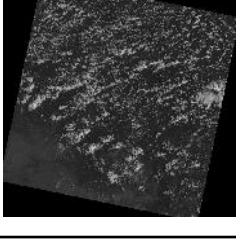
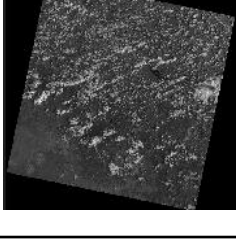
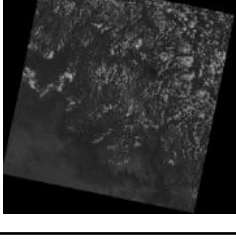
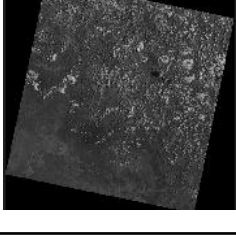
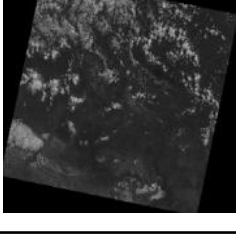
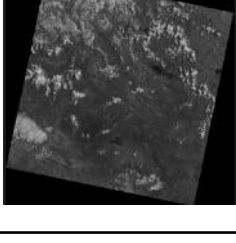
Clear Search Criteria

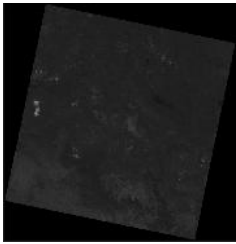
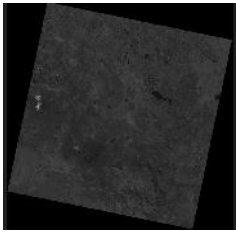
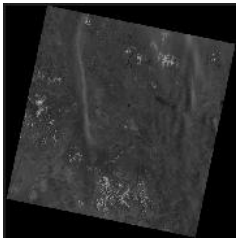
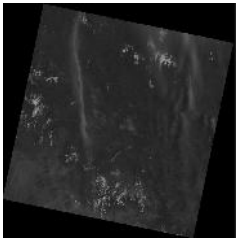
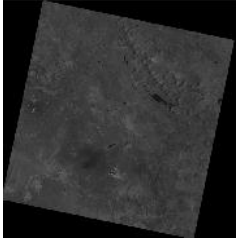
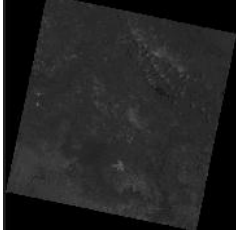
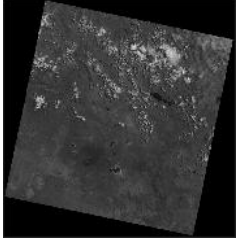
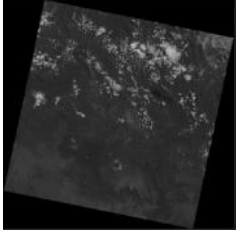
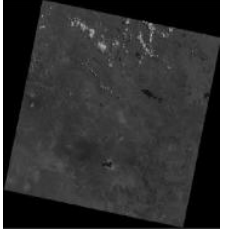
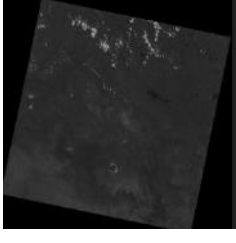
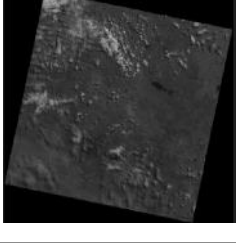
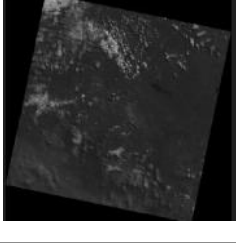
(16° 48' 39" S, 070° 20' 05" W) Options

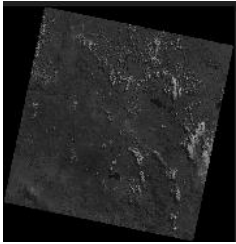
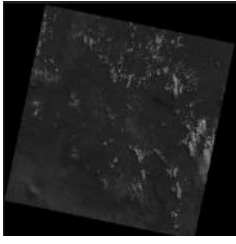
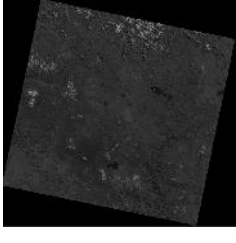
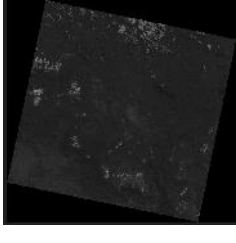
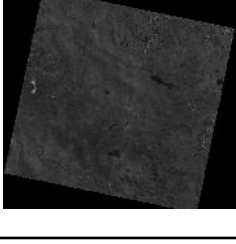
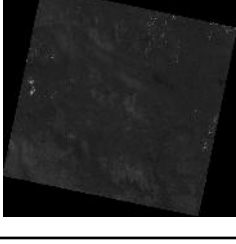
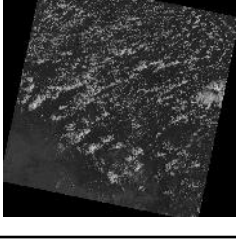
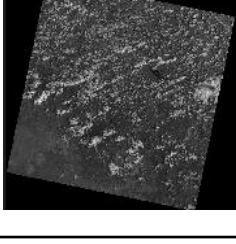
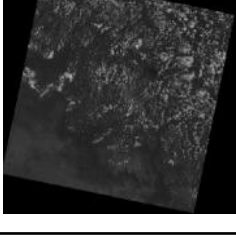
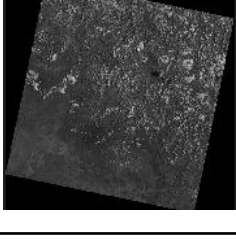
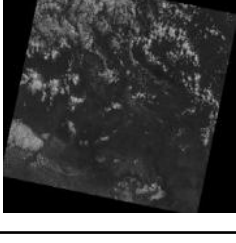
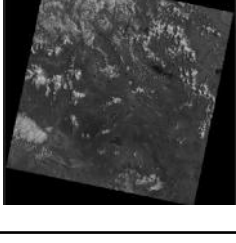
System Notification (1) Item Basket (1) Help Feedback Logout [ Yovana J. ]

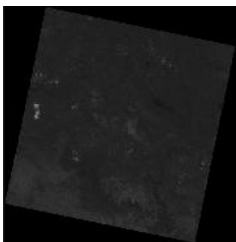
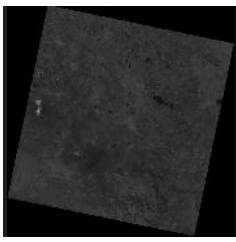
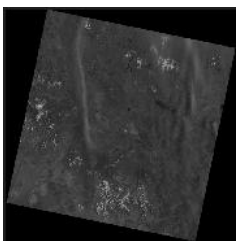
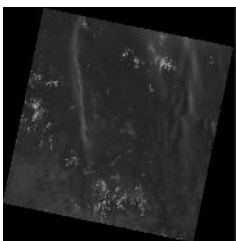
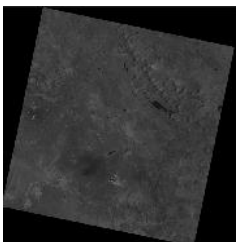
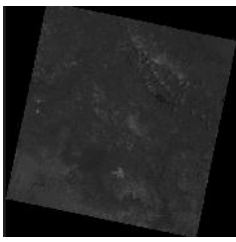
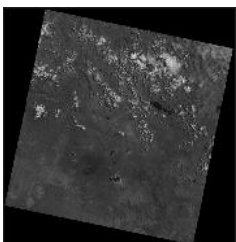
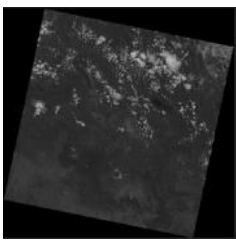
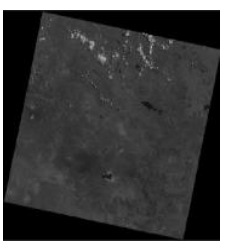
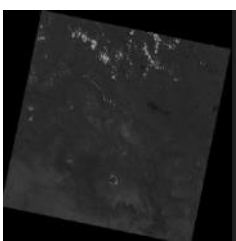
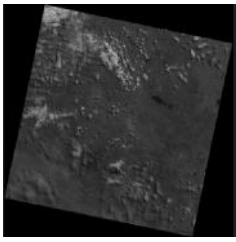
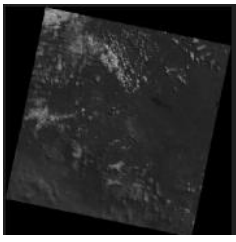
**Anexo 04:** Catálogo de imágenes descargadas y el cálculo de la superficie de la laguna Lagunillas.

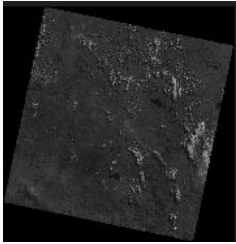
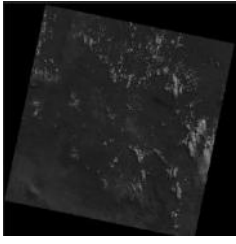
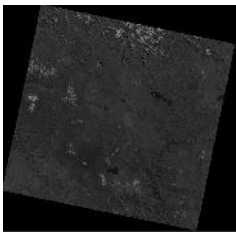
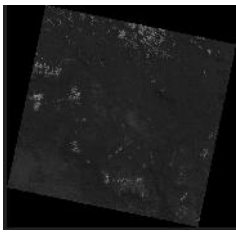
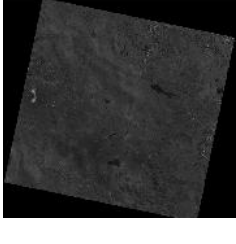
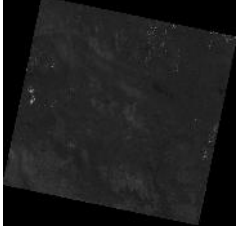
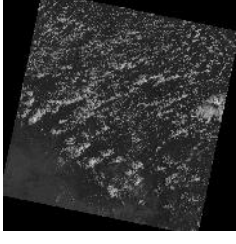
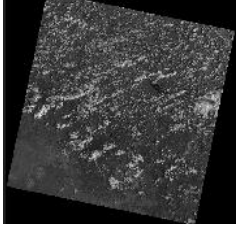
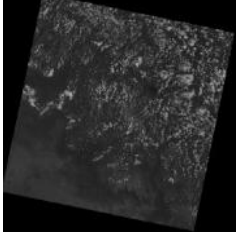
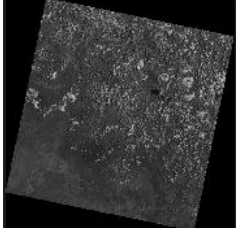
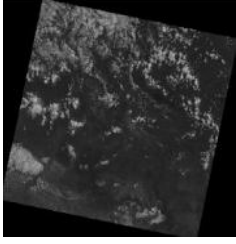
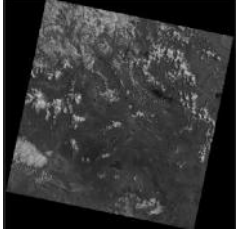
N°	Fecha de la Fotografía			Imagen formato tif Bandas 3	Imagen formato tif Bandas 5	Superficie en [m <sup>2</sup> ] de la laguna Lagunillas
	Día	Mes	Año			
1	2	ENE	2013			66002
2	13	FEB	2013			66102
3	8	MAR	2013			66784
4	12	ABR	2013			66824
5	20	MAY	2013			66114

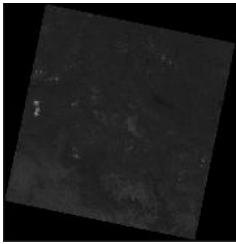
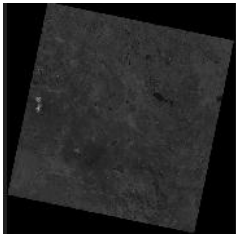
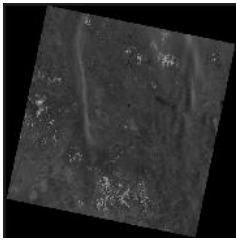
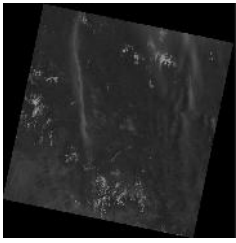
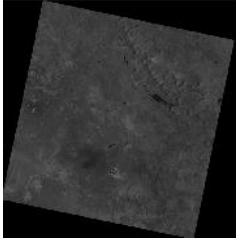
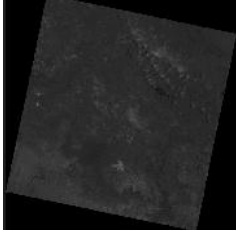
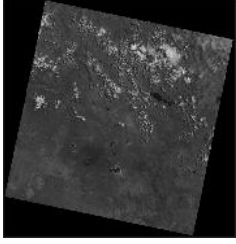
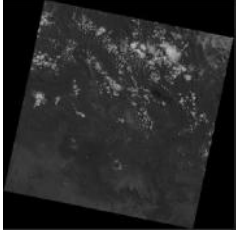
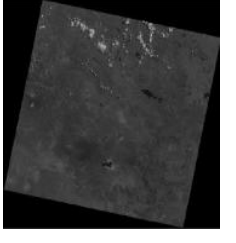
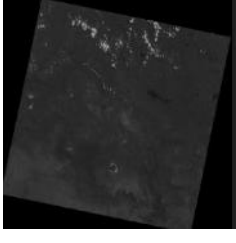
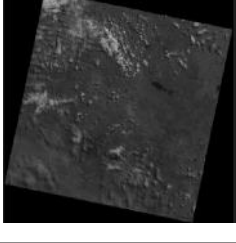
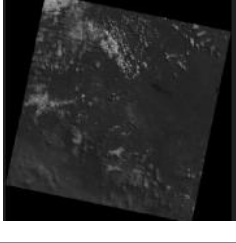
6	29	JUN	2013			64989
7	16	JUL	2013			64154
8	30	AGO	2013			64578
9	2	SET	2013			64014
10	1	OCT	2013			64989
11	3	NOV	2013			65784

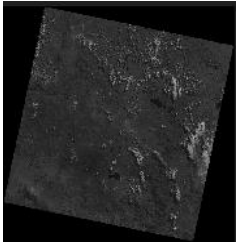
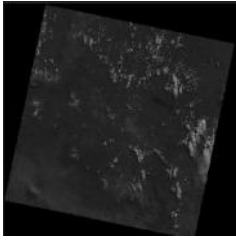
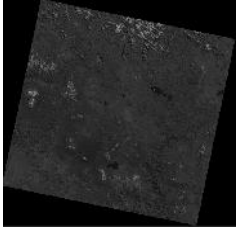
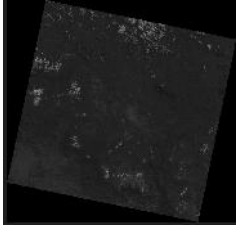
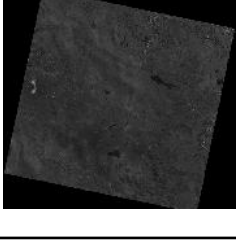
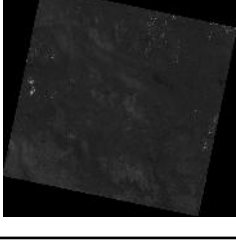
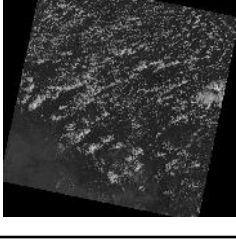
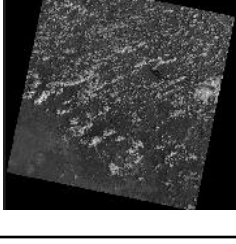
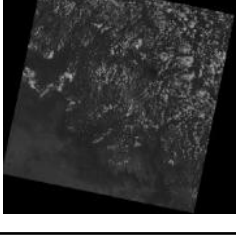
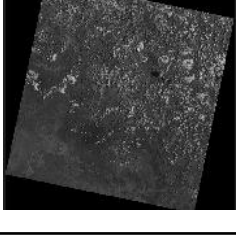
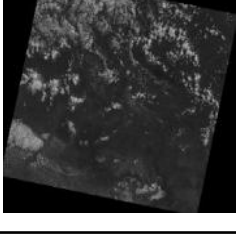
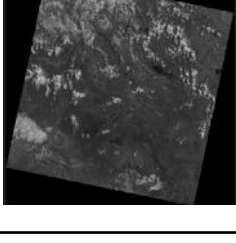
12	18	DIC	2013			66032
13	18	ENE	2014			66392
14	4	FEB	2014			66061
15	9	MAR	2014			66668
16	8	ABR	2014			67020
17	10	MAY	2014			65712

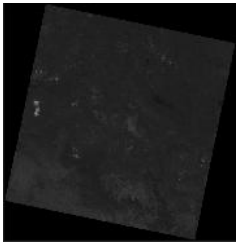
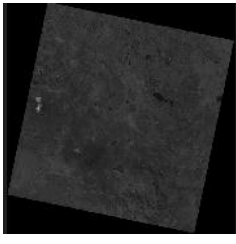
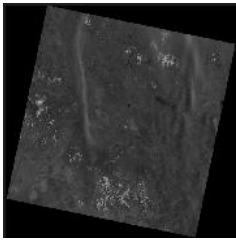
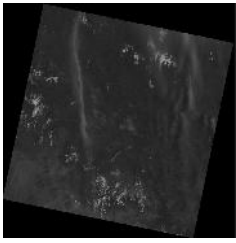
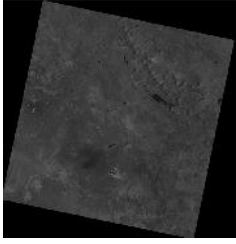
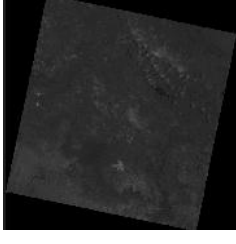
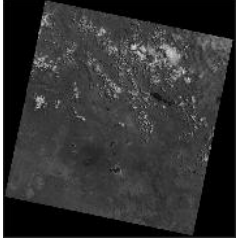
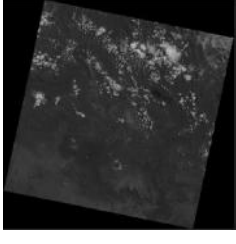
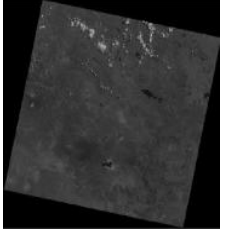
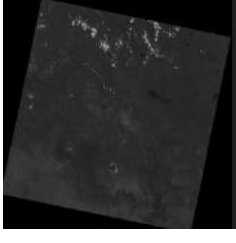
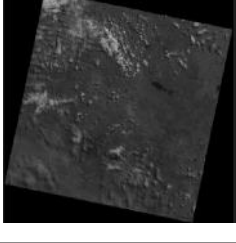
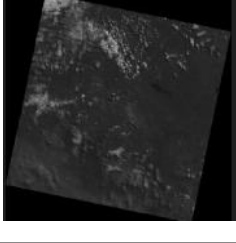
18	22	JUN	2014			64712
19	12	JUL	2014			64402
20	4	AGO	2014			64160
21	27	SET	2014			64085
22	29	OCT	2014			64523
23	10	NOV	2014			65703

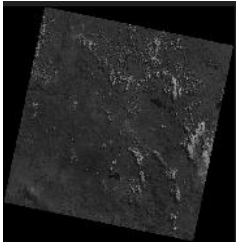
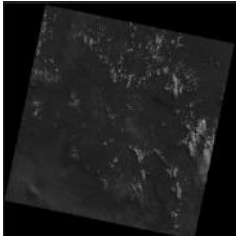
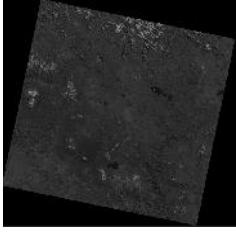
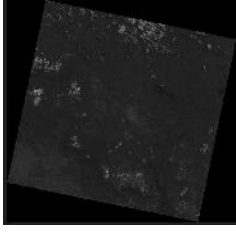
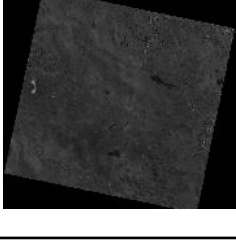
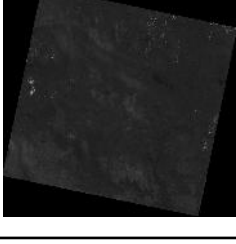
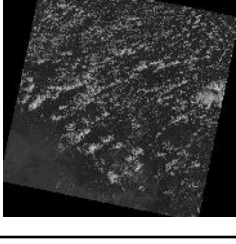
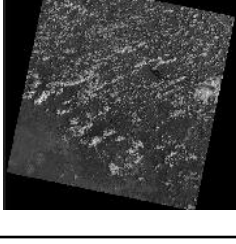
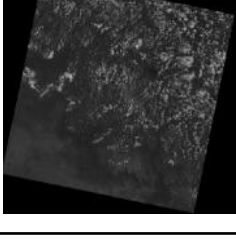
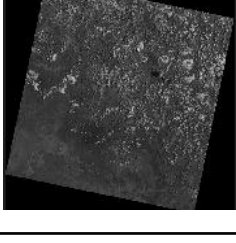
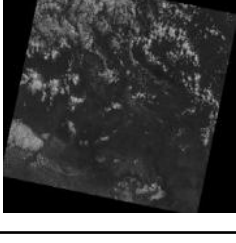
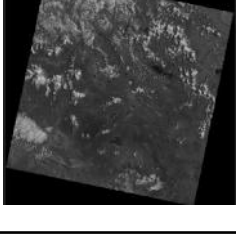
24	21	DIC	2014			65843
25	26	ENE	2015			66357
26	10	FEB	2015			66282
27	28	MAR	2015			66452
28	2	ABR	2015			66786
29	9	MAY	2015			66012

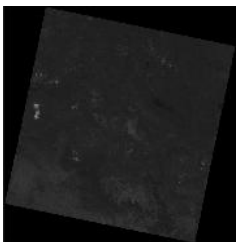
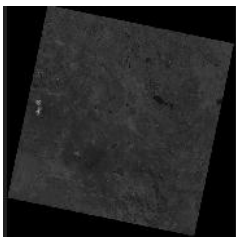
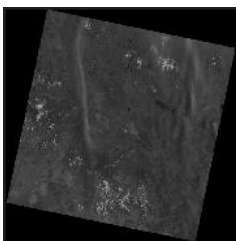
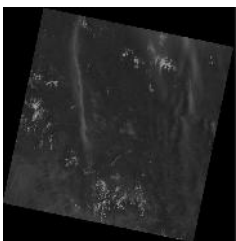
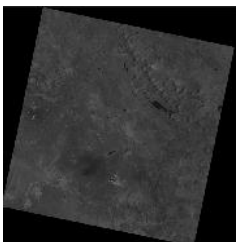
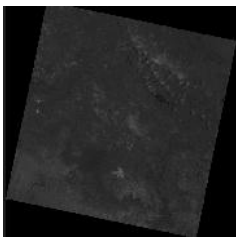
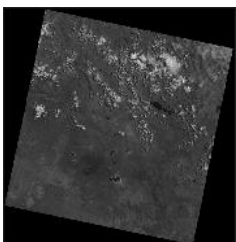
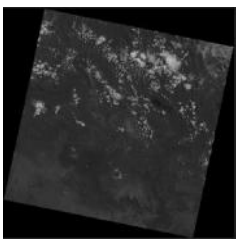
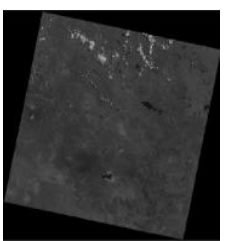
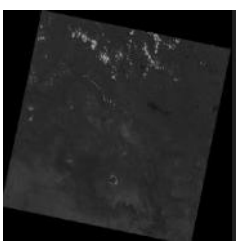
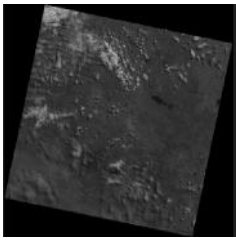
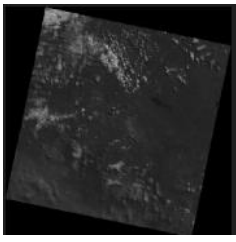
30	8	JUN	2015			65362
31	9	JUL	2015			63971
32	5	AGO	2015			64419
33	30	SET	2015			64452
34	18	OCT	2015			64775
35	19	NOV	2015			65904

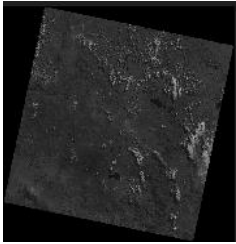
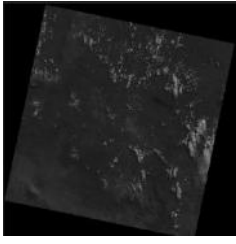
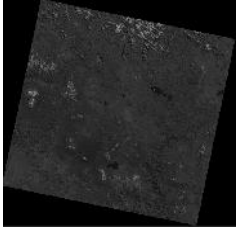
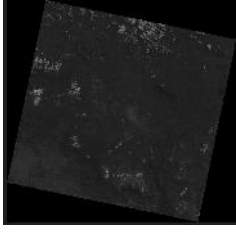
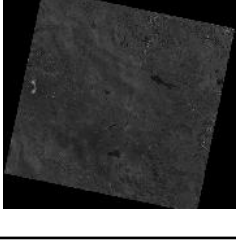
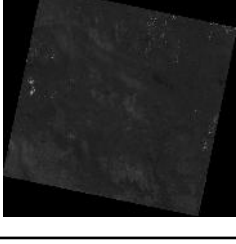
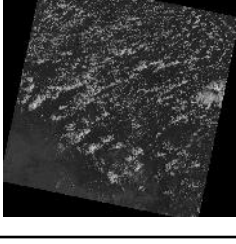
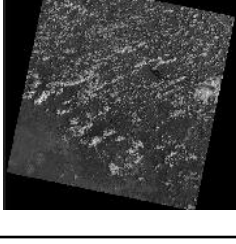
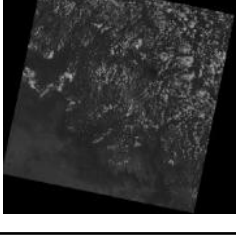
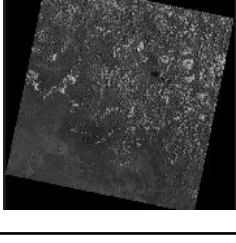
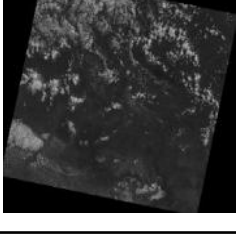
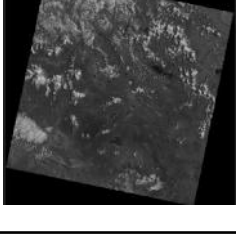
36	11	DIC	2015			66114
37	23	ENE	2016			65851
38	9	FEB	2016			65664
39	22	MAR	2016			66872
40	1	ABR	2016			66862
41	4	MAY	2016			66059

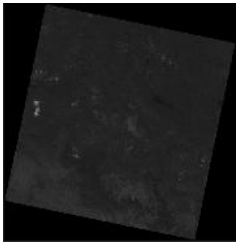
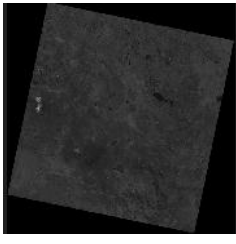
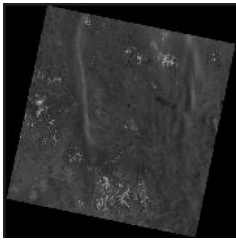
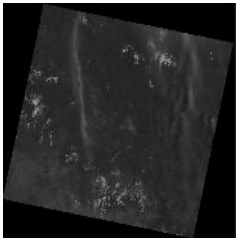
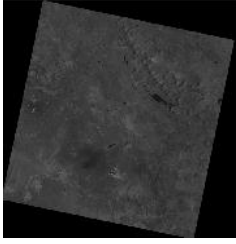
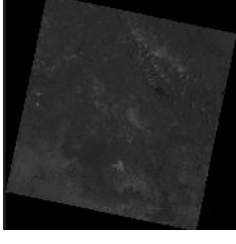
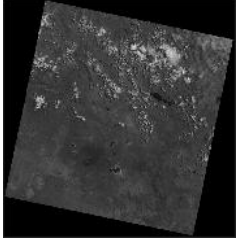
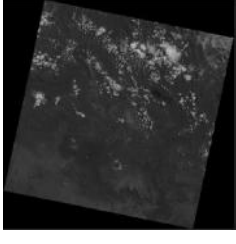
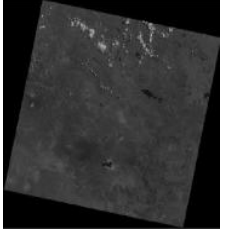
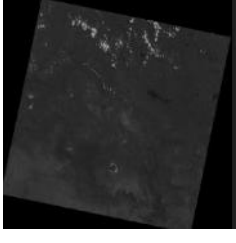
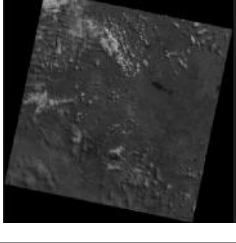
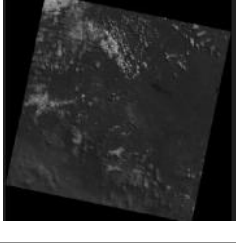
42	16	JUN	2016			64664
43	25	JUL	2016			64343
44	21	AGO	2016			64509
45	14	SET	2016			64385
46	18	OCT	2016			64511
47	18	NOV	2016			66040

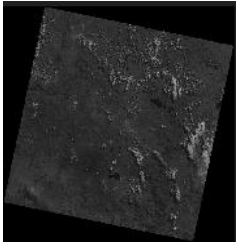
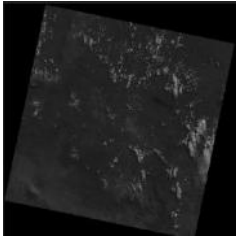
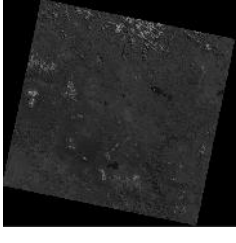
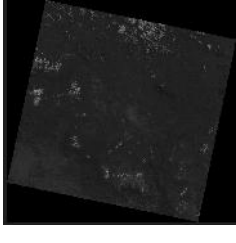
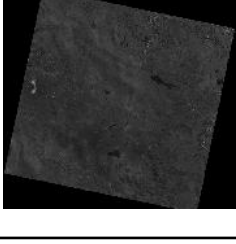
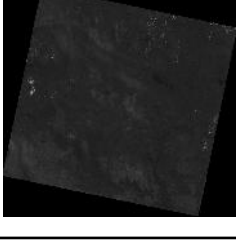
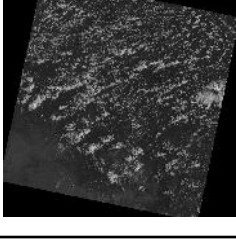
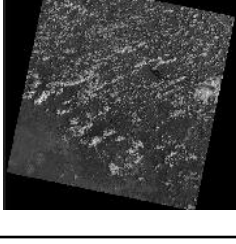
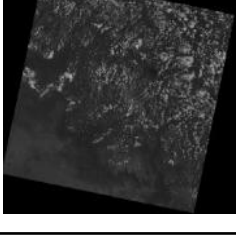
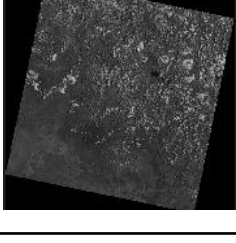
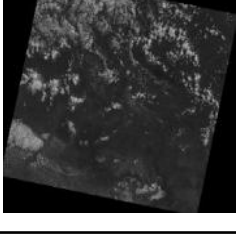
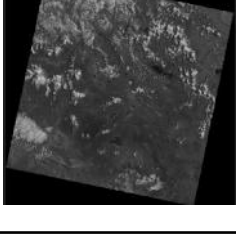
48	15	DIC	2016			65730
49	18	ENE	2017			66194
50	20	FEB	2017			65678
51	3	MAR	2017			66739
52	22	ABR	2017			66599
53	21	MAY	2017			65822

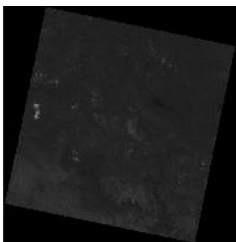
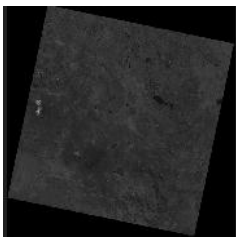
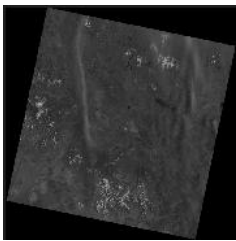
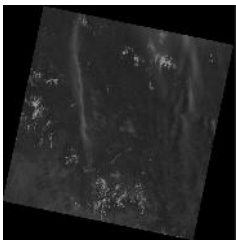
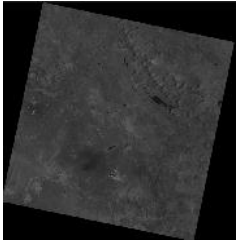
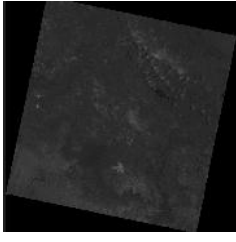
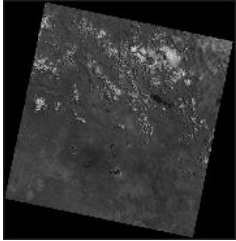
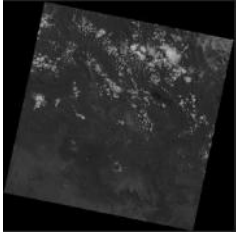
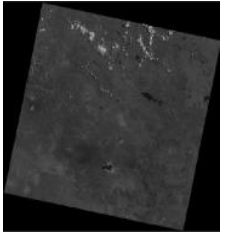
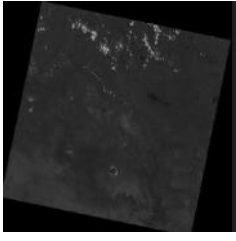
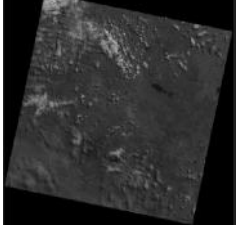
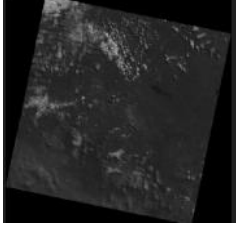
54	8	JUN	2017			65041
55	9	JUL	2017			63855
56	13	AGO	2017			64541
57	14	SET	2017			63716
58	29	OCT	2017			65174
59	12	NOV	2017			65307

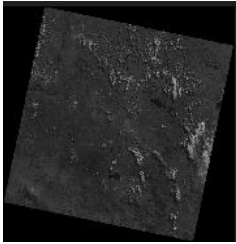
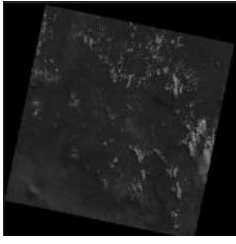
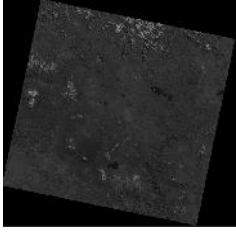
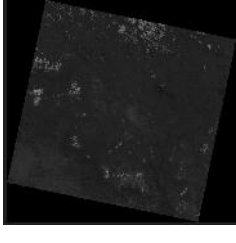
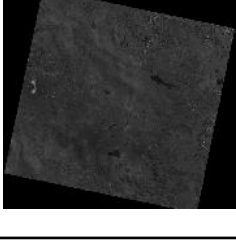
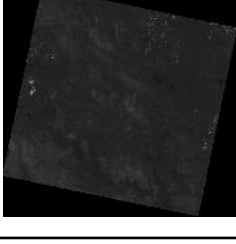
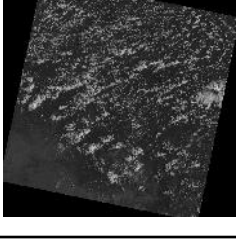
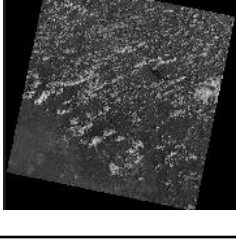
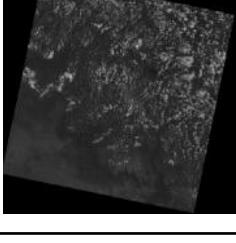
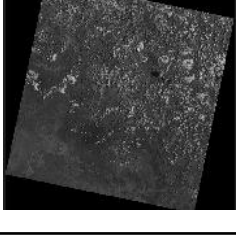
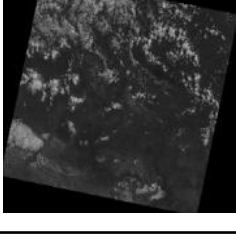
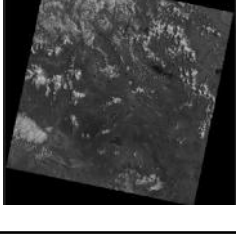
60	15	DIC	2017			65680
61	30	ENE	2018			66467
62	12	FEB	2018			65994
63	1	MAR	2018			67105
64	11	ABR	2018			66450
65	22	MAY	2018			65976

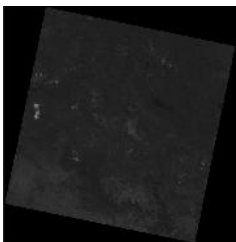
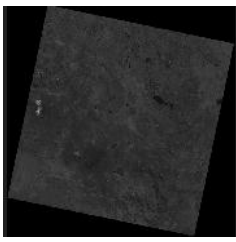
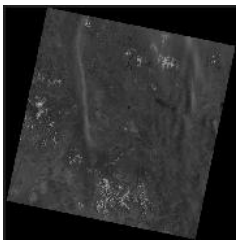
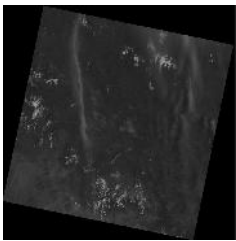
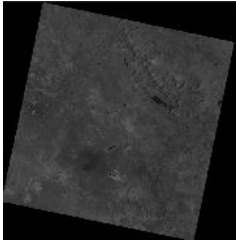
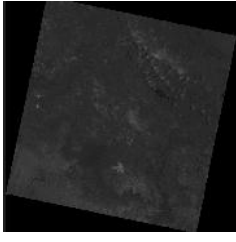
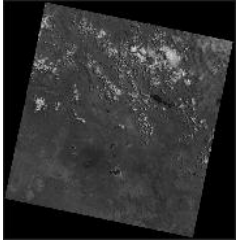
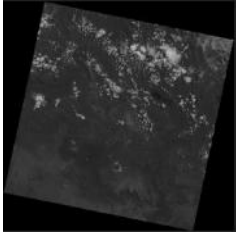
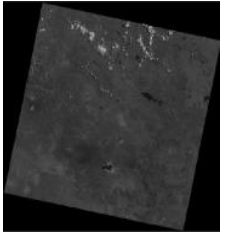
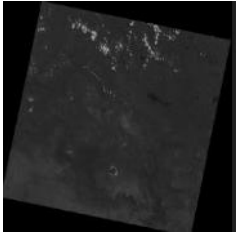
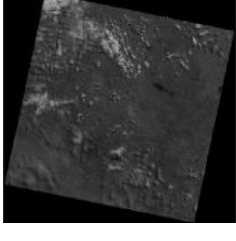
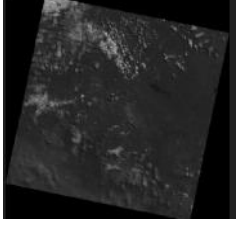
66	28	JUN	2018			64501
67	7	JUL	2018			63938
68	1	AGO	2018			65038
69	11	SET	2018			63541
70	16	OCT	2018			64584
71	6	NOV	2018			65606

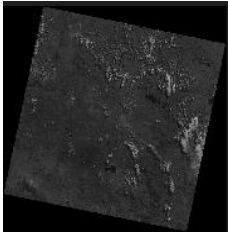
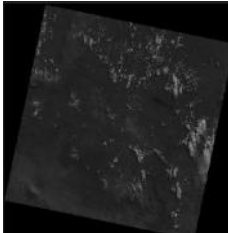
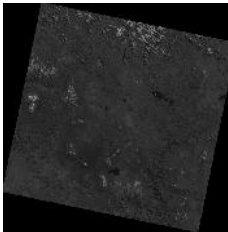
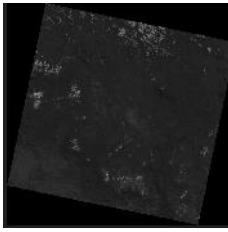
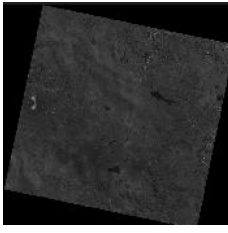
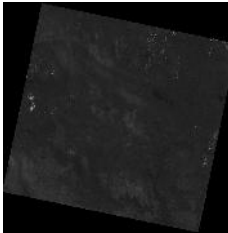
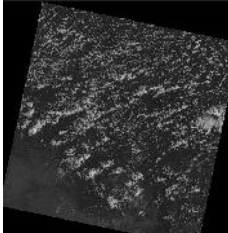
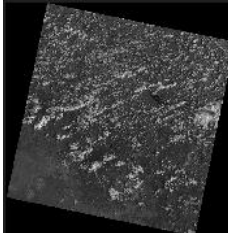
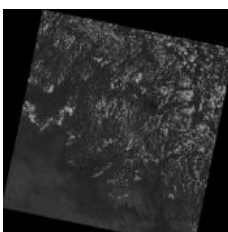
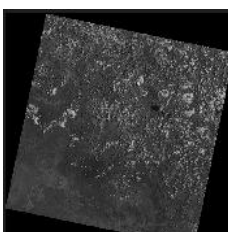
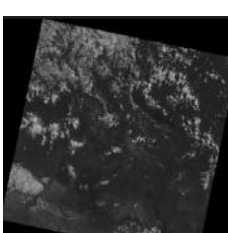
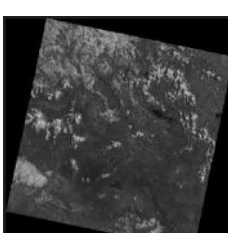
72	27	DIC	2018			66433
73	26	ENE	2019			65696
74	1	FEB	2019			65695
75	28	MAR	2019			66288
76	24	ABR	2019			66367
77	5	MAY	2019			66485

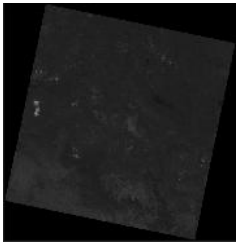
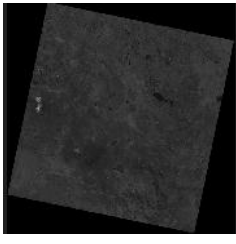
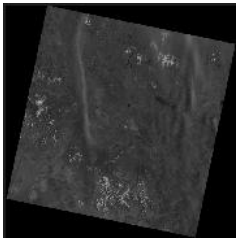
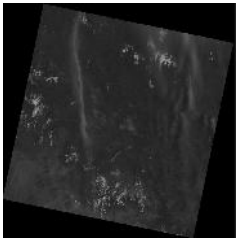
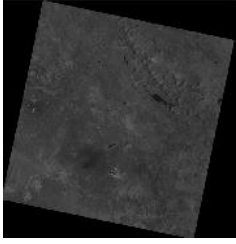
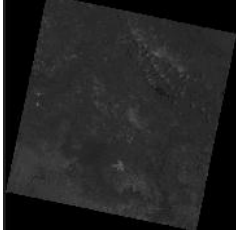
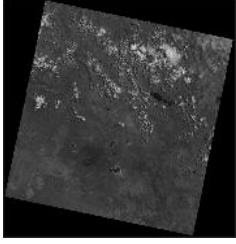
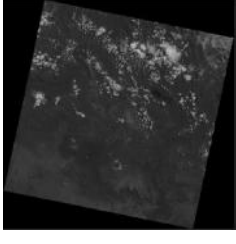
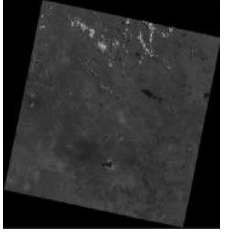
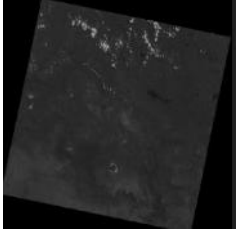
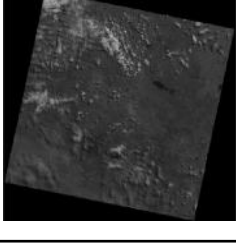
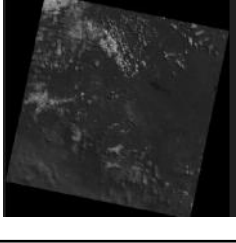
78	15	JUN	2019			65186
79	9	JUL	2019			63736
80	27	AGO	2019			65025
81	14	SET	2019			64397
82	26	OCT	2019			65060
83	26	NOV	2019			65593

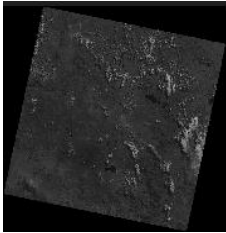
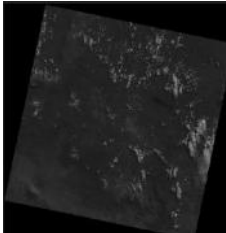
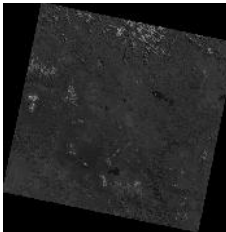
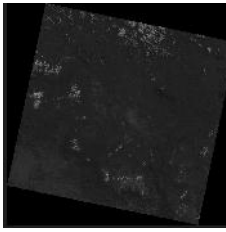
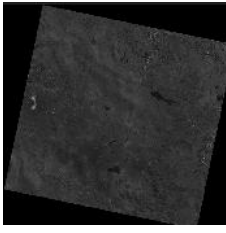
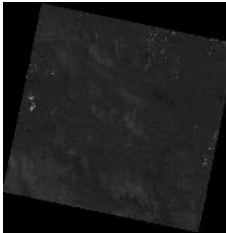
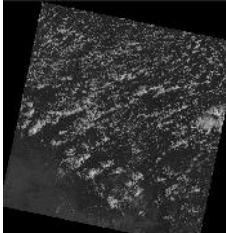
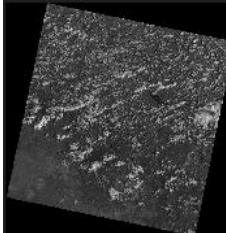
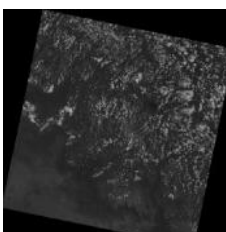
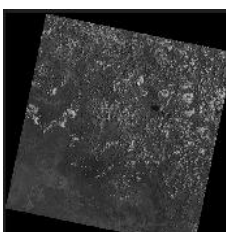
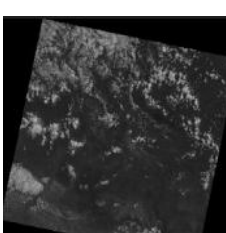
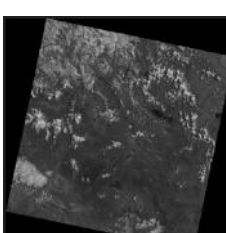
84	7	DIC	2019			65566
85	5	ENE	2020			65726
86	21	FEB	2020			65858
87	18	MAR	2020			66448
88	28	ABR	2020			66442
89	6	MAY	2020			66046

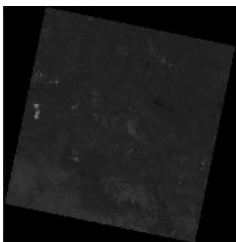
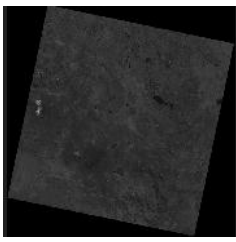
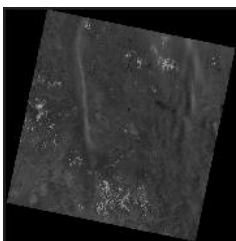
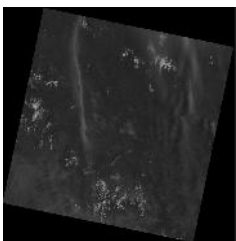
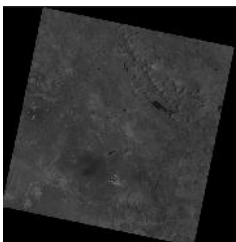
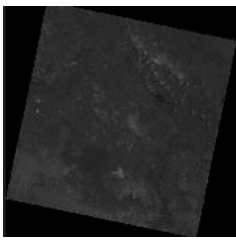
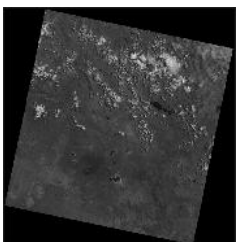
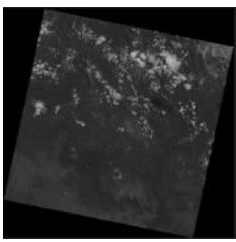
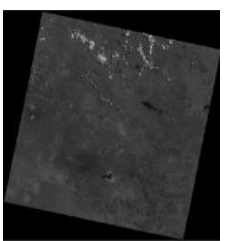
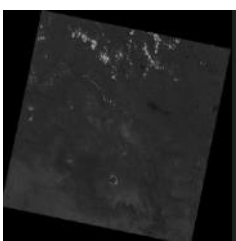
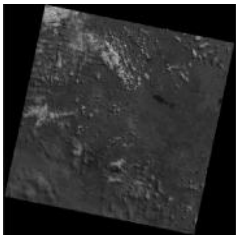
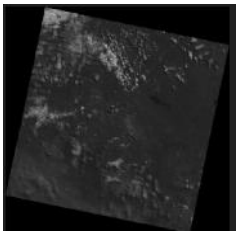
90	20	JUN	2020			64982
91	8	JUL	2020			64501
92	26	AGO	2020			64421
93	2	SET	2020			64319
94	10	OCT	2020			65307
95	18	NOV	2020			66160

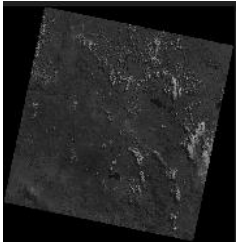
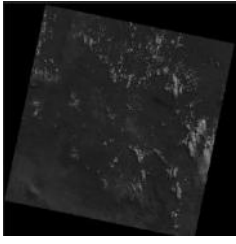
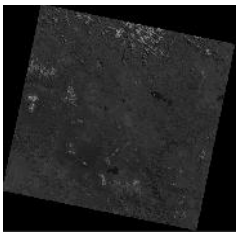
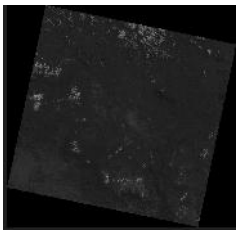
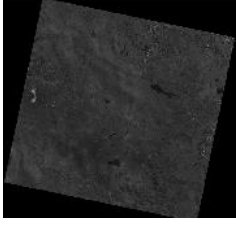
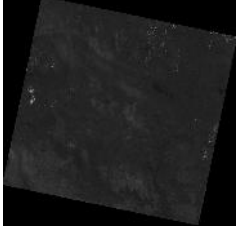
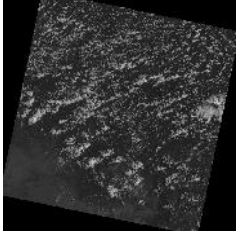
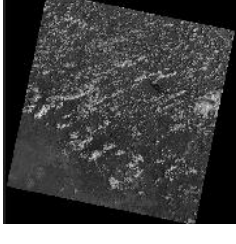
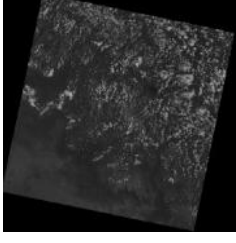
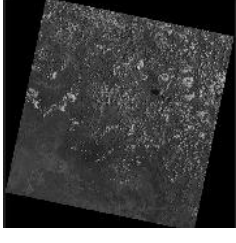
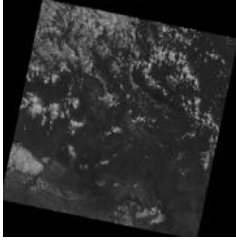
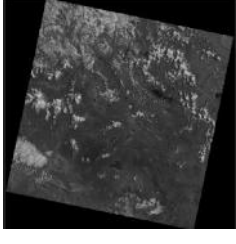
96	17	DIC	2020			65674
97	25	ENE	2021			66082
98	16	FEB	2021			66394
99	15	MAR	2021			66505
100	24	ABR	2021			66792
101	4	MAY	2021			66234

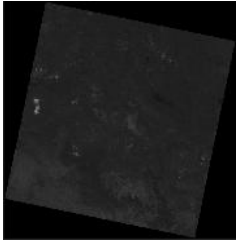
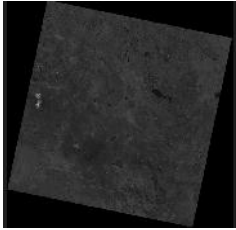
102	8	JUN	2021			65120
103	1	JUL	2021			64112
104	18	AGO	2021			64108
105	19	SET	2021			64167
106	22	OCT	2021			65310
107	17	NOV	2021			65745

108	24	DIC	2021			66024
109	24	ENE	2022			66230
110	20	FEB	2022			66064
111	23	MAR	2022			66662
112	26	ABR	2022			67200
113	2	MAY	2022			65633

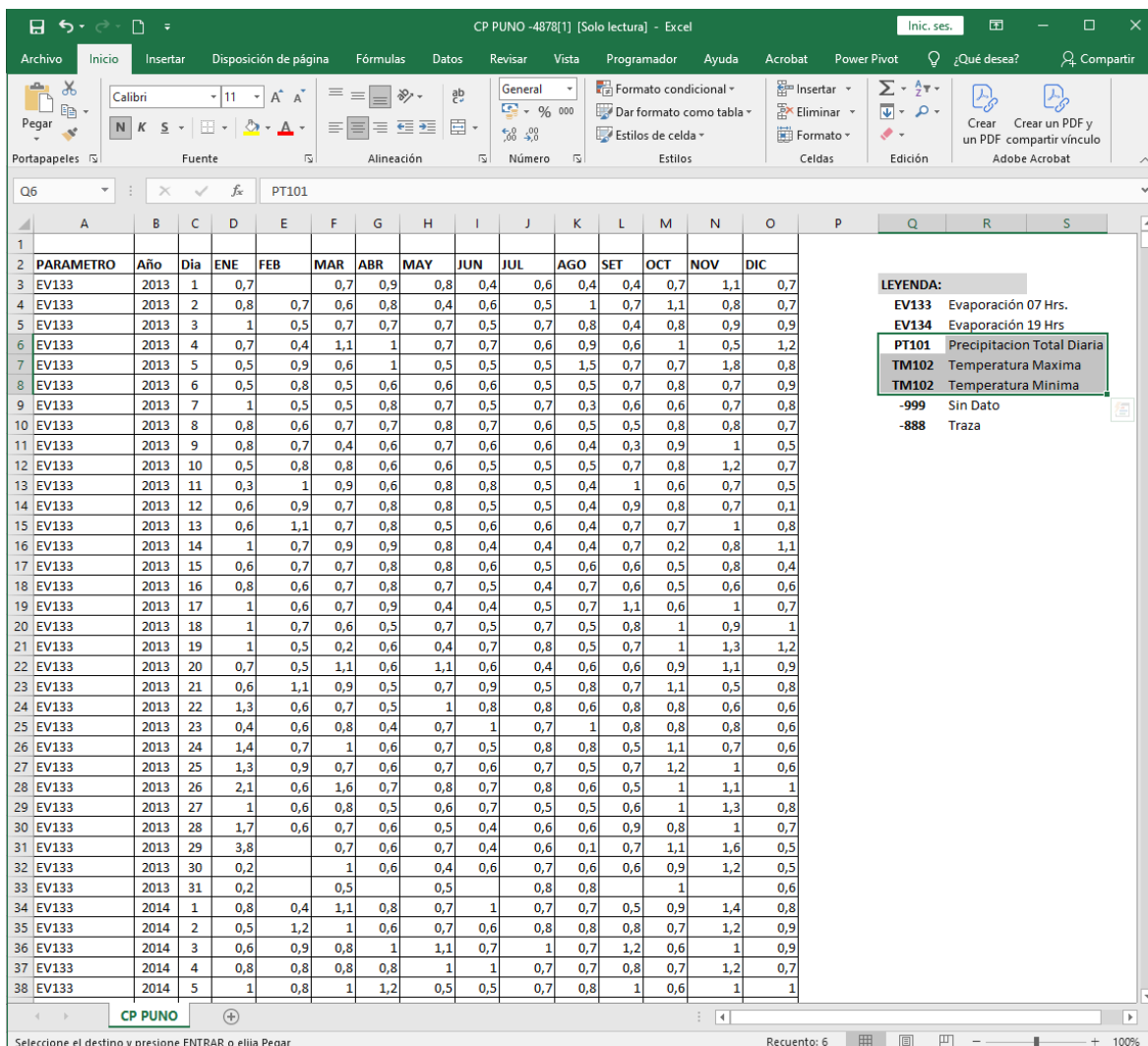
114	27	JUN	2022			64607
115	2	JUL	2022			64487
116	18	AGO	2022			64435
117	28	SET	2022			63870
118	16	OCT	2022			64758
119	28	NOV	2022			65524

120	6	DIC	2022			65733
121	2	ENE	2023			65605
122	27	FEB	2023			66291
123	20	MAR	2023			67276
124	19	ABR	2023			66480
125	17	MAY	2023			66160

126	16	JUN	2023			64858
127	26	JUL	2023			64385
128	25	AGO	2023			64632
129	7	SET	2023			64224
130	4	OCT	2023			64741
131	1	NOV	2023			65378

132	17	DIC	2023			66124
-----	----	-----	------	---	--	-------

**Anexo 05:** Archivo en MS Excel proporcionado por el SENAMHI de la Estación de Santa Lucía de Código 115140.



CP PUNO -4878[1] [Solo lectura] - Excel

Inicio Inicio Insertar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Programador Ayuda Acrobat Power Pivot ¿Qué desea? Compartir

Portapapeles Fuente Alineación Número Estilos Celdas Edición Adobe Acrobat

Q6 PT101

PARAMETRO	Año	Día	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
EV133	2013	1	0,7		0,7	0,9	0,8	0,4	0,6	0,4	0,4	0,7	1,1	0,7
EV133	2013	2	0,8	0,7	0,6	0,8	0,4	0,6	0,5	1	0,7	1,1	0,8	0,7
EV133	2013	3	1	0,5	0,7	0,7	0,7	0,5	0,7	0,8	0,4	0,8	0,9	0,9
EV133	2013	4	0,7	0,4	1,1	1	0,7	0,7	0,6	0,9	0,6	1	0,5	1,2
EV133	2013	5	0,5	0,9	0,6	1	0,5	0,5	0,5	1,5	0,7	0,7	1,8	0,8
EV133	2013	6	0,5	0,8	0,5	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,7	0,8	0,7	0,9
EV133	2013	7	1	0,5	0,5	0,8	0,7	0,5	0,7	0,3	0,6	0,6	0,7	0,8
EV133	2013	8	0,8	0,6	0,7	0,7	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5	0,8	0,8	0,7
EV133	2013	9	0,8	0,7	0,4	0,6	0,7	0,6	0,6	0,4	0,3	0,9	1	0,5
EV133	2013	10	0,5	0,8	0,8	0,6	0,6	0,5	0,5	0,7	0,8	1,2	0,7	
EV133	2013	11	0,3	1	0,9	0,6	0,8	0,8	0,5	0,4	1	0,6	0,7	0,5
EV133	2013	12	0,6	0,9	0,7	0,8	0,8	0,5	0,5	0,4	0,9	0,8	0,7	0,1
EV133	2013	13	0,6	1,1	0,7	0,8	0,5	0,6	0,6	0,4	0,7	0,7	1	0,8
EV133	2013	14	1	0,7	0,9	0,9	0,8	0,4	0,4	0,4	0,7	0,2	0,8	1,1
EV133	2013	15	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,6	0,5	0,6	0,6	0,5	0,8	0,4
EV133	2013	16	0,8	0,6	0,7	0,8	0,7	0,5	0,4	0,7	0,6	0,5	0,6	0,6
EV133	2013	17	1	0,6	0,7	0,9	0,4	0,4	0,5	0,7	1,1	0,6	1	0,7
EV133	2013	18	1	0,7	0,6	0,5	0,7	0,5	0,7	0,5	0,8	1	0,9	1
EV133	2013	19	1	0,5	0,2	0,6	0,4	0,7	0,8	0,5	0,7	1	1,3	1,2
EV133	2013	20	0,7	0,5	1,1	0,6	1,1	0,6	0,4	0,6	0,6	0,9	1,1	0,9
EV133	2013	21	0,6	1,1	0,9	0,5	0,7	0,9	0,5	0,8	0,7	1,1	0,5	0,8
EV133	2013	22	1,3	0,6	0,7	0,5	1	0,8	0,8	0,6	0,8	0,8	0,6	0,6
EV133	2013	23	0,4	0,6	0,8	0,4	0,7	1	0,7	1	0,8	0,8	0,8	0,6
EV133	2013	24	1,4	0,7	1	0,6	0,7	0,5	0,8	0,8	0,5	1,1	0,7	0,6
EV133	2013	25	1,3	0,9	0,7	0,6	0,7	0,6	0,7	0,5	0,7	1,2	1	0,6
EV133	2013	26	2,1	0,6	1,6	0,7	0,8	0,7	0,8	0,6	0,5	1	1,1	1
EV133	2013	27	1	0,6	0,8	0,5	0,6	0,7	0,5	0,5	0,6	1	1,3	0,8
EV133	2013	28	1,7	0,6	0,7	0,6	0,5	0,4	0,6	0,6	0,9	0,8	1	0,7
EV133	2013	29	3,8		0,7	0,6	0,7	0,4	0,6	0,1	0,7	1,1	1,6	0,5
EV133	2013	30	0,2		1	0,6	0,4	0,6	0,7	0,6	0,6	0,9	1,2	0,5
EV133	2013	31	0,2		0,5		0,5		0,8	0,8		1		0,6
EV133	2014	1	0,8	0,4	1,1	0,8	0,7	1	0,7	0,7	0,5	0,9	1,4	0,8
EV133	2014	2	0,5	1,2	1	0,6	0,7	0,6	0,8	0,8	0,8	0,7	1,2	0,9
EV133	2014	3	0,6	0,9	0,8	1	1,1	0,7	1	0,7	1,2	0,6	1	0,9
EV133	2014	4	0,8	0,8	0,8	0,8	1	1	0,7	0,7	0,8	0,7	1,2	0,7
EV133	2014	5	1	0,8	1	1,2	0,5	0,5	0,7	0,8	1	0,6	1	1

**LEYENDA:**

- EV133 Evaporación 07 Hrs.
- EV134 Evaporación 19 Hrs
- PT101 Precipitación Total Diaria
- TM102 Temperatura Maxima
- TM102 Temperatura Mínima
- 999 Sin Dato
- 888 Traza

CP PUNO Recuento: 6 100%

**Anexo 06:** Consolidado del procesamiento de las superficies, precipitación y temperatura en el software SPSS V-25. (Años 2013 al 2023)


\*Sin título2 [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones

	Año	Meses	Superficie	Precipitación	Temperatura
1	2013,00	Enero	66002,00	153,00	5,21
2	2013,00	Febrero	66102,00	175,80	6,03
3	2013,00	Marzo	66784,00	100,00	5,50
4	2013,00	Abril	66824,00	14,30	3,10
5	2013,00	Mayo	66114,00	22,40	3,03
6	2013,00	Junio	64989,00	12,50	,88
7	2013,00	Julio	64154,00	1,50	,98
8	2013,00	Agosto	64578,00	4,50	,90
9	2013,00	Setiembre	64014,00	11,60	2,36
10	2013,00	Octubre	64989,00	32,90	4,47
11	2013,00	Noviembre	65784,00	61,40	5,43
12	2013,00	Diciembre	66032,00	117,10	6,39
13	2014,00	Enero	66392,00	145,00	6,15
14	2014,00	Febrero	66061,00	107,70	6,11
15	2014,00	Marzo	66668,00	60,50	5,80
16	2014,00	Abril	67020,00	40,90	5,03
17	2014,00	Mayo	65712,00	,10	2,11
18	2014,00	Junio	64712,00	,00	1,41
19	2014,00	Julio	64402,00	,20	,75
20	2014,00	Agosto	64160,00	28,90	1,86
21	2014,00	Setiembre	64085,00	66,90	3,79
22	2014,00	Octubre	64523,00	45,20	4,97
23	2014,00	Noviembre	65703,00	29,80	5,48
24	2014,00	Diciembre	65843,00	90,60	6,25
25	2015,00	Enero	66357,00	96,40	5,64
26	2015,00	Febrero	66282,00	121,00	6,44
27	2015,00	Marzo	66452,00	187,00	5,97
28	2015,00	Abril	66786,00	114,10	5,33
29	2015,00	Mayo	66012,00	,20	2,71
30	2015,00	Junio	65362,00	,00	,71
31	2015,00	Julio	63971,00	1,80	-,03
32	2015,00	Agosto	64419,00	4,00	1,20
33	2015,00	Setiembre	64452,00	54,50	3,29
34	2015,00	Octubre	64775,00	41,50	3,61
35	2015,00	Noviembre	65904,00	23,20	5,91
36	2015,00	Diciembre	66114,00	59,40	5,86

\*Sin título2 [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ve



	Año	Meses	Superficie	Precipitación	Temperatura
37	2016,00	Enero	65851,00	79,70	6,70
38	2016,00	Febrero	65664,00	202,60	6,77
39	2016,00	Marzo	66872,00	9,80	6,68
40	2016,00	Abril	66862,00	57,50	4,87
41	2016,00	Mayo	66059,00	,50	2,10
42	2016,00	Junio	64664,00	2,00	,57
43	2016,00	Julio	64343,00	3,40	,75
44	2016,00	Agosto	64509,00	,00	1,10
45	2016,00	Setiembre	64385,00	,30	2,93
46	2016,00	Octubre	64511,00	76,00	4,26
47	2016,00	Noviembre	66040,00	43,00	4,45
48	2016,00	Diciembre	65730,00	49,70	5,98
49	2017,00	Enero	66194,00	314,30	5,64
50	2017,00	Febrero	65678,00	119,20	6,38
51	2017,00	Marzo	66739,00	145,70	6,42
52	2017,00	Abril	66599,00	45,50	4,77
53	2017,00	Mayo	65822,00	21,70	3,41
54	2017,00	Junio	65041,00	1,00	,47
55	2017,00	Julio	63855,00	1,60	,12
56	2017,00	Agosto	64541,00	,00	,75
57	2017,00	Setiembre	63716,00	62,30	3,74
58	2017,00	Octubre	65174,00	65,20	4,11
59	2017,00	Noviembre	65307,00	23,90	5,75
60	2017,00	Diciembre	65680,00	68,50	6,08
61	2018,00	Enero	66467,00	171,10	5,79
62	2018,00	Febrero	65994,00	152,10	6,24
63	2018,00	Marzo	67105,00	114,10	6,04
64	2018,00	Abril	66450,00	33,20	4,29
65	2018,00	Mayo	65976,00	7,80	1,64
66	2018,00	Junio	64501,00	12,90	1,01
67	2018,00	Julio	63938,00	32,10	1,15
68	2018,00	Agosto	65038,00	,00	1,37
69	2018,00	Setiembre	63541,00	3,60	2,42
70	2018,00	Octubre	64584,00	45,50	5,50
71	2018,00	Noviembre	65606,00	22,70	6,56
72	2018,00	Diciembre	66433,00	89,80	5,92

\*Sin título2 [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones

	Año	Meses	Superficie	Precipitación	Temperatura
73	2019,00	Enero	65696,00	148,20	6,79
74	2019,00	Febrero	65695,00	78,70	6,75
75	2019,00	Marzo	66288,00	43,70	6,45
76	2019,00	Abril	66367,00	58,60	5,59
77	2019,00	Mayo	66485,00	19,00	2,62
78	2019,00	Junio	65186,00	2,20	,73
79	2019,00	Julio	63736,00	7,60	,50
80	2019,00	Agosto	65025,00	,00	1,25
81	2019,00	Setiembre	64397,00	12,60	4,59
82	2019,00	Octubre	65060,00	39,90	4,74
83	2019,00	Noviembre	65593,00	92,50	5,63
84	2019,00	Diciembre	65566,00	81,50	6,84
85	2020,00	Enero	65726,00	142,90	6,97
86	2020,00	Febrero	65858,00	140,80	7,22
87	2020,00	Marzo	66448,00	107,01	7,09
88	2020,00	Abril	66442,00	48,20	4,29
89	2020,00	Mayo	66046,00	6,20	1,64
90	2020,00	Junio	64982,00	3,70	1,01
91	2020,00	Julio	64501,00	3,60	1,15
92	2020,00	Agosto	64421,00	8,30	1,37
93	2020,00	Setiembre	64319,00	19,80	2,42
94	2020,00	Octubre	65307,00	52,50	5,50
95	2020,00	Noviembre	66160,00	55,00	6,56
96	2020,00	Diciembre	65674,00	121,30	5,92
97	2021,00	Enero	66082,00	148,30	5,67
98	2021,00	Febrero	66394,00	,00	7,22
99	2021,00	Marzo	66505,00	139,70	5,86
100	2021,00	Abril	66792,00	39,20	4,10
101	2021,00	Mayo	66234,00	23,00	2,10
102	2021,00	Junio	65120,00	,00	,56
103	2021,00	Julio	64112,00	,10	,81
104	2021,00	Agosto	64108,00	5,10	1,44
105	2021,00	Setiembre	64167,00	29,50	4,42
106	2021,00	Octubre	65310,00	36,10	4,94
107	2021,00	Noviembre	65745,00	21,20	6,03
108	2021,00	Diciembre	66024,00	129,20	6,01

\*Sin título2 [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana

	Año	Meses	Superficie	Precipitación	Temperatura	var
109	2022,00	Enero	66230,00	211,00	5,97	
110	2022,00	Febrero	66064,00	95,10	6,09	
111	2022,00	Marzo	66662,00	117,80	6,31	
112	2022,00	Abril	67200,00	48,20	4,29	
113	2022,00	Mayo	65633,00	6,20	1,64	
114	2022,00	Junio	64607,00	3,70	1,01	
115	2022,00	Julio	64487,00	3,60	1,08	
116	2022,00	Agosto	64435,00	8,30	1,37	
117	2022,00	Setiembre	63870,00	19,80	2,22	
118	2022,00	Octubre	64758,00	52,50	5,50	
119	2022,00	Noviembre	65524,00	55,00	6,56	
120	2022,00	Diciembre	65733,00	121,30	5,92	
121	2023,00	Enero	65605,00	142,90	5,67	
122	2023,00	Febrero	66291,00	140,80	7,22	
123	2023,00	Marzo	67276,00	107,01	5,86	
124	2023,00	Abril	66480,00	48,20	4,10	
125	2023,00	Mayo	66160,00	6,20	2,10	
126	2023,00	Junio	64858,00	3,70	,56	
127	2023,00	Julio	64385,00	3,60	,81	
128	2023,00	Agosto	64632,00	8,30	,75	
129	2023,00	Setiembre	64224,00	19,80	3,37	
130	2023,00	Octubre	64741,00	52,50	5,78	
131	2023,00	Noviembre	65378,00	55,00	6,09	
132	2023,00	Diciembre	66124,00	121,30	7,38	
133						
134						
135						
136						
137						
138						
139						
140						
141						
142						
143						
144						