

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y DE RECURSOS
NATURALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y DE
RECURSOS NATURALES



“CAMBIO DE COBERTURA VEGETAL DE LA LAGUNA EL OCONAL Y VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL EN LA CIUDAD DE VILLA RICA, PASCO CON DATOS LANDSAT EN EL PERIODO 2001 – 2018”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES

AUTORES:

CACSIRE FLORES, MAYRA ALEXANDRA

INGA MERCADO, LUIS ANDRES

SALVATIERRA REYES, JEAN RODDERIC

ASESOR:

MANUEL DANIEL OLCESE HUERTA

Three handwritten signatures in blue ink are positioned to the right of the authors' names. The first signature is for Cacsire Flores, the second for Inga Mercado, and the third for Manuel Daniel Olcese Huerta.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: INGENIERÍA AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES.

Callao, 2023

PERÚ



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES
(Resolución N° 019-2021-CU del 20 de enero de 2021)



V CICLO TALLER DE TESIS

ANEXO 3

ACTA N° 008-2023 DE SUSTENTACIÓN DE TESIS CON CICLO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES.

LIBRO 01 FOLIO No. 91 ACTA N°008-2023 DE SUSTENTACIÓN DE TESIS CON CICLO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES.

A los 20 días del mes de agosto del año 2023, siendo las 08:00 horas, se reunieron, en la sala meet: <https://meet.google.com/zch-bnpr-wqt>, el **JURADO DE SUSTENTACION DE TESIS** para la obtención del **TÍTULO Profesional de Ingeniero Ambiental y de Recursos Naturales** de la **Facultad de Ingeniería Ambiental y de Recursos Naturales**, conformado por los siguientes docentes ordinarios de la **Universidad Nacional del Callao**:

Ms.C.	María Teresa Valderrama Rojas	: Presidente
Dr.	Miguel Ángel De La Cruz Cruz	: Secretario
Mtra.	Janet Mamani Ramos	: Vocal
Dr.	Jorge Quintanilla Alarcón	: Suplente
Mtro.	Manuel Daniel Olcese Huerta	: Asesor

Se dio inicio al acto de sustentación de la tesis de los Bachilleres Mayra Alexandra Cacsire Flores, Luis Andres Inga Mercado y Jean Rodderic Salvatierra Reyes, quienes habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental y de Recursos Naturales, sustentan la tesis titulada: **“CAMBIO DE COBERTURA VEGETAL DE LA LAGUNA EL OCONAL Y VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL EN LA CIUDAD DE VILLA RICA, PASCO CON DATOS LANDSAT EN EL PERIODO 2001-2018”**, cumpliendo con la sustentación en acto público, de manera no presencial a través de la Plataforma Virtual, en cumplimiento de la declaración de emergencia adoptada por el Poder Ejecutivo para afrontar la pandemia del Covid19, a través del D.S. N° 044-2020-PCM y lo dispuesto en el DU N° 026-2020 y en concordancia con la Resolución del Consejo Directivo N°039-2020-SUNEDU-CD y la Resolución Viceministerial N° 085-2020-MINEDU, que aprueba las "Orientaciones para la continuidad del servicio educativo superior universitario";

Con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la sustentación de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente. Luego de la exposición, y la absolución de las preguntas formuladas por el Jurado y efectuadas las deliberaciones pertinentes, acordó: Dar por Aprobado con la escala de calificación cualitativa Muy Bueno y calificación cuantitativa DIECISIETE (17) la presente Tesis, conforme a lo dispuesto en el Art. 27 del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 099-2021-CU del 30 de junio de 2021.

Se dio por cerrada la Sesión a las 08:50 horas del día domingo 20 de agosto del año en curso.

Presidente

Secretario














Vocal

Asesor

Document Information

Analyzed document	TESIS_CACSIRE FLORES-INGA MERCADO-SALVATIERRA REYES.pdf (D172859775)
Submitted	8/16/2023 10:11:00 AM
Submitted by	
Submitter email	fiarn.investigacion@unac.edu.pe
Similarity	3%
Analysis address	unidad.de.investigacion.fiarn.unac@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	TESIS_PEDRO OSWALDO RIVERA AGUILAR 06 Rev. HT.docx Document TESIS_PEDRO OSWALDO RIVERA AGUILAR 06 Rev. HT.docx (D146612508)	 4
SA	11_CLARA_10672.docx Document 11_CLARA_10672.docx (D151027685)	 1
W	URL: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-78582020000100160&lng=es&nrm=iso . Fetched: 8/16/2023 10:12:00 AM	 5
SA	Proyecto de tesis.pdf Document Proyecto de tesis.pdf (D100576805)	 3
SA	2_EFTT1TESIS_ALVAREZ_GUZMAN_ROSA.docx Document 2_EFTT1TESIS_ALVAREZ_GUZMAN_ROSA.docx (D151890831)	 5
SA	1 T3TALLERDETESIS2_AGUIRRECHATENOEMIESTHER T3.docx Document 1 T3TALLERDETESIS2_AGUIRRECHATENOEMIESTHER T3.docx (D118468353)	 2
W	URL: http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v10n1/a02v10n1 Fetched: 8/16/2023 10:12:00 AM	 2
SA	TESIS 2022_JUSTO..docx Document TESIS 2022_JUSTO..docx (D158643776)	 1
SA	T1_TALLER DE TESIS 2_ VEGA CHAVEZ ALESSANDRA.docx Document T1_TALLER DE TESIS 2_ VEGA CHAVEZ ALESSANDRA.docx (D103082896)	 1
SA	Justo_L_T2.docx Document Justo_L_T2.docx (D106035220)	 1
SA	NARVAEZ_MOISES_ANÁLISIS DE LA DINÁMICA TEMPORAL VEGETACION.pdf Document NARVAEZ_MOISES_ANÁLISIS DE LA DINÁMICA TEMPORAL VEGETACION.pdf (D159270658)	 3
W	URL: https://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=2612 . Fetched: 8/16/2023 10:12:00 AM	 1
W	URL: https://www.google.com.pe/books/edition/M%C3%A1s_all%C3%A1_del_cambio_clim%C3%A1tico/vvUoRldp2... Fetched: 8/16/2023 10:12:00 AM	 1

Entire Document

INFORMACIÓN BÁSICA

FACULTAD

FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES

TÍTULO

“CAMBIO DE COBERTURA VEGETAL EN LA LAGUNA EL OCONAL Y LA VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL EN LA CIUDAD DE VILLA RICA, PASCO CON DATOS LANDSAT EN EL PERIODO 2001 – 2018”

AUTORES (ES):

CACSIRE FLORES, MAYRA ALEXANDRA, CÓDIGO ORCID: 0009-0007 7272-0102, DNI: 46684972

INGA MERCADO LUIS ANDRES, CÓDIGO ORCID: 0009-0002-1409-1663, DNI: 72200907

SALVATIERRA REYES JEAN RODDERIC, CÓDIGO ORCID: 0000-0002-7028-7292, DNI: 44889108

ASESOR:

Mstro. MANUEL DANIEL OLCESE HUERTA, CÓDIGO ORCID:0000-0002-5499-7972, DNI: 07737617

LUGAR DE EJECUCIÓN:

DISTRITO DE VILLA RICA, PASCO

UNIDAD DE ANÁLISIS:

PÍXELES DE LAS IMÁGENES DE SATÉLITE QUE CONFORMAN LA LAGUNA EL OCONAL.

TIPO DE INVESTIGACIÓN:

DESCRIPTIVO CORRELACIONAL

ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN:

CUALITATIVO

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:

NO EXPERIMENTAL

TEMA OCDE: CIENCIAS DEL MEDIO AMBIENTE

DEDICATORIA

A mi madre Lidia Flores, por haber sido mi inspiración y empuje, gracias a ella aprendí lo que es el valor de la convicción para cumplir un objetivo.

A mi padre Julio Cacsire, quien me enseñó a ser perseverante, él fue mi gran soporte durante toda mi etapa universitaria, gracias por cada consejo y por abrazarme cuando ya no podía más.

A mi hermana Lidia Marlene, por enseñarme a soñar y decirme que los sueños si se cumplen, este logro también va para ti allá en el cielo.

Mayra Cacsire

Dedico esta tesis a mis padres por haberme forjado como la persona que soy, gracias a sus enseñanzas y valores aprendí que nunca debo de darme por vencido y que los objetivos con mucho trabajo y esfuerzo se llegan a cumplir. A mis hermanas que día a día aprendo mucho de ellas, son motivación para esforzarme en cumplir metas de vida, y a mi abuelo Hernán que, con sus recuerdos, ayudo a fortalecer mi mente para ser una mejor persona cada día.

Luis Inga

A Dios, por la vida que me da, a mí querida madre Zoraida Reyes, quien con sus sabios consejos y su amor me impulsó a ser mejor cada día y a no rendirme, a mi padre Hugo Salvatierra, que me apoyó emocionalmente y a mis hermanos "Carlos y Sheila" que siempre estuvieron alentándome incondicionalmente para lograr mis metas.

Jean Salvatierra

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a Dios, tu amor y tu bondad no tienen fin, nos permites sonreír ante todos nuestros logros que son consecuencia de tu ayuda, y cuando tropezamos y nos pones a prueba, aprendemos de nuestros errores y nos damos cuenta de que siempre hay alguien allí, para fortalecernos y apoyarnos.

Un agradecimiento especial para nuestras familias, padres, abuelos, hermanos, tíos y amigos, quienes siempre estuvieron pendiente de nuestro proceso, gracias por cada uno de sus consejos y aportes para nuestro proceso universitario.

Al ingeniero Juan Palacios, por sus grandes conocimientos en Sistemas de Georreferenciación espacial y sus amplios aportes en la presente investigación.

ÍNDICE

ÍNDICE	7
RESUMEN	13
ABSTRACT.....	14
INTRODUCCIÓN	15
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	16
1.2. Formulación del problema.....	19
1.2.1. Problema general	19
1.2.2. Problemas específicos	19
1.3. Objetivos.....	19
1.3.1. Objetivo general	19
1.3.2. Objetivo específico	19
1.4. Justificación	20
1.4.1. Justificación ambiental	20
1.4.2. Justificación teórica.	20
1.4.3. Justificación normativa legal	21
1.4.4. Justificación metodológica	21
1.4.5. Justificación económica	21
1.4.6. Justificación social	22
1.4.7. Justificación práctica	22
1.4.8. Justificación tecnológica	22
1.5. Delimitantes de la investigación	23
1.5.1. Delimitante teórica	23
1.5.2. Delimitante temporal	23
1.5.3. Delimitante espacial	24
II. MARCO TEÓRICO	24
2.1 Antecedentes	24
2.1.1 Antecedentes internacionales	24
2.1.2 Antecedentes nacionales	28
2.2. Bases teóricas	31
2.2.1 Cobertura Vegetal.....	32

2.3.2 Temperatura superficial	43
III. HIPÓTESIS Y VARIABLES	53
3.1. Hipótesis	53
- Hipótesis general	53
- Hipótesis específicas	53
3.1.1 Operacionalización de variable	53
IV. METODOLOGÍA	57
4.1. Diseño metodológico	57
4.2. Método de investigación	57
4.3. Población y muestra	59
4.4. Lugar de estudio y periodo de desarrollo	59
4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información	61
4.5.1 Técnicas	61
4.6. Análisis y procesamiento de los datos	63
4.7. Aspectos éticos en investigación	64
V. RESULTADOS	66
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	83
VII. CONCLUSIONES	87
VIII. RECOMENDACIONES	89
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91
X. ANEXO	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Unidades de cobertura vegetal	18
Tabla 2. Clasificación de la cobertura vegetal	39
Tabla 3. Operacionalización de las variables	54
Tabla 4. Coordenadas de la laguna El Oconal	60
Tabla 5. Clasificación de la vegetación según NDVI	72
Tabla 6. Variación de la superficie vegetal presente en la laguna El Oconal en función del tiempo	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa ecológico del Perú, 1975. Tomada de la Autoridad Nacional del Agua.	42
Figura 2 Sistema geográfico de zonas de latitud	46
Figura 3 Perfil vertical de la temperatura del mar en latitudes medias en verano	48
Figura 4 Laguna El Oconal,2023. Tomada de Google Maps	60
Figura 5 Extracción de imágenes satelitales. Tomadas de "Teledetección Ambiental, la observación de la tierra desde el espacio".	62
Figura 6 Ciudad de Villa Rica y Laguna El Oconal, 2023. Tomadas de Google Earth Pro.	66
Figura 7 Área de estudio, 2023. Tomada de Google Earth Engine	67
Figura 8 Imágenes satelitales Landsat, 2023. Tomadas de Google Earth Engine.	67
Figura 9 Imágenes Satelitales Landsat 2000. Tomada de Google Earth Engine.	68
Figura. 10 Imagen Satelital Landsat 5, 2010. Tomada de Google Earth Engine.	70
Figura 11. Imagen Satelital Landsat 5, Laguna El Oconal 2010. Tomada de Google Earth Engine.	70
Figura 12 Imágen Satelital Landsat 5, Ciudad de Villa Rica 2010. Tomada de Google Earth Engine.	71
Figura 13. Imagen Satelital Landsat 5, Laguna El Oconal 2010. Tomada de Google Earth Engine.	71
Figura 14 Representatividad del valor de NDVI en los periodos de tiempo escogidos	74
Figura 15 Porcentaje de cobertura vegetal en el objeto de estudio	75
Figura 16. Aumento de la cobertura vegetal en función de los periodos de tiempo	77
Figura 17 Variación de la temperatura en función de los periodos de tiempo	79
Figura 18. Prueba de correlación de Pearson periodo 2001-2006	81
	10

Figura 19. Prueba de correlación de Pearson 2006-2010.	82
Figura 20. Prueba de correlación de Pearson periodo 2010-2018.	82

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ONU: Organización de las Naciones Unidas

ODS: Objetivo de Desarrollo Sostenible

ARCGIS: conjunto de productos de software

NDVI: Índice de vegetación de diferencia normalizada.

SPSS STATISTIC: siglas en inglés Statistical Package for Social Sciences

UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

EDA: Evaluación de Desempeño Ambiental

Ha: Hectáreas

MDVR: Municipalidad de Villa Rica

TM: Temperatura del mar

Ts: Temperatura superficial

Tsm: Temperatura superficial del mar

Rtp: Evapotranspiración potencial total

SCV: Superficie con cobertura vegetal.

Spixelescv: Superficie con píxeles de cobertura vegetal en la laguna

%CV: porcentaje de cobertura vegetal.

IRC: infrarrojo cercano.

Rnir: Reflectancia de la banda Infrarroja Cercano

Rred: Reflectancia de banda del Rojo visible.

%VTS: Porcentaje de variación de la temperatura superficial.

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo relacionar el cambio de la cobertura vegetal en la Laguna el Oconal y la variación de la temperatura superficial en la ciudad de Villa Rica utilizando las imágenes Landsat recabadas del periodo 2001 al 2018. El diseño de la presente investigación fue no experimental, del tipo descriptivo, con enfoque hipotético deductivo. Entre las técnicas utilizadas se encuentran las imágenes satelitales de los Landsat 5 y 8. Entre los instrumentos a utilizar se incluyeron los Software Google Earth Engine, y Arcgis, así como también una ficha de registro para la recopilación y análisis de datos, extraídos desde las imágenes satelitales, en las que se incluyen características singulares de las imágenes tales como: nombre del sensor, código de la imagen, año de toma de la imagen, entre otras. El estudio se dividió en 2 etapas, una etapa de recopilación de información empleando la ficha de registro para la extracción de datos de las imágenes satelitales y la segunda etapa de gabinete, en donde se empleó el programa Arcgis para el procesamiento de las imágenes y obtención de valores por cada de variable, se extrajeron datos del cambio de la cobertura vegetal y la variación de la temperatura superficial mediante las imágenes Landsat en el periodo de 2001-2018. Los resultados obtenidos empleando el programa Arcgis para el cambio de la cobertura vegetal, indico que existe un 52.3% de superficie de la laguna El Oconal con áreas de baja vegetación para el periodo 2001, mientras que para el periodo 2018 el área con baja vegetación disminuyó en un 11.99%. Respecto a la temperatura superficial las temperaturas variaron entre 25 °C a 33 °C. Finalmente aplicando la correlación de Pearson para poder saber cuan asociadas se encuentran estas variables, el índice de correlación concluyó que ambas variables se encuentran inversamente proporcionales, indicando que, a mayor temperatura, menor temperatura superficial y viceversa para este caso.

ABSTRACT

The present investigation had as objective to relate the change of the vegetation cover in the Laguna el Oconal and the variation of the surface temperature in the city of Villa Rica using the Landsat images collected from the period 2001 to 2018. The design of the present investigation was not experimental, of the descriptive type, with a hypothetical deductive approach. Among the techniques used are the satellite images of Landsat 5 and 8. The instruments used included the use of Google Earth Engine and Arcgis Software, as well as a registration form for the collection and analysis of data extracted from the images. Satellite data, which include peculiar characteristics of the images such as sensor name, image code, year the image was taken, among others. The study was divided into 2 stages, an information gathering stage using the registration form for the extraction of data from the satellite images and the second cabinet stage, where the Arcgis program was used to process the images and obtain of values for each variable, data on the change in vegetation cover and the variation in surface temperature were extracted using Landsat images in the period 2001-2018. The results obtained using the Arcgis program for the change in vegetation cover, indicated that there is 52.3% of the surface of the El Oconal lagoon with areas of low vegetation for the 2001 period, while for the 2018 period the area with low vegetation decreased. by 11.99%. Regarding the surface temperature, the temperatures varied between 25 °C to 33 °C. Finally, applying the Pearson correlation to know how associated these variables are, the correlation index concluded that both variables are inversely proportional, indicating that the higher the temperature, the lower the surface temperature and vice versa in this case.

INTRODUCCIÓN

Las actividades humanas tienen un impacto significativo sobre la diversidad biótica, sobre el clima, los ciclos biogeoquímicos, en la hidrología, en la degradación y en la calidad de los componentes ambientales (agua, tierra, aire) y esto se da en todo el mundo, además de ello, se afecta directamente a la capacidad de los sistemas biológicos, todo con el fin de sustentar las demandas del hombre. (Jorge Escandón Calderón de al - 2019). La cobertura vegetal cumple un rol fundamental en los lagos y lagunas, ya que según la ONU (ONU,2017).

Asimismo, estudios realizados en países como México, Colombia y Costa Rica, indican que es posible realizar la evaluación del cambio de la cobertura vegetal mediante los Software de análisis espacial, empleando una clasificación espectral a través de índices de vegetación (NDVI) detectados por bandas de infrarrojos percibidos por las imágenes satelitales de los Landsat 5 y 8. (Rosseau, 1997). Por otro lado, otros estudios indican que el cálculo y variación de la temperatura superficial se evalúa a partir de la medición de valores espectrales de las bandas térmicas de las imágenes Landsat 5 y 8 en un determinado intervalo de tiempo, para ello se estableció una fórmula que permite realizar el cálculo de la temperatura de superficie (Martínez, 2020).

El presente estudio tiene como propósito relacionar directamente el cambio de la temperatura superficial de la laguna El Oconal y la variación de la temperatura de la ciudad de Villa Rica. Con la finalidad de poder establecer acciones estratégicas nacionales que, permitan gestionar y prevenir futuras pérdidas de cuerpos de agua influenciados por temperaturas superficiales de ciudades que se desarrollan alrededor de ellos, y generen impacto significativo, de los servicios ecosistémicos.

Finalmente, el crecimiento de zonas urbanas dentro de un ecosistema, sin un plan sostenible en la gestión de recursos naturales, podría traer en consecuencia las pérdidas de las coberturas vegetales y de los recursos naturales.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

Las actividades humanas tienen un impacto considerable sobre la diversidad biótica, sobre el clima, los ciclos biogeoquímicos, en la hidrología, en la degradación y en la calidad de los componentes ambientales (agua, tierra, aire) y esto se da en todo el mundo, además de ello afectan a la capacidad de los sistemas biológicos para sustentar las demandas del hombre. (Jorge Escandón Calderón de al - 2019).

La cobertura vegetal cumple un rol fundamental en los lagos y lagunas, ya que según la ONU (ONU,2017), quienes establecen Objetivos de desarrollo sostenible, en el cual establecen el ODS (Objetivo de Desarrollo Sostenible) 15: Gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras, detener la pérdida de biodiversidad, Vida de Ecosistemas terrestres (ONU, 2017). Asimismo, durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, quienes reafirman su compromiso de limitar el aumento de la temperatura mundial a 1,5 grados centígrados por encima de los niveles preindustriales, que tiene como acuerdo la creación de programas para la adaptación de los países más vulnerables o en desarrollo, y de esta manera poder crear beneficios para el manejo de sus la cual tuvo como acuerdos la creación del programa para la adaptación de las personas que viven en las comunidades más vulnerables al clima para 2030.(COP27,2022).

Por otro lado, como parte de los compromisos internacionales, el Perú, además, participó voluntariamente en una evaluación de su desempeño ambiental bajo las reglas de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE). en la cual se reconoce el gran aporte del Perú en el proceso de aportes de servicios ecosistémicos criterios que se vienen avanzando y se reconoce lo avanzado en el tema climático, además se identifica el reto a seguir. La Evaluación del Desempeño Ambiental (EDA) que establece las pautas de lo que el país debe hacer

para ser ambientalmente más sano y con mejor calidad de vida— representa un primer paso del proceso para formar parte de la OCDE (Minam, 2016).

El crecimiento de las ciudades amplía las áreas urbanas, reemplazando las funciones y servicios ambientales generados por los paisajes de coberturas naturales y seminaturales preexistentes, lo que genera modificaciones importantes en los ecosistemas, en ocasiones irreversibles (Palacios, 2019).

El Crecimiento demográfico poblacional de Iquitos desde la década del 70 hasta el presente ha superado las tasas departamentales y de todo el Perú, creciendo a un ritmo superior a su tasa (6,1%), debido a una fecundidad elevada y al flujo migratorio, incidiendo directamente en la expansión espacial y física de las áreas urbanas y periurbanas de la ciudad (Rodríguez, 1994).

El Mapa Nacional de Cobertura Vegetal está conformado por unidades espaciales definidas y clasificadas en base a criterios geográficos, fisonómicos, condición de humedad y excepcionalmente florísticos. La memoria descriptiva del mapa muestra la distribución geográfica, superficie y características biofísicas generales de los diversos tipos de cobertura vegetal que cubren el país, como por ejemplo los bosques lluviosos y los palmerales pantanosos (aguajales) de la selva baja, los bosques lluviosos de la selva alta, los bosques secos del noroeste, los bosques relictos andinos, los herbazales altoandinos (pajonales, bofedales), los matorrales andinos, etc. (Minam 2015, Mapa nacional de cobertura vegetal: memoria descriptiva).

Tabla 1. Unidades de cobertura vegetal

Unidades de cobertura	Símbolo	Superficie (ha)	%
Unidades antrópicas de cobertura vegetal			
Plantación Forestal	Pf	77 460	6,03
Agricultura costera y andina	Agri	5 792 395	4,51
Áreas de no bosque amazónico	Ano – ba	7 731 105	6,02
Otras coberturas			
Área altoandina con escasa y sin vegetación	Esv	2 600 210	2,02
Glaciar	Gla	191 856	0,15
Banco de arena	Ba	249	0,0002
Desierto costero	Dc	7 114 513	5,54
Humedal costero	Huc	2863	0,002
Albúfera	Albú	265	0,0002
Vegetación de isla	Is	186 475	0,15
Centro minero	Mi	25 011	0,02
Lagunas, lagos y cochas	L/Co	922 188	0,72
Río	R	1 274 297	0,99
Estero	Est	69	0,0001
Infraestructura	Infra	7 803	0,01
Represa	Re	9754	0,01
Área urbana	U	169 790	0,13
Canal Internacional	Ci	864	0,001
Estuario de virillá	Ev	3308	0,003
Mar peruano			

Nota: Tomada del Mapa nacional de cobertura vegetal, Memoria descriptiva 2015. P.89.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿En qué medida se relaciona el cambio de cobertura vegetal de la laguna el Oconal con la variación de la temperatura superficial de la ciudad de Villa Rica, Pasco con datos Landsat en el periodo 2001-2018?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿De qué manera ha cambiado de cobertura vegetal en la laguna El Oconal, mediante el análisis espectral de bandas 3, 4 y 5 de las imágenes Landsat 5 y Landsat 8 durante el periodo 2001-2018?
- ¿Cómo ha variado la temperatura superficial de la ciudad de Villa Rica, Pasco mediante el análisis espectral de bandas 6 y 10 de las imágenes Landsat 5 y Landsat 8 durante el periodo 2001-2018?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Relacionar el cambio de cobertura vegetal en la laguna El Oconal y la variación de la temperatura superficial en la ciudad de Villa Rica, Pasco con datos Landsat en el periodo 2001 – 2018.

1.3.2. Objetivo específico

- Evaluar el cambio de la cobertura vegetal en la laguna El Oconal mediante el análisis espectral de bandas 3, 4 y 5 de las imágenes Landsat 5 y Landsat 8 durante el periodo 2001-2018.
- Evaluar la variación de la temperatura superficial de la ciudad de Villa Rica, Pasco mediante el análisis espectral de bandas 6 y 10 de las imágenes Landsat 5 y Landsat 8 durante el periodo 2001-2018.

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación ambiental

El presente estudio permitió adoptar medidas ante la reducción de la superficie acuática y de esta manera, contribuir al beneficio de las más de 100 especies de aves, tales como: el Zambullidor menor, Rascón negruzco, Jacana barbuda, Craca de lados rufos, Gallinula morada. Frecuentemente es visitada con nuevas aves como el recientemente avistado Avefría del Sur, Calle (2016), registradas en la laguna El Oconal.

El enfoque ambiental para la conservación de los ecosistemas, en el Perú es uno de los países con mayor diversidad a nivel mundial por su complejidad Vegetal, climática, etc, el mapa de cobertura vegetal en el Perú nos ofrece información geográfica de diferentes tipos de cobertura vegetal existentes en el país, esto basado en las imágenes satelitales del año 2011 con una escala de 1:100 000 por lo que se tiene un total de 60 unidades de cobertura vegetal y 16 a otro tipo de coberturas.

Finalmente, la presente investigación se empleó como base para salvaguardar la conservación de la biodiversidad para la toma de decisiones por los organismos gubernamentales que estén interesados en las mejoras y en el cumplimiento de los Objetivos del Desarrollo Sostenible.

1.4.2. Justificación teórica.

La importancia de la medición de la variación de la vegetación en el espacio - tiempo para cuerpos de aguas tal como se analizará en la laguna El Oconal de la ciudad de Villa Rica, y garantiza el grado de expansión de la cobertura vegetal sea medido de manera.

El mapa de cobertura vegetal en el Perú nos ofrece información geográfica de diferentes tipos de cobertura vegetal existentes en el país, esto basado en las imágenes satelitales del año 2011 con una escala de 1:100 000 por lo que se tiene un total de 60 unidades de cobertura vegetal y 16 a otro tipo de coberturas.

La relevancia de la teledetección nos va a ayudar a definir la temperatura superficial como la energía que emiten los cuerpos en la superficie terrestre los cuales nos ayudan a determinar la variación de la temperatura superficial y nos ayuda a identificar y a gestionar los recursos naturales.

1.4.3. Justificación normativa legal

- Constitución Nacional del Perú 1993, Cap. 2, art 66, 67, 68, 69.
- Ley N° 28611 General del ambiente
- Ley N° 26834.- Ley de Áreas Naturales Protegidas.
- Ley de Recursos Hídricos, la Autoridad Nacional del Agua.

1.4.4. Justificación metodológica

El servidor Google Earth Engine es una herramienta recurrente, que permite de manera directa extraer información sobre las imágenes satelitales de todo el globo terrestre, permitiendo evaluar particularidades geológicas y vegetativas, además permite es de acceso libre. Asimismo, en la presente investigación se trabajó con una ficha de registro de datos como instrumento, que permitió obtener datos específicos de la información que se extrae. Finalmente, las imágenes que se emplearon pertenecen a los satélites Landsat 5 y Landsat 8, son los que se encuentran en órbita de acuerdo a los años estudiados.

1.4.5. Justificación económica

Al Implementar el proyecto “Cambio de cobertura vegetal en la laguna El Oconal y la variación de la temperatura superficial en la ciudad de Villa Rica, Pasco con datos Landsat en el periodo 2001 – 2018”, aportará un gran beneficio económico a la población de Villa Rica, debido a que la gestión del Humedal laguna El Oconal será más eficiente, y con el apoyo de la Municipalidad Distrital de Villa Rica - MDVR, y se espera que una parte de la inversión pública de la municipalidad, se destine a realizar proyectos de preservación y conservación del ecosistema, con esto traerá más puestos de trabajo para el poblador de Villa Rica, que nos ayudará a controlar el incremento de la cobertura vegetal en la laguna El Oconal y en consecuencia un aumento del turismo generando una

economía sustentable para la población que tiene por principales actividades el turismo como miradores, embarcaderos, botes y servicios de alimentación, agronomía, pesca.

El Oconal se encuentra registrada en el MINCETUR como recurso turístico y se encuentra considerado en el Plan Estratégico Regional de Turismo de Pasco (2019 – 2025), el cual lo describe como uno de los recursos turísticos más importantes del distrito y su importancia reside en la gran variedad de fauna y flora presente, además de ser un importante punto de paso de aves migratorias.

1.4.6. Justificación social

El ecosistema Humedal Laguna El Oconal, es un elemento determinante de la conformación del paisaje local, por lo que es considerado el principal atractivo turístico natural de Villa Rica. Los pobladores, estudiantes, escritores y compositores realizan textos, pinturas y otros, basados en el paisaje, animales, vegetación y otros elementos del área. Entre las publicaciones más conocidas podemos nombrar: El Oconal, Laguna de los dioses.

1.4.7. Justificación práctica

El presente estudio que se realiza en el siguiente proyecto tiene como finalidad encontrar la relación entre la temperatura superficial y el cambio de la cobertura vegetal de la laguna por lo que se podría generar Planes de Gestión en conservación o Planes de conservación para un sostenimiento ambiental y a la vez sirva de precedente para aplicarse en situaciones similares donde se tenga una planificación urbana contigua a una laguna, lago, humedal o cualquier otro cuerpo de agua en donde la población con el apoyo de las autoridades y las instituciones competentes, puedan proponer una mejor gestión sobre sus recursos con los que cuenta.

1.4.8. Justificación tecnológica

La teledetección es un proceso tecnológico mediante el cual, se obtienen datos de la superficie terrestre por medio de sensores, los cuales están instalados en plataformas espaciales. El proceso interactivo electromagnético entre el terreno y el sensor, genera una serie de datos que son interpretables de la tierra (Instituto Geográfico Nacional, 2020).

En ese sentido la teledetección es un gran avance tecnológico, ya que, a través del análisis de las imágenes capturadas por los satélites de observación terrestre, han demostrado ser una herramienta eficaz para generar información espacial sobre Humedales Altoandinos, y cuerpos de agua (García y Otto, 2015).

1.5. Delimitantes de la investigación

1.5.1. Delimitante teórica

El índice de vegetación NDVI, brinda algunos resultados que nos permiten diferenciar de manera precisa a la cobertura vegetal en un cuerpo de agua, por lo cual esto sería apoyado con una exhaustiva búsqueda bibliográfica y la aplicación de otros indicadores espectrales de vegetación que apoyarán al NDVI en el análisis más preciso de la cobertura vegetal en el cuerpo de agua. Asimismo, para el cálculo de la temperatura superficial en la ciudad de Villa Rica se utilizará medios satelitales como el Landsat 8, posterior a ello se obtendrá la variación de la temperatura superficial referida en un periodo determinado.

1.5.2. Delimitante temporal

Limitar el periodo en el cual va a ser estudiado el proyecto 2001-2018. Las imágenes de satélite representan cobertura nubosa y sombras que pueden dar falsos negativos que obstruyen la información, no permitiendo tener un adecuado dato para el análisis de la laguna. Para esto en el presente estudio en el periodo 2001-2018, se segmenta en subperiodos de acuerdo a un análisis, de un mínimo de cobertura nubosa, que debe cumplir con un umbral menor al 10% de cobertura nubosa, por ende, la subdivisión de periodos.

En cuanto a las limitantes de la investigación, se presentarán debido a la limitación temporal a la escasa disponibilidad y adquisición de imágenes satelitales y estudios científicos en años anteriores, esto último debido a la carencia de equipos adecuados para el desarrollo de estudios eficientes de los parámetros vegetativos y de temperatura superficial en la fuente hídrica. Así mismo, el estudio está centrado en la descripción de la evolución vegetativa y cambio de la temperatura superficial debido a que, en la práctica por aspectos temporales en cuanto al desarrollo de permisos y accesibilidad a la información, limitan la presente investigación.

1.5.3. Delimitante espacial

La investigación está referida a la laguna El Oconal, del distrito de Villa Rica de la provincia de Oxapampa, región Pasco.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

La redacción de antecedentes se emplea para mencionar hallazgos previos al estudio de investigación que se está ejecutando, que brindarán aportes significativos que contribuyen a la investigación, precisando y aclarando metodologías (Risco, 2020).

2.1.1 Antecedentes internacionales

- 2.1.1.1.** Salinas et al. (2020), "Análisis multitemporal de cambios de uso de la tierra en San Fernando, Tamaulipas, durante el periodo 1987 a 2017". Tuvo como objetivo evaluar el cambio de uso de la tierra en el municipio de San Fernando, Tamaulipas, México, en el periodo de 1987 a 2017. Se utilizó el método de clasificación por segmentación de imágenes satelitales, de los años 1987, 1997, 2007 y 2017, el cual, permitió disminuir el ruido característico de la clasificación basada en píxeles. Sin embargo, fue necesario editar los resultados, para eliminar nubes y sombras, y minimizar los efectos de confusión entre cobertura vegetal y zonas agrícolas con cultivos presentes, para impedir el introducir cambios de uso de tierras artificiales en las estadísticas obtenidas. El análisis multitemporal demostró una clara tendencia en la disminución de la cobertura vegetal y del área sin vegetación aparente. Tuvo como conclusión que el método de clasificación por segmentación de imágenes Landsat evaluó detalles a nivel de parcelas, en el cambio de uso de la tierra (CUT), aunque los

objetos pequeños fueron asimilados por áreas homogéneas de mayor tamaño. Este inconveniente pudo ser subsanado mediante su recuperación manual y posterior edición. El aporte principal de la investigación es obtener en un espacio geográfico la magnitud en superficie de los cambios de uso de tierra mediante imágenes Landsat y píxeles, la diferencia involucrada en el cambio de la cobertura vegetal, siendo estas verificadas analíticamente.

2.1.1.2. Quevedo et al. (2020), “Deforestación y cambios en la cobertura vegetal del archipiélago de Jambelí, utilizando imágenes satelitales Landsat 8”, el objetivo de la investigación fue determinar los cambios presentados en la cobertura vegetal del Archipiélago de Jambelí al año 2019 con el análisis de imágenes satelitales Landsat 8 en el periodo 2014 - 2019, evaluados por medio de los índices espectrales del paquete RStoolbox del software R y analizar los parámetros socioeconómicos que afectan la degradación de la cobertura vegetal de la zona, y las causas que provocan los cambios en el ecosistema natural del archipiélago. Se empleó por metodología las imágenes satelitales Landsat 8, el software como manejo de la información, usando análisis temporal para verificar los cambios presentados en el territorio, junto con la corrección de bandas de imágenes satelitales y los índices espectrales evaluados. Se concluyó que el estudio determina reducción en la cobertura vegetal presente con valor por debajo de 0.0 que en todos los índices determinan valores negativos en la cobertura vegetal los valores promedios para todos los índices son de 0,2 para cobertura en mal estado y hasta 0,8 cobertura en buen estado respectivamente. El aporte principal de la investigación fue que los índices espectrales son herramientas factibles para el estudio de la degradación de la cobertura vegetal o del ecosistema, pero dependerá el índice del tipo de análisis que se vaya a determinar.

2.1.1.3. Gonzales y Ramirez (2022), “Evaluación de patrones temporales en la dinámica para el cambio de cobertura vegetal en zonas rurales tropicales durante el periodo 2013-2018. Caso de estudio Chaguaní-

Colombia". Tuvo como objetivo analizar las modificaciones de la cobertura vegetal en el municipio de Chaguaní-Cundinamarca, teniendo como referencia las tasas de cambio del NDVI, su procesamiento a partir de la combinación de las bandas del infrarrojo cercano y la reflectividad en el rojo del espectro electromagnético desde el 2013 hasta el 2018. Como metodología se utilizó una herramienta de análisis, el índice de vegetación, para identificar la cobertura vegetal. En tanto el Índice de Vegetación Normalizado [NDVI] es el primer insumo para la caracterización de la vegetación en zonas rurales, el procesamiento del NDVI se establece a partir del geoprocesamiento de imágenes satelitales con el software ArcGis v10.6, que permite obtener el compuesto de falso color de las imágenes Landsat 8 con las bandas de infrarrojo cercano. Los datos son obtenidos de la plataforma USGS Earth Explorer (s.f.), para la clasificación de la información. El aporte principal de la investigación se basa en la importancia del procesamiento y análisis a partir del NDVI es una buena estrategia para la conformación de bases cartográficas, ya que la accesibilidad de imágenes satelitales permite hacer estudios multitemporales de manera económica, proporciona información importante para analizar extensión de cultivos y su calidad, la cual es complementaría con la clasificación supervisada, que analiza la tipología de la vegetación teniendo en cuenta sus características.

2.1.1.4. Martínez-Barbachano (2019), "Estimación de la temperatura superficial en imágenes históricas Landsat 5 mediante corrección atmosférica Monocanal en el térmico para la cuenca del río Tempisque-Bebedero (Costa Rica)", se presentó la investigación con el objetivo de tener la temperatura superficial a partir de una serie temporal de imágenes Landsat-5 TM adquiridas en el año 2001 sobre el Pacífico norte de Costa Rica. Con el método Monocanal por la función inversa de Planck. Se calculó la temperatura superficial a partir del método Monocanal, basado en la ecuación de transferencia

radiactiva, para ello, se tuvieron en cuenta los aportes de valor. Todo el procesamiento de imágenes que sustenta la presente metodología se realizó con la herramienta “calculadora de mapas” de GvSIG 2.4. La cual concluye en la utilidad de esta metodología monocanal de obtención de temperatura superficial permite aproximaciones históricas (como la presente, del año 2001) muy precisas acerca de cómo contribuyen las coberturas artificiales en la formación de islas de calor urbano en el pasado. El aporte significativo es que esta metodología también sirve para el análisis de las correlaciones existentes entre temperatura del aire y temperatura superficial en diferentes tipos de coberturas de la zona intertropical y en zonas con diferentes relieves.

2.1.1.5. Manzanilla-Quiñones (2023), “Estimación de islas de calor urbanas en la ciudad de Uruapan, Michoacán, México”, tuvo como objetivo determinar las islas de calor urbanas (ICU) a través del uso de datos meteorológicos de temperatura máxima e imágenes satelitales en Uruapan, Michoacán, México. Mediante el uso de registros de temperatura máxima de la estación meteorológica Jicalán (CFE) del periodo 1963-1998 e imágenes satelitales Landsat 8 del periodo 2013-2021, como metodología se empleó como herramienta el uso de imágenes Landsat 8 debido a las bandas multiespectrales y su corrección para obtención de imágenes claras eliminando en su disposición objetos oscuros y los efectos derivados de la dispersión atmosférica. Se tuvo como conclusión que se generaron islas de calor urbano en diversos puntos del espacio geográfico analizado esto por el incremento poblacional, infraestructura, edificaciones, creación de concreto y asfalto. Como importancia del estudio se refleja la cantidad de incremento poblacional y de edificaciones impacta directamente con el incremento de la temperatura superficial del espacio geográfico.

2.1.2 Antecedentes nacionales

2.1.2.1. Palacios et al. (2019), “Predicción de la pérdida de la cobertura vegetal por aumento de áreas urbanas en Iquitos, Perú, la investigación tuvo como objetivo determinar un escenario de predicción para la pérdida del bosque en la ciudad de Iquitos al 2029. En el desarrollo de la parte metodológica se procedió a procesar del servidor Google Earth Engine(GEE) para la obtención de datos del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) desde las imágenes Landsat entre el periodo 1999 y 2018, lo que permitió, aplicar redes neuronales artificiales y autómatas celulares, generar un escenario para el año 2029. El cálculo y clasificación del NDVI, se realizó con los raster de reflectancia TOA, aplicando la siguiente ecuación: $NDVI = (\rho_{NIR} - \rho_R) / (\rho_{NIR} + \rho_R)$, se procedió a clasificar el NDVI en cuatro clases de uso: construido, vegetación no intervenida, vegetación intervenida y agua. Finalmente concluye que, el servidor Google Earth Engine GEE permite obtener datos procesados de imágenes de satélite que son útiles y efectivos, los escenarios obtenidos fueron moderados y sustanciales, con una tendencia a la pérdida de la vegetación por aumento de la categoría “construido” en la ciudad de Iquitos y alrededores. Brindar un aporte para el cálculo del indicador de cobertura vegetal NDVI medible en una determinada superficie.

2.1.2.2. Moncada y Willems (2020), “Análisis espacial y temporal de la temperatura superficial en la microcuenca Apacheta mediante datos térmicos Landsat”. El objetivo de esta investigación fue determinar la evolución espacial y temporal de la temperatura atmosférica local de la microcuenca Apacheta en Ayacucho en los últimos 34 años, utilizando la temperatura superficial del suelo (TSS) como aproximación. Se tuvo como metodología utilizar los datos térmicos de la serie Landsat (sensores TM, ETM+ y TIRS), que abarcan el período comprendido entre 1985 y 2018. Las estimaciones de TSS se realizaron a partir de la corrección de emisividad de las temperaturas

de brillo a nivel del techo de la atmósfera, considerando el efecto atmosférico despreciable debido a las condiciones de alta transmisividad atmosférica de la zona de estudio. Tuvo como conclusión que se permite identificar y diferenciar las zonas frías de las calientes, además de su variación en el tiempo. La investigación nos brindó como aporte que la teledetección sirve como fuente de datos, para analizar patrones espacio temporales de TSS, correlaciones intrínsecas con NDVI y el contenido de humedad en el suelo en diferentes estaciones.

2.1.2.3. Chambe et al. (2021), "Análisis multitemporal de la laguna Suches y del vigor de la vegetación del bofedal de Huaytire, Tacna". El objetivo de la investigación es evaluar el cambio del área del espejo de agua de la laguna Suches, evaluar el cambio de los valores de NDVI del bofedal de Huaytire durante los años 1975 a 2020. El método utilizado para la medición del cambio del área de espejo del agua de la laguna fue el análisis de imágenes satelitales obtenidas del Servicio Geológico de los Estados Unidos – USGS (Landsat 2, Landsat 5, Landsat 7 y Landsat 8). Se calculó el Índice Normalizado Diferencial de Vegetación (NDVI) y el Índice Diferencial de Agua Normalizado (NDWI que, cuyo cálculo de índices NDVI y NDWI fue realizado a través de la herramienta calculadora Ráster empleando el software Qgis. Los resultados obtenidos en la laguna Suches y los bofedales de Huaytire no son atípicos en contraste a los acontecimientos mundiales, encontrándose dentro de lo esperado. Se determinó el cambio del área del espejo de agua de la laguna Suches (23.75%) y el cambio de los valores de NDVI del bofedal de Huaytire (31.43%), evidenciándose una importante reducción entre los años 1975 a 2020, sugiere el empleo de índices para el cálculo del cambio de la cobertura vegetal en un cuerpo de agua.

2.1.2.4. Rodríguez (2022), "Análisis temporal del NDVI del humedal de Purumpampa en Huamachuco y su relación con la expansión urbana".

Tuvo como objetivo realizar un análisis temporal del índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI, por sus siglas en inglés) de la flora presente en el humedal de Purumpama a través de imágenes satelitales del Landsat 8, contrastando los resultados obtenidos del NDVI con un análisis temporal en Google Earth e identificando la relación con la expansión urbana y sus repercusiones en el ecosistema. La metodología que se usó fue de imágenes satelitales Landsat 8 y Google Earth, delimitando el área de estudio según lo establecido por planes de la Municipalidad Provincial Sánchez Carrión. Como conclusión se tuvo que a partir del análisis temporal del NDVI de la flora presente en el humedal de Purumpampa, se logró determinar que existe una disminución gradual y constante de áreas con cobertura vegetal en las zonas Sur y Sureste. La importancia del estudio se centra en cálculos de NDVI en una serie de años determinados para contrarrestar el crecimiento poblacional de un territorio usando imágenes satelitales para dicho fin.

2.1.2.5. Quispe y Révolo (2020), Revista enfoque UTE "Temperatura superficial y estado de la vegetación del bosque de *Polylepis* spp, distrito de San Marcos de Rocchac, Huancavelica - Perú". Presentaron el artículo de investigación que tiene como objetivo relacionar la temperatura superficial y los índices de vegetación durante los 9 meses del año 2018 – 2019, con un promedio de 9 imágenes clasificadas en 20 valores naturales y, finalmente, analizar la influencia de la temperatura sobre el estado de la vegetación del bosque de *Polylepis* distrito de San Marcos de Rocchac, Huancavelica - Perú. Como metodología se utilizó 9 imágenes satelitales del Sensor Landsat 8 OLI/TIRS, evaluadas mediante la percepción remota, aplicando correlación r Pearson e hipótesis estadística t student. El cálculo Temperatura Superficial Terrestre (LST) con la Ecuación general de la temperatura superficial terrestre (Anandababu et al., 2018; Carnahan y Larson, 1990), Obtención de imágenes satelitales se utilizó 9 imágenes

satelitales Landsat 8 OLI/TIRS, tomadas durante los años 2018 y 2019; con cubierta de nubes terrestre 50 %, georreferenciación Path 6 y Row 68 extraído del Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS) cuyo sitio web es <https://earthexplorer.usgs.gov/>, Test de correlación (LST – NDVI, NDWI, SAVI y MSI) durante los 9 meses del año 2018 – 2019. Concluyendo que, se confirma que en los 9 meses que duró el monitoreo no existió correlación estadística pero que en promedio de las 9 imágenes clasificados en Jenks Natural Breaks sí existe correlación; TVX confirmó la influencia de temperatura superficial sobre el estado de vegetación dentro del bosque a través del tiempo. La importancia de este artículo es la metodología del cálculo de la temperatura superficial terrestre y la forma de subdividir en cuatro índices de vegetación que presentó correlaciones medianamente bajas; adicional a ello también se constata que el test de hipótesis t de student afirma que no existe correlación entre la temperatura superficial y los índices de vegetación.

2.2. Bases teóricas

Desde el punto de vista de los métodos de protección de los ecosistemas, el Perú es uno de los países con mayor diversidad de ecosistemas en el mundo, caracterizado por una gran variedad de plantas, clima, paisaje y suelo complejos. La flora y la vegetación están representadas por una amplia variedad de formas de vida vegetal o formas de crecimiento que se extienden por paisajes que van desde llanuras desérticas y semidesérticas, llanuras aluviales con selvas tropicales, hasta paisajes de colinas y montañas. El mapa de cobertura vegetal del Perú elaborado por el Ministerio del Ambiente brinda la información más actualizada sobre la superficie, características generales y distribución geográfica de las diversas coberturas vegetales que se encuentran en el país. Está compilado a partir de imágenes de satélite de 2011 interpretadas a una escala de 1:100.000; el área más pequeña cartografiada es de 16 ha, excepcionalmente 5 ha mostraron un total de 60 unidades de cobertura vegetal y 16 unidades pertenecientes a otros tipos de cobertura. Basado en mapas

nacionales de cobertura vegetal: Memoria Descriptiva/Ministerio de Medio Ambiente (MINAM 2015).

2.2.1 Cobertura Vegetal

El enfoque de medición de la variación de la vegetación espacio-temporal, en contextos de cuerpos de agua continentales (Palacios et al. 2019), mientras que, el cambio se realizó utilizando una matriz de tabulación cruzada de Pontius (Pontius Jr. et al., 2004). Finalmente, el grado de expansión fue medido con la proporción de aumento del área de la cobertura vegetal (Shirvani et al 2017).

La detección de los cambios temporales y espaciales en la cobertura vegetal es un indicador importante de la dinámica de los ecosistemas (Gonzaga-Aguilar, 2015); además, es esencial para el mejor entendimiento del estado y el monitoreo de las variaciones en el vigor vegetativo, abundancia y distribución de la cobertura vegetal de una región determinada (Oliveros, 2015).

En las últimas décadas, el cambio climático ha sido uno de los ejes principales del desarrollo de políticas de desarrollo a nivel global y ahora nacional, regional e incluso local. El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) tiene la tarea global de desarrollar ejes estratégicos basados en el conocimiento tecnológico, científico y socioeconómico para abordar las consecuencias de este fenómeno (IPCC 2013). Esto está relacionado no solo con el proceso de industrialización, sino también con los cambios en la cubierta terrestre, como la deforestación y la expansión de los límites agrícolas, que a su vez provocan cambios en las propiedades radiactivas de la superficie terrestre y por ende intensifican sus efectos como, por ejemplo, albedo y emisividad (Pabón-Caicedo 2003, 112).

Una de las formas de evaluar los cambios en la cobertura y el uso de la tierra, es a través del uso de las escenas registradas por los satélites que están orbitando la tierra (Brown et al., 2000; Nagendra et al., 2004). Esta alternativa se ha utilizado para analizar otras coberturas y asociaciones vegetales (Walker, 2004; Mas et al., 2004; Britos & Barchuk, 2008).

El seguimiento de la productividad y el desempeño temporal y espacial de la vegetación son algunos de los principales desafíos en la investigación a partir de técnicas de teledetección, (Moulin et al., 2003; Chiesi et al., 2005; Lermite et al., 2008). Mediante el uso de la teledetección es posible obtener información de las propiedades de la vegetación. Hasta cierto nivel es posible separar los tipos en regeneración de vegetación maduros (Foody et al., 1996). La reflectancia del infrarrojo cercano (TM4) proporcionó información adecuada de la densidad de vegetación, en especial cuando se relaciona con área foliar y biomasa en hojas verdes y actividad fotosintética (Spanner et al., 1990; Baret y Guyot. 1991).

2.2.1.1 Defensa de la definición de la cobertura vegetal

La importancia de la observación del cambio de la cobertura vegetal en la Laguna El Oconal es sumamente crucial, donde se puede identificar variaciones en el ecosistema del cuerpo de agua, esto puede tener consecuencias significativas para el desarrollo sostenible del mismo, así como también impactos negativos a las actividades humanas realizadas en la ciudad de Villa Rica, ubicada en la zona limítrofe con El Oconal. Por ello se complementó el estudio mediante imágenes Landsat y se pudo verificar el comportamiento de diversos factores influyentes en el cambio de la cobertura vegetal en la Laguna El Oconal.

A) Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI)

Respecto a la variable de cambio de la cobertura vegetal, según Chuvieco (1995) que menciona que los componentes espectrales emplearon zonas rojas e infrarrojas que están próximas al espectro electromagnético para la detección de la clorofila en superficies. Asimismo, se analizó la cobertura vegetal mediante los índices espectrales que traen consigo la connotación de las otras dimensiones, las cuales se propusieron netamente por análisis in situ o en el desarrollo del mismo proceso.

Para ello propuso la ecuación del índice de diferencia normalizada (NDVI), permitió analizar la vegetación en las superficies terrestres y acuáticas, mediante el empleo de imágenes de satélite. Se generó de acuerdo a las diferentes bandas

del espectro electromagnético, se aplicaron ecuaciones para la obtención del índice de vegetación y el resultado debe oscilar entre -1 y 1 (Roseu et al. 1974).

$$NDVI = \frac{(R_{nir} - R_{red})}{(R_{nir} + R_{red})} \quad (1)$$

Dónde: R_{nir} = Reflectancia de la banda Infrarroja Cercano.

R_{red} = Reflectancia de banda del Rojo visible.

De acuerdo a la oscilación del índice de vegetación normalizada (-1 y +1), se determina que cuando el índice se encuentra entre 1 y 0.1 se aprecia la presencia de vegetación, cabe resaltar que si el indicador se encuentra en 0.1 es una zona desnuda o con cuerpos de agua, mientras que si se acerca al 1 indica una población vegetal más vigorosa. El IRC, hace referencia a la banda del infrarrojo cercano y R banda del rojo (Yengoh et al. 2015).

Finalmente se pudo concluir que mientras el valor sea positivo (1-0.1) indicar un suelo con abundancia de vegetación, cerca al 0 son suelos desnudos, y los valores negativos hacen referencias a las nubes, nieves, agua.

B) Porcentaje de cobertura vegetal

El porcentaje de cobertura vegetal en una determinada superficie terrestre, se pudo calcular en función del NDVI (índice de diferencia normalizada), que se calculó a partir de la combinación de las bandas infrarrojas cercanas y bandas rojas de la imagen Landsat. Para tal fin es necesario establecer el umbral de NDVI que se considere representativo de la cobertura vegetal. El umbral varió según la región y tipo de superficie que se ha analizado.

Ya establecido el umbral, las imágenes se clasificaron en dos categorías: píxeles con valores de NDVI mayor o igual al umbral representativo de cobertura vegetal, y los píxeles con valores de NDVI menores que el umbral, que representan otras peculiaridades del paisaje, tales como agua, suelo llano, etc.

De acuerdo a lo mencionado y descrito se procede a definir matemáticamente el cálculo de la cobertura vegetal. Se obtiene dividiendo el número de píxeles de la

categoría de cobertura vegetal entre el número total de píxeles en la imagen y multiplicado por 100, proporcionando una aproximación de porcentaje de la imagen que está cubierta por vegetación.

$$\%CV = \frac{S_{pixelescv}}{S_{pixelestotales}} \times 100 \quad (2)$$

En donde:

$S_{pixelescv}$ = Superficie con píxeles de cobertura vegetal en la laguna

$S_{pixelestotales}$ = Superficie total de cobertura vegetal presente en la zona de estudio.

C) Aumento de la cobertura vegetal

El aumento de la cobertura vegetal, también se realizó mediante un cálculo, el cual el principal factor interviniente es el NDVI (índice de vegetación de diferencia normalizada), para ello, la fórmula para calcular el aumento de la cobertura vegetal empleando imágenes Landsat se da de la siguiente manera:

$$\%A = \frac{(SCV_{t2} - SCV_{t1})}{SCV_{t1} \times T} \quad (3)$$

En donde:

SCV_{t2} : Es el valor del índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) obtenido a la fecha más reciente (por ejemplo, después de un periodo de lluvias).

SCV_{t1} : Es el valor de NDVI obtenido en una fecha anterior (por ejemplo, después de un periodo de sequía).

El resultado se expresa en porcentaje.

Se comparó el NDVI entre dos fechas diferentes, se pudo determinar cuánto ha aumentado o disminuido la cobertura vegetal del área de estudio. Las imágenes Landsat son herramientas útiles para este cálculo, porque tienen una alta calidad de resolución para cubrir grandes áreas terrestres.

2.2.2 Temperatura superficial

En las últimas décadas, el uso de imágenes satelitales ha crecido hasta el punto de convertirse en una herramienta esencial para monitorear los procesos ambientales y el cambio global. En este sentido, el significado histórico de la familia de satélites Landsat marca un punto de inflexión en 1985 con la introducción del sensor Thematic Mapper, que permitía a los usuarios obtener información a partir de una base histórica de más de 25 años de imágenes térmicas a un ancho espacial. de 120 metros. resolución. En las últimas décadas, la teledetección espacial ha experimentado un nuevo impulso con nuevos sensores y plataformas que permiten la adquisición de magnitudes o variables geofísicas de alto valor geográfico. En la amplia gama de estas variables, la temperatura del suelo es el principal tema de investigación de la teledetección térmica. De hecho, la temperatura superficial es una fuente esencial de información cualitativa y cuantitativa sobre los procesos que ocurren en la superficie terrestre, lo que permite caracterizarlos, analizarlos y modelarlos. (NASA, 2020)

En Chuvieco (1995) utilizó técnicas de teledetección para definir la temperatura superficial como una medida de energía térmica radiada por objetos en la superficie terrestre, detectada por sensores remotos satelitales y ubicada en el rango espectral de la Tierra.

Para calcular la Temperatura superficial se utiliza la siguiente fórmula:

$$T_s = \frac{k_2}{\ln\left(\frac{k_1}{L_1} + 1\right)} \quad (4)$$

Donde k_2 y k_1 son los coeficientes de calibración en unidades ($W/m^2/sr \cdot 1/\mu m$), respectivamente, (Chander et al. 2009), mientras que L_1 es el ráster de radiancia corregida y el resultado se obtiene en grados kelvin.

La estimación de la temperatura superficial está condicionada, principalmente, por el contenido de vapor de agua de la atmósfera (especialmente sensible en la zona intertropical) y la emisividad de la superficie estudiada. Por todo ello, una correcta estimación de la temperatura superficial implica necesariamente la consideración y corrección de estos factores. (Martínez, 2020)

Se ha desarrollado un método generalizado de un solo canal para recuperar la temperatura de la superficie terrestre a partir de datos de detección remota para cualquier sensor térmico con un valor medio máximo de ancho completo cercano a 1 metro y validado en diferentes sitios de prueba. Los mejores resultados se obtienen para aquellos canales térmicos con longitud de onda efectiva cercana a 11 metros (Juan C. Jiménez-Muñoz, José A. Sobrino)

La variación de la temperatura superficial se da principalmente por una transformación de la cubierta terrestre, como por ejemplo la pérdida de los bosques o los cuerpos de agua (Marín, 2019).

2.2.2.1 Defensa de la definición de la temperatura superficial

Actualmente, las ciudades de la región amazónica están experimentando un crecimiento exponencial ya que los habitantes son explotados y buscan viviendas alternativas para acceder a los servicios básicos y mejorar la calidad de vida. Con esto en mente, y con base en datos anteriores, el crecimiento de la población ha sido mayor en el Condado de Villarrica durante los últimos 10 años, con impactos en los servicios del ecosistema. Además, la región amazónica es una región lluviosa con más precipitaciones. Por otro lado, la temperatura superficial se considera un factor importante en el desarrollo de los ecosistemas y servicios ambientales de la Tierra, y al mismo tiempo su desarrollo está influenciado por la presencia de vapor de agua en la atmósfera, que actualmente se observa. valorado. La temperatura de la superficie en el área de Villa Rica se puede estimar mediante la evaluación de imágenes satelitales utilizando herramientas geoespaciales como la teledetección satelital.

La temperatura superficial se considera una medida calorimétrica que incluye la energía térmica y el efecto directo de la condensación en los cuerpos de agua, que se evalúa en el rango espectral infrarrojo térmico. Es fungible y analiza la evolución de la temperatura superficial en la zona dada, lo que permite reconocer las necesidades de los ecosistemas para el desarrollo de la población, y su finalidad es, en primer lugar, generar datos previos de análisis de temperatura

en la zona que actualmente no existe y para lograr asegurar una adecuada gestión de los servicios ecosistémicos y de distribución urbana en la región amazónica.

A) Variación de la temperatura superficial

El análisis de los cambios de temperatura superficial en el espacio geoespacial se basa en el uso de imágenes satelitales de teledetección, teniendo en cuenta el rango del espectro infrarrojo térmico, donde los cambios de temperatura superficial indican transiciones superficiales, como la ausencia de áreas verdes, bosques o cuerpos de agua.

El cambio en la temperatura de la superficie depende del período de detección, donde TSt1 es la imagen de satélite térmica creada en el período de tiempo 1 y TSt2 es la imagen de satélite térmica creada en el período de tiempo 2. El siguiente período se divide por la diferencia en el período de análisis representado por T como se muestra en la ecuación.

$$\%VTS = \frac{(TS_{t2} - TS_{t1})}{T} \quad (5)$$

En donde:

T= periodo de tiempo de evaluación

TS= temperatura superficial en un periodo de tiempo.

2.3 Marco conceptual

2.3.1 Cambio de cobertura vegetal

La cobertura vegetal en Perú se clasifica por escala de estudio, área mínima de estudio y resolución espacial del material satelital. Para clasificar la cobertura vegetal se creó una jerarquía de unidades de cobertura vegetal, reflejada en la leyenda del mapa (Cuadro 2), con base en criterios generales a específicos

como: geografía, clima, geomorfología y topografía. Y estos se describen a continuación:

Tabla 2. Clasificación de la cobertura vegetal

	Macro-provincia de humedad	Formación vegetal	Tipos de cobertura vegetal	Superficie			
				(ha)	(%)		
Tropical (selva baja)	Perhúmedo	Bosque	Bosque inundable de palmeras (aguajal)	5 570 736	4,33		
			Bosque de terraza inundable por agua negra	1 215 814	0,95		
			Bosque de llanura meándrica	2 117 010	1,65		
			Bosque de terraza baja	7 091 445	5,52		
			Bosque de terraza baja con castaña	20 497	0,02		
			Bosque de terraza alta	3 983 722	3,10		
			Bosque de terraza alta con castaña	854 502	0,66		
			Bosque de colina baja con shiringa	148 428	0,12		
Tropical (selva baja)	Perhúmedo	Bosque	Bosque de colina baja con castaña	204 329	0,16		
			Vegetación esclerófila de arena blanca (varillal)	54 370	0,04		
			Bosque de colina baja	23 991 362	18,67		
			Bosque de colina alta	1 975 221	1,54		
			Bosque de colina alta del Divisor	375 624	0,29		
			Bosque de montaña	3 658 450	2,85		
		Herbazal y sabana	Herbazal hidrofítico (pantano herbáceo)	814 212	0,63		
			Sabana hidrofítica de palmeras	6585	0,01		
		Bosque con bambú			Bosque de terraza baja con paca	157 382	0,12
					Bosque de terraza alta con paca	92 377	0,07
					Bosque de colina baja con paca	3 784 671	2,94
					Bosque de colina alta con paca	716 719	0,56
Bosque de montaña con paca	3495				0,003		
Bambusal		Pacal	29 444	0,02			
Yunga	Subhúmedo	Bosque	Bosque semideciduo de montaña	18 473	0,01		
			Bosque de terraza baja basimontano	3116	0,002		
			Bosque inundable de palmeras basimontano	4884	0,004		
			Bosque de terraza alta basimontano	370	0,0003		
			Bosque de montaña basimontano	7 650 282	5,95		
	Perhúmedo - Semisaturado	Bosque	Bosque de montaña montano	3 072 387	2,39		
			Bosque de palmeras de montaña montano	13 697	0,01		
			Bosque de montaña altimontano	831 825	0,65		
			Bosque de montaña basimontano	136 356	0,11		

Andina (Vertiente Occidental Andina e Interandina y Puna)	Húmedo - Semisaturado	bambú	con paca				
			Matorral	Matorral esclerófilo de montaña montano	2508	0,002	
				Matorral arbustivo altimontano	26 227	0,02	
	Semiárido	Sabana		Sabana xérica interandina	116 762	0,09	
				Bosque xérico interandino	441 182	0,34	
		Bosque		Bosque relicto mesoandino	27 478	0,02	
				Bosque relicto mesoandino de coníferas	1160	0,001	
				Bosque montano occidental andino	90 002	0,07	
		Subhúmedo - superhúmedo	Herbazal y otras		Bosque relicto altoandino (queñoal)	101 533	0,08
					Jalca	153 674	0,12
				Páramo	85 495	0,07	
	Matorral			Pajonal andino	18 192 418	14,16	
				Bofedal	544 562	0,42	
	Árido - superhúmedo	Matorral		Matorral arbustivo	7 496 882	5,83	
				Cardonal	2 564 734	2,00	
		Desecado - árido	Herbazal y otras		Tillandsial	7182	0,01
				Loma	256 901	0,20	
		Bosque		Bosque seco ribereño	30 235	0,02	
	Costa	Superárido - semiárido	Bosque	Bosque seco tipo sabana	1 409 839	1,10	
Bosque seco de piedemonte				157 036	0,12		
Bosque seco de lomada				33 267	0,03		
Bosque seco de colina baja				454 285	0,35		
Bosque seco de colina alta				300 391	0,23		
Bosque seco de montaña				1 279 156	1,00		
		Manglar	5644	0,004			
Subhúmedo		Bosque	Bosque subhúmedo de montaña	34 747	0,03		

Nota. Tomada del Mapa nacional de cobertura vegetal, Memoria descriptiva 2015. P.21.

2.3.1.1 Criterio geográfico

La aplicación de este criterio consistió en dividir el territorio en cuatro (4) grandes regiones naturales, como son:

la Amazonía tropical o selva baja, que es una gran área natural con una estructura forestal en la superficie, y que es de gran valor en términos de biomasa vegetal y riqueza de especies; además, soporta una precipitación anual de 1000 a unos 4000 mm, una temperatura media anual superior a los 24 °C. Geológicamente, es parte del antepaís amazónico, caracterizado por

levantamientos o hundimientos y acumulación de sedimentos fluviales. (Kalliola et al., 1993).

La yunga o selva alta constituye una gran ecorregión, ubicada en el flanco oriental de los andes peruanos, desde los 800 m. s. n. m. (CDC-Unalm, 2010).

La región andina consta de dos áreas bien definidas: una zona conocida como vertiente occidental e interandina, que se caracterizan por un predominio de matorrales, que incluyen suelos de pastos (en su mayoría temporales) y pequeños parches de remanentes de bosque. Geológicamente predominan las rocas ígneas y volcánicas.

La costa se caracteriza por la influencia de la Corriente de Perú, que proviene de un gran desierto con escasa vegetación; la llamada ecorregión del desierto de Sechura incluye colinas, productos de la niebla invernal y un bosque costero pequeño y angosto. En el norte dominan los llamados bosques secos debido a las precipitaciones (CDC-Unalm, 2006).

Otra zona, considerada la ecorregión Puna, se ubica en la parte alta de esta vasta área a más de 3500 m.s.n.m. No son. m, aquí dominan los pastizales mezclados con una pequeña cantidad de arbustos y pequeños bosques. Se desarrollan en mesetas altas, zonas onduladas e incluso zonas escarpadas.

2.3.1.2 Criterio bioclimático

Este criterio implica la división de grandes regiones naturales en regiones más pequeñas, como las provincias húmedas, definidas en el mapa bioclimático de la clasificación mundial de biozonas propuesto por L.R. Holdridge (Mapa Ecológico del Perú, 1975). Las áreas húmedas están definidas por el coeficiente de evapotranspiración potencial (R_{tp}) = evapotranspiración potencial anual total / precipitación media anual, lo que permite definir un ambiente con ciertas características en relación con el equilibrio de calor y humedad. Para los propósitos de este mapa, se ha considerado conveniente agrupar ciertas provincias de humedad en unidades más grandes denominadas macroprovincias

de humedad definidas por un rango de valores de Rtp. Húmedo-perhúmedo: Revtp 0,25-1,00

- Perhúmedo-semisaturado: Revtp 0,0625-0,50
- Húmedo-semisaturado: Revtp 0,0625-1,00
- Subhúmedo-superhúmedo: Revtp 0,125-2,00
- Subhúmedo-perhúmedo: Revtp 0,25-2,00
- Subhúmedo: Revtp 1,00-2,00
- Semiárido: Revtp 2,00 -4,00
- Árido-semiárido: Revtp 2,00-8,00
- Árido-perhúmedo: Rtp 0,25-8,00
- Superárido-semiárido: Revtp 2,00-32,00
- Desecado-árido: Revtp 4,00-64,00

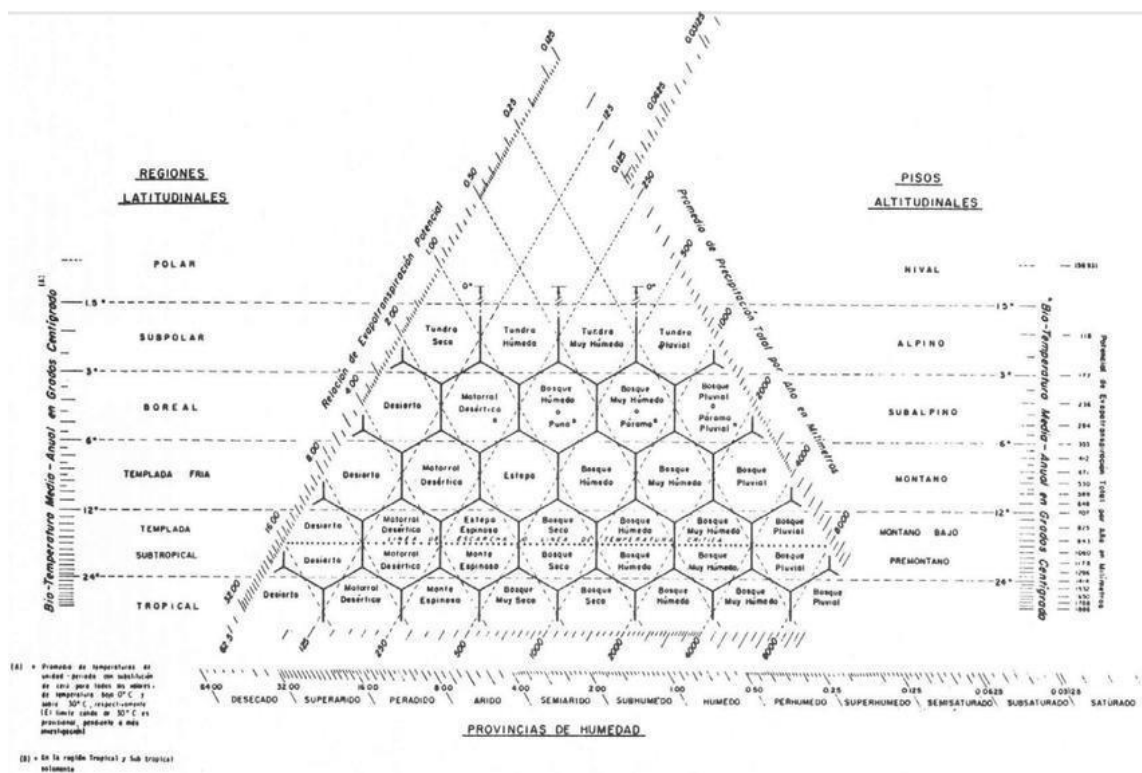


Figura 1. Mapa ecológico del Perú, 1975. Tomada de la Autoridad Nacional del Agua.

En particular, la vegetación forestal de Yuga se divide en tres (3) estratos altitudinales principales, principalmente debido a los importantes gradientes térmicos que existen de un rango altitudinal a otro. En estos niveles, la

vegetación presenta características geomórficas y florísticas diferentes a pesar de mantener la misma humedad. Estos son:

- Basimontano: 800-2000 m. s. n. m.
- Montano: 2000-3000 m. s. n. m.
- Altimontano: 3000-3600 m. s. n. m.

2.3.1.3 Criterio bioclimático

El estándar se basa en la clasificación de la vegetación a nivel fitomorfológico, que está directamente relacionado con su forma de vida o forma biológica primaria. Estos son: Bosque: predominan árboles o palmeras arborescentes.

- Matorral: predominan arbustos sobre otras formas de vida vegetal.
Herbazal: predominan hierbas sobre otras formas de vida vegetal.
- Bosque con bambú: mixtura entre árboles y cañas.
- Bambusal: predominan las cañas sobre otras formas de vida vegetal.

2.3.1.4 Criterio fisiográfico

La norma se basa en la clasificación de la vegetación en función del terreno en el que se encuentra. Como todos sabemos, existe una relación directa entre el suelo y las plantas, y para expresar el suelo, las personas usan una forma indirecta de expresarlo, es decir, los accidentes geográficos. (terrazas, colinas, montañas, etc.). Se aplica estrictamente a la selva amazónica, el bosque de Guja y el bosque costero seco.

2.3.2 Temperatura superficial

El concepto de temperatura es tan familiar como difícil de definir sin los recursos de la termodinámica.

El calor no es más que una forma de energía que se puede convertir en trabajo mecánico (primera ley de la termodinámica), la temperatura se puede considerar como un indicador del nivel de calor del cuerpo, la transferencia de calor de un objeto más caliente a otro es mínima (segunda ley de la termodinámica) (Andrade et al, 2012).

Las formas de transmitirse el calor son las siguientes:

- **Conducción:** A medida que se agitan las moléculas del cuerpo, el calor se transfiere a las moléculas vecinas.
- **Convección:** El calor se redistribuye en el interior de los fluidos mediante corrientes.
- **Radiación:** La energía se transmite mediante ondas electromagnéticas, sin la necesidad de la materia.

En la tierra, el calor se transfiere por conducción. Su capacidad para recolectar y transferir calor es variable y depende del contenido de humedad; cuanto mayor sea el contenido de humedad, mayor será su conductividad eléctrica y capacidad calorífica. En el agua el calor puede transmitirse por conducción y por convección (si las circulaciones no son verticales sino en flujo turbulento se dice que se transmite por turbulencia).

En el aire, el calor se transfiere por conducción, convección, turbulencia y radiación, pero como el aire es un mal conductor, la mayor parte de la transferencia de calor ocurre por conducción y/o turbulencia.

2.3.2.1 Distribución geográfica de la temperatura

Se puede ver en el mapa de isotermas que la distribución horizontal de la temperatura en la tierra está determinada por la latitud y la distribución tierra-mar, y la razón principal de tal distribución es la latitud. (Figura).

Se pueden distinguir las siguientes zonas:

- Zona ecuatorial

Abarca la franja de 0 a 10° de latitud norte y sur.

Recibe una insolación intensa a lo largo de todo el año. No se registran variaciones térmicas estacionales ni diarias. El día y la noche tienen igual duración.

- Zona tropical

Situada entre los 10 y los 23° de latitud norte y sur, tiene como límites los trópicos de Cáncer y Capricornio.

La insolación anual es intensa, ya que junto a la zona ecuatorial son las que reciben una mayor insolación por unidad de superficie, al incidir sobre ellas los rayos solares casi perpendicularmente.

En estas dos zonas, ecuatorial y tropical, las amplitudes térmicas se ven moderadas por la existencia de gran cantidad de vapor de agua en la atmósfera.

A medida que nos alejamos del ecuador y nos acercamos a los polos las amplitudes térmicas diurna y anual (diferencia entre el mes más cálido y el más frío) se van marcando cada vez más, siendo el régimen térmico menos regular.

- Zonas de latitudes medias

Están ubicados entre los 35 grados de latitud norte y los 55 grados de latitud sur. En estas áreas, los rayos del sol inciden en la superficie terrestre en un ángulo mayor, lo que determina una disminución gradual de la temperatura promedio del aire. De acuerdo con la inclinación del eje de la Tierra, se pueden distinguir claramente dos estaciones:

- En verano, los días son largos y las noches cortas, y la radiación está en balance positivo.

- En invierno, las noches son más largas que los días y se forma una temperatura negativa.

Estos hechos determinarán importantes cambios periódicos en los regímenes térmicos y amplitudes térmicas anuales y diurnas.

- Zonas árticas y antárticas

Ubicadas entre los 60° y 75° norte y sur. En estas zonas se registran las variaciones máximas entre el día y la noche.

- Zonas polares

Se ubican entre los 75° y 90° norte y sur. Son zonas de máxima amplitud térmica y con un gran déficit de radiación solar: los rayos del sol caen más

oblicuamente durante los seis meses en que tienen luz y reciben muy poca radiación, que se vuelve nula durante los seis meses de oscuridad.

Se produce un descenso latitudinal de la temperatura, a veces interrumpido por grandes irregularidades en la distribución de océanos y continentes.

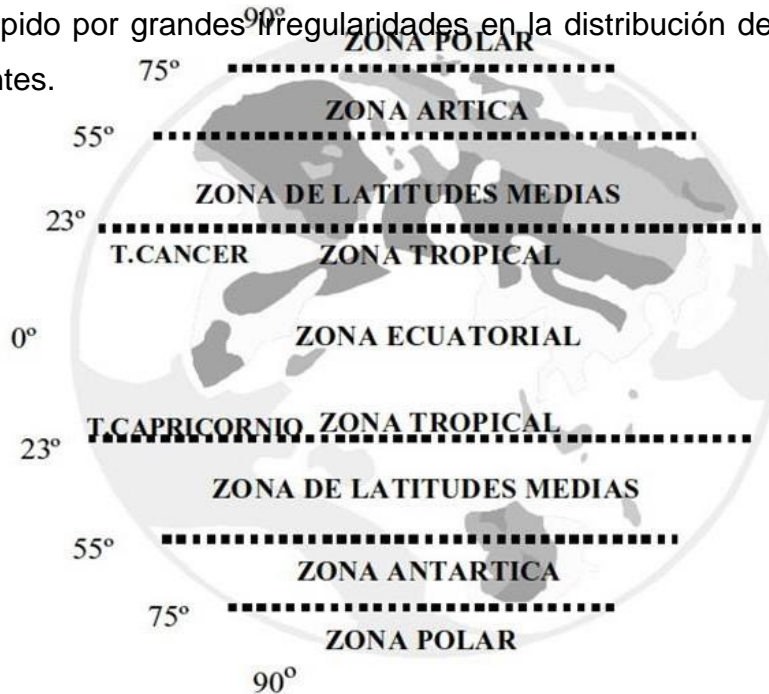


Figura 2. Sistema geográfico de zonas de latitud

2.3.2.2. Bases teóricas de la interpretación de la Temperatura superficial del mar

En la parte superior del océano (~10 m), la estructura térmica vertical es compleja y variable, según el grado de turbulencia oceánica y los flujos de calor y humedad generados en el océano y la atmósfera superficial en contacto directo con el océano de la superficie, del mar.

En cualquier caso, la medición de la temperatura superficial depende de la tecnología y tipo de sensor utilizado, la posición vertical de la medición en la columna de agua y el tiempo de medición.

Se requiere un conocimiento a priori de la estructura térmica vertical océano a océano, en particular de las variables que dan forma a la zona térmica oceánica en la región del Mediterráneo occidental.

2.3.2.3. Conceptos

Los datos de temperatura del océano obtenidos por teledetección corresponden a la capa más cercana a la superficie en contacto directo con la atmósfera. Es esta capa la que recibe y transmite la radiación electromagnética, es decir, controla la temperatura de brillo observada por los sensores, conocida en la literatura como temperatura superficial del mar (skin sea surface temperature, o SSST). Esta temperatura de la superficie del mar no es exactamente igual a la que miden los radiómetros in situ porque cualquier contacto del medidor con el agua introduce ruido. Cabe señalar que la mayoría de las mediciones de campo no se realizan en la superficie misma, sino a una profundidad de un metro o a pocos metros de ella: se realizan con termistores instalados en embarcaciones de investigación o en embarcaciones comerciales o pesqueras, estos termistores permiten tal instalación. termómetros y en algunos casos medición de temperatura a una profundidad de 3 a 7 metros. También se pueden realizar mediciones desde una red de boyas con termistores de 0,5 a 3 metros. En algunos trabajos de validación de datos se pueden realizar mediciones en los primeros 10-20 cm, pero estos son la excepción. Es decir, las medidas in situ corresponden a centímetros o incluso metros de agua a granel, lo que en las referencias anglosajonas se denomina temperatura a granel.

Por lo tanto, nos referimos a la temperatura del mar in situ (TM) como temperatura de la masa marina anglosajona y temperatura de la superficie del mar medida por satélite (Tsm). Entonces, hay una diferencia entre los dos que tiene que ver con la estructura térmica del océano mismo.

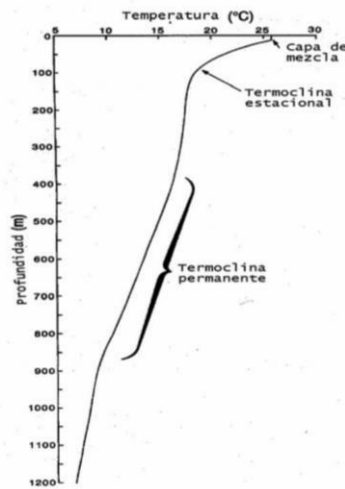


Figura 3. Perfil vertical de la temperatura del mar en latitudes medias en verano

2.3.2.4. La calibración de las medidas de temperatura por teledetección

Las mediciones in situ son importantes para la calibración y verificación de las mediciones de imágenes satelitales infrarrojas, pero tiene muchos problemas que no se han resuelto hasta el momento. Para calibrar los algoritmos utilizados en el procesamiento de imágenes satelitales, se realizó un proceso de regresión entre los datos de "temperatura real" o "verdad del terreno" y los datos de Tsm utilizando sensores remotos. Este método empírico tiene varios inconvenientes: en primer lugar, las boyas recogen datos de 1-2 m por debajo de la superficie, es decir, miden TM, no Tsm, que es medido por sensores de satélite. En segundo lugar, la distribución y el número de boyas, aunque globalmente (no tan regionalmente) se vuelven cada vez más complejos y densos, todavía no están lo suficientemente extendidos. En última instancia, se determinó que la precisión de la recopilación de datos de la boya era de $\pm 0,15$ °C, pero a veces era mayor porque la precisión solo se conocía cuando se desplegaba la boya y no después de un período de funcionamiento (EMERY et al., 2001). Otro tema a considerar cuando se evalúan los datos de "verdad sobre el terreno" es el hecho omnipresente de que las boyas utilizadas, ya sean estacionarias o móviles, no se ubican ni mantienen con el fin de calibrar y validar los datos satelitales, sino que a menudo se instalan para otros fines, por lo general, mide las corrientes

superficiales y, de lo contrario, toma otro rango de datos, como TM. Esta es la llamada boya de coincidencia (en la bibliografía anglosajona). Por lo tanto, se debe esperar que los resultados solo sean confiables si se establece un programa de medición de Tsm para proporcionar datos específicos para la calibración de mediciones satelitales (DONLON et al., 2015). 1999 y Minnet et al., 2001). Esto podría lograrse en parte aumentando el número de expediciones para medir Tsm utilizando radiómetros de barcos para complementar las mediciones de boyas dedicadas a este tipo de trabajo. En cualquier caso, las medidas de las boyas "tradicionales" todavía se pueden usar para verificar Tsm usando un satélite en lugar de un algoritmo de calibración, pero siempre se debe considerar qué medida se toma y cuándo se puede usar para verificar cuánto es. donde se considera una representación en el espacio. Como se mencionó anteriormente, la relación TM a Tsm teóricamente funciona mejor por la noche y cuando la brisa marina es de moderada a fuerte, lo que resulta en una mejor mezcla de las capas más cercanas a la superficie, más cercanas a ambas temperaturas. Por lo tanto, se puede concluir que, si el satélite se verifica con un número de boyas pequeño y desigualmente repartido y en lugares donde no hay boyas instaladas, se debe hacer en imágenes nocturnas y en días ventosos. Relativamente fuerte para una mejor correlación con TM (Quereda et al, 2006).

2.4 Marco Normativo

En la actualidad la escasa información referente al desarrollo de los recursos naturales y la falta de conocimiento sobre la preservación de los ecosistemas, ha traído consigo una inadecuada gestión de los recursos, siendo alterados por el crecimiento demográfico y las escasas política ambientales de regulación para poder proteger dichos recursos a nivel nacional.

Partiendo desde la Constitución Política del Perú aprobada en el año 1993, que en el Capítulo II, con título Del Ambiente y Los Recursos Naturales, indica disposiciones referentes a la preservación de los recursos naturales, en el artículo 66° que los recursos renovables y no renovables, son patrimonio de la nación. En el artículo 67° se refiere a que el estado debe implementar una política nacional del ambiente, para promover la sostenibilidad de los recursos naturales. mientras que en el artículo 68°, indica que el Estado está obligado a promover la

conservación de la diversidad biológica y de las áreas naturales protegidas y finalmente en su artículo 69° refiere al Estado como proveedor del desarrollo sostenible de la Amazonía, mediante políticas adecuadas.

Es por ello que en el año 2005 se aprueba la Ley General del Ambiente, Ley 28611, que establece lineamientos para la adecuada gestión y preservación de los recursos naturales, tal como se menciona en el artículo 9°, que establece una Política de manera regulatoria los recursos naturales que son de interés nacional, de esta manera se garantiza la existencia de ecosistemas saludables, viables y funcionales. En el artículo 11° en el apartado C. sostiene que debe existir un aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, que incluya la conservación de la diversidad biológica, a través de la protección y recuperación de los ecosistemas, las especies y su patrimonio genético. Mientras que en artículo 98° que refiere a la conservación de ecosistemas, que orienta a conservar los ciclos y procesos ecológicos y prevenirlos de los procesos de fragmentación por actividades antrópicas, de esta manera se dictan medidas de recuperación y rehabilitación, teniendo como prioridad los ecosistemas frágiles. Para ello, en el artículo 99° menciona lineamientos a tener en cuenta referente a los ecosistemas frágiles, en el apartado 99.1 indica que las autoridades deben de abordar medidas de protección especial para estos ecosistemas, estudiando sus características y peculiaridades, teniendo en consideración las condiciones climáticas, espaciales y con los desastres naturales. en el apartado 99.2 refiere a que zonas son comprendidas como ecosistemas frágiles tales como desiertos, tierras semiáridas, montañas, pantanos, páramos, jalcas, bofedales, bahías, islas pequeñas, humedales, lagunas alto andinas, lomas costeras, bosques de neblina y bosques relicto. Por último, en el apéndice 99.3, se reconoce la importancia de los humedales como albergues de especies de flora y fauna en particular de aves migratorias.

Finalmente en el año 2009, se aprobó la Ley de Recursos Hídricos, Ley 29338, que tiene como finalidad la protección y sostenibilidad del recurso hídrico, en el cual en su capítulo V referido a la Protección Del Agua, en el artículo 89° menciona la prevención ante efectos de cambio climático, y precisa lo siguiente:

La Autoridad Nacional, en coordinación con la Autoridad del Ambiente, debe desarrollar estrategias y planes para la prevención y adaptación a los efectos del cambio climático y sus efectos sobre la cantidad de agua y variaciones climáticas de orden local, regional y nacional. Asimismo, realiza el análisis de vulnerabilidad del recurso hídrico, glaciares, lagunas y flujo hídrico frente a este fenómeno.

2.5 Definición de términos básicos

2.5.1 Cobertura vegetal en lagunas

La cobertura vegetal es la presencia de especies vegetativas en el suelo, según (Urbina S. et al, 2006), la presencia de las plantas en cualquier región del mundo es un punto importante para el desarrollo del ciclo hidrológico, ya que permiten almacenar agua, que se libera durante la evapotranspiración, para seguidamente ser condensada a punto de rocío, brindando un balance de radiación y energía en la dinámica de los vientos.

Todos estos elementos descritos contribuyen al desarrollo del clima en una región, clima que es aprovechado por los suelos para ser más fértiles y productivos. Si se presenta en alguna fuente hídrica, se podría indicar que dicha fuente hídrica cuenta con una abundante fertilización de la masa de agua y tiene como resultado un crecimiento excesivo perjudicial de plantas acuáticas, entre las que más resaltan se describe a las algas y las macrófitas (Escandón Calderón, et al, 2018).

2.5.2 Teledetección

En síntesis, la superficie terrestre constituye el marco de estudio de la teledetección. En este sentido la teledetección no solo engloba procesos que permiten obtener una imagen desde el aire o el espacio, sino su posterior tratamiento. En efecto la teledetección espacial está definida como aquella técnica que permite adquirir imágenes de la superficie terrestre desde sensores instalados en plataformas espaciales. De tal manera que el sistema de teledetección espacial, está influenciado por una fuente de energía, que supone

el origen del flujo energético emitido por este (teledetección activa). La fuente de energía más importante, obviamente, es la energía solar, la cubierta terrestre, formada por distintas masas de vegetación, suelos, agua o construcciones humanas que reciben la señal energética procedente, y la reflejan o emiten de acuerdo a sus características físicas. Al igual que el sistema sensor, está compuesta por el sensor, propiamente dicho, está tiene como misión captar la energía procedente de las cubiertas terrestres, codificar y guardarla o enviarla directamente a sistema de recepción (Chuvieco, 1990).

2.5.3 Imágenes Landsat

Estas imágenes son imágenes de satélites en órbita como Landsat 5 y Landsat 7 con características similares en cuanto a bandas de onda (3 visibles y 4 infrarrojas), resolución espacial (30 m) y un período de revisita de 16 días, que es el tiempo cuando se utiliza una satélite para tomar imágenes de la misma área.

El área de cada imagen es de 185 x 185 kilómetros cuadrados. Cabe mencionar que, aunque están disponibles cada 16 días, si hay nubes, las imágenes lo reflejarán, haciendo imposible obtener información desde tierra.

2.5.4 Píxeles de las imágenes Landsat

Conjunto de valores ordenados en una matriz, los valores representan la cantidad de energía reflejada por objetos que componen un ambiente o territorio, para el caso de las imágenes satelitales, estas se representan bajo una resolución de 30m x 30m Instituto Geográfico Nacional (2020).

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

- Hipótesis general

El cambio de la cobertura vegetal en la laguna el Oconal se relaciona directamente con la variación de la temperatura superficial de la ciudad de Villa Rica, Pasco, Perú en el periodo 2001 – 2018.

- Hipótesis específicas

- Existirá cambio en la cobertura vegetal de la laguna El Oconal, mediante el análisis espectral de bandas 3, 4 y 5 de las imágenes Landsat 5 y Landsat 8 durante el periodo 2001-2018.
- Existirá cambio de la temperatura superficial de la ciudad de Villa Rica, Pasco, mediante el análisis espectral de bandas 6 y 10 de las imágenes Landsat 5 y Landsat 8 durante el periodo 2001-2018.

3.1.1 Operacionalización de variable

Tabla 3. Operacionalización de las variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Método	Técnica e instrumentos	Metodología
Variable 1: Cambio de cobertura vegetal	En un enfoque de medición de la variación de la vegetación espacio-temporal, en contextos de cuernos de agua continentales (Palacios et al. 2019), que, El cambio se operará utilizando una matriz de tabulación cruzada de Pontius (Pontius Jr. et al., 2004). Finalmente, el grado de expansión será medido con la proporción de aumento del área de la cobertura vegetal (Shrivani et al 2017).	La cobertura vegetal se analiza a partir de la clasificación espectral de índices de vegetación en imágenes de satélite, el cambio vegetal y el aumento de la cobertura vegetal en una superficie hídrica, con las fórmulas para la medición de la pérdida, ganancia o permanencia de la cobertura vegetal en un determinado periodo de tiempo, empleando como instrumentos el registro de datos para recabar las imágenes Landsat 8.	Componente espectral	1. NDVI	Recopilación de datos información - Recopilación de información temática, bibliográfica, estadística, geoespacial satelital - Estandarización de información del geoespacial.	Recopilación de datos información o Registro de recopilación de datos de fuentes diversas y Procesamiento de datos del NDVI se realizará en línea desde la plataforma de Google Earth Engine (Palacios et al., 2019) - Para la clasificación de la cobertura vegetal se utilizará la técnica propuesta por Palacios et al., de 2017	Tipo: Descriptivo Correlacional. Diseño: No experimental Población: La población son todas las unidades de resolución espacial (píxel) de cobertura vegetal en la laguna el Oconal y de temperatura superficial en la ciudad de Villa Rica Muestra: La muestra son todas las unidades de resolución espacial (píxel)
				2. % de cobertura vegetal.		- Clasificación multitemporal de la cobertura vegetal - Validación de la clasificación de la cobertura vegetal	
				3. Cambio de cobertura vegetal	3. % aumento de cobertura vegetal en un tiempo	- Análisis del cambio	

<p>Bajo un enfoque de teledetección, la temperatura Chuvieco (1995) superficial se evalúa define a la en consideración a temperatura su cálculo y 1. superficial como la variación a partir de Temperatura medida de la la medición de superficial energía calórica valores espectrales que emiten los de las bandas cuerpos de la térmicas de las superficie imágenes Landsat 8 terrestre, que es en un determinado intervalo de tiempo, captada por los sensores remotos con la fórmula para Variable 2: Temperatura de los satélites y el cálculo de la superficial que se encuentran tempura de en el rango superficie, espectral del empleando como infrarrojo térmico. instrumento la ficha La variación de la de registro que temperatura compone de superficial se da diferencia de principalmente por valores de una temperatura por un transformación de tiempo determinado. la cubierta terrestre, como por ejemplo la</p>	<p>1. Cálculo de la temperatura superficial</p> <p>2. Variación de la temperatura superficial en referencia al tiempo</p>	<p>cobertura vegetal umbrales de de cobertura - Cálculo de la NDVI. vegetal en la tasa de variación - Para la laguna el de la temperatura validación de se Oconal y de superficial utilizarán datos temperatura de coincidencia superficial en la Análisis de lo clasificado ciudad de Villa estadístico de vs lo real y se Rica obtenidas datos aplicará el índice por cada año - Análisis de de Kappa para del periodo correlación entre evaluar el grado 2001-2018. el aumento de de validez. cobertura vegetal - Para el análisis Técnica de y la variación de del cambio de la recolección: la temperatura cobertura Técnica de superficial aplicaremos la recopilación de técnica de matriz información de tabulación documentaria. cruzada de Instrumento: Pontius e índice ficha de tasa de ficha de aumento de registro de cobertura vegetal en el Procesamiento: tiempo (Shirvani et al., 2019). Criterio de - Para el cálculo inclusión, límite de la de la laguna el</p>
---	---	--

pérdida de los bosques o los cuerpos de agua (Marín, 2019).

temperatura superficial y su variación el tiempo se aplicará la tasa de variación (Castro 2017) - El análisis estadístico se aplicará el índice de correlación cruzada o mixta (Pontius Jr. et al 2004).

Oconal y la ciudad de Villa Rica, sean del periodo 2001-2018 y porcentaje de cobertura de nubes inferior al 10 %.

Nota. Elaboración propia

IV. METODOLOGÍA

4.1. Diseño metodológico

4.1.1 Tipo de Investigación

Según Hernandez, et al, (2014) la investigación que se ejecutó es correlacional, este tipo de estudios tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos (cambio de la cobertura vegetal y variación de temperatura superficial) dentro de una muestra determinada. Asimismo, la investigación que se realizó se centra cuantitativa porque se utilizaron herramientas que permitieron la demostración de la hipótesis basándose en la medición numérica y el análisis estadístico.

4.1.2 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación fue no experimental, su objetivo y su diseño se centran como se ha mencionado, en buscar alguna relación causa efecto entre dos fenómenos que se relacionan a lo largo del tiempo sin la manipulación de las variables (Veiga, De la Fuente, Zimmermann, 2008)

Asimismo, en la investigación se utilizó el diseño de tipo transversal debido a que el análisis se desarrolló en 3 rangos de estudio determinados (2001-2006), (2006-2010), (2010-2018) (Hernandez et al. 2014).

4.2. Método de investigación

Método hipotético deductivo: Debido a que se basa en el empleo de una herramienta ya estudiada y puesta en marcha desde los años 90's, que permite deducir determinados comportamientos de las variaciones de fenómenos en la superficie de la tierra. Buscando describir de manera detallada y completa el aspecto o sujeto investigado, (Popper, 2019).

Para la presente investigación se enfatizó en la extracción y análisis de la data precedente de imágenes Landsat.

El procesamiento de datos con la herramienta que elijamos, permitirá obtener datos de una muestra de sujetos para realizar inferencias válidas para una población más amplia de individuos de características similares (Jimenez, 1996), por lo que utilizaremos las imágenes satelitales Landsat 5 y 8, serán procesadas para el análisis de corrección de imágenes, usando software libre y para el almacenamiento y registro se analizó las curvas de variación de cobertura vegetal y de temperatura superficial. En ese sentido, se detalla a continuación la secuencia de fases que se realizó durante el proceso de investigación:

- Obtención y selección de imágenes
Se usó el programa Google Earth Engine para la obtención de las imágenes generadas por el satélite Landsat (LAND=tierra y SAT=satélite) están conformadas por bandas para las cuales, de acuerdo con la combinación de estas se generan imágenes que permitieron analizar los datos de la NDVI y la Temperatura Superficial.
- Criterio de selección de imágenes con baja nubosidad.
Se realizó de acuerdo al criterio de inclusión y exclusión, en donde se eligió a la imagen que contenga la mínima cantidad de nubes, para continuar posteriormente con su análisis
- Criterio de selección de periodos
En la elección de los periodos de análisis de recolección de datos Landast, recurrimos al impacto producido de manera directa o indirecta por parte de la comunidad y aspectos negativos de la misma sobre la Laguna el Oconal, que posiblemente pudieron genera cambios de la cobertura vegetal y en la temperatura superficial.
- Procesamiento de imágenes en función al cambio de la cobertura vegetal y la variación de temperatura.
El procesamiento de las imágenes Landsat tuvo como herramienta al programa ArcGIS, en donde se procesaron las imágenes de la laguna El Oconal y la ciudad de Villa Rica, obtenidas de los satélites Landsat 5 y Landsat 8.

- Cálculo del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada, porcentaje de cobertura vegetal, aumento de la cobertura vegetal y variación de temperatura en función del tiempo.

Los resultados de los valores por periodo de muestreo establecido, se obtuvo del procesamiento de las imágenes gracias al empleo del programa ARCGIS, que realizó un cálculo automático mediante el análisis espectral de las bandas 3, 4, 5, 6 y 10 en los periodos establecidos en nuestro objeto de estudio.

- Determinación de la relación entre la cobertura vegetal y la variación de la temperatura

Después de la obtención de tablas de todos los datos numéricos por cada periodo de tiempo se empleó el índice de Pearson para obtener la relación entre las variables dentro del análisis, buscando demostrar la proporcionalidad inversa o directa entre ellas.

4.3. Población y muestra

4.3.1 Población: La población de la presente investigación es el espacio geográfico que ocupa el humedal Laguna El Oconal y la ciudad de Villa Rica.

Unidad de Análisis: Número de píxeles de las imágenes de satélite LANDAST con índice de vegetación normalizada (NDVI) y temperatura superficial.

4.3.2 Muestra: La muestra es la misma que la población, se tomó como muestra al tamaño de la población para una mayor exactitud en el estudio, tomadas como criterio en función a la nubosidad de las imágenes en tiempos establecidos.

4.4. Lugar de estudio y periodo de desarrollo

El lugar de estudio se ubica en la región de Pasco, provincia de Oxapampa, en la laguna El Oconal y la ciudad de Villa Rica; la zona de estudio se ubica

en la selva alta (Ver anexo 03). El periodo del estudio comprende del año 2001 al 2018.

Tabla 4 Coordenadas de la laguna El Oconal

Descripción	Departamento	Provincia	Distrito	Coordenadas WGS 84 Z-18S	
				Este	Norte
El Oconal	Pasco	Oxapa	Villa Rica	4693	11889
		Imperial	Rica	25.9	03.9

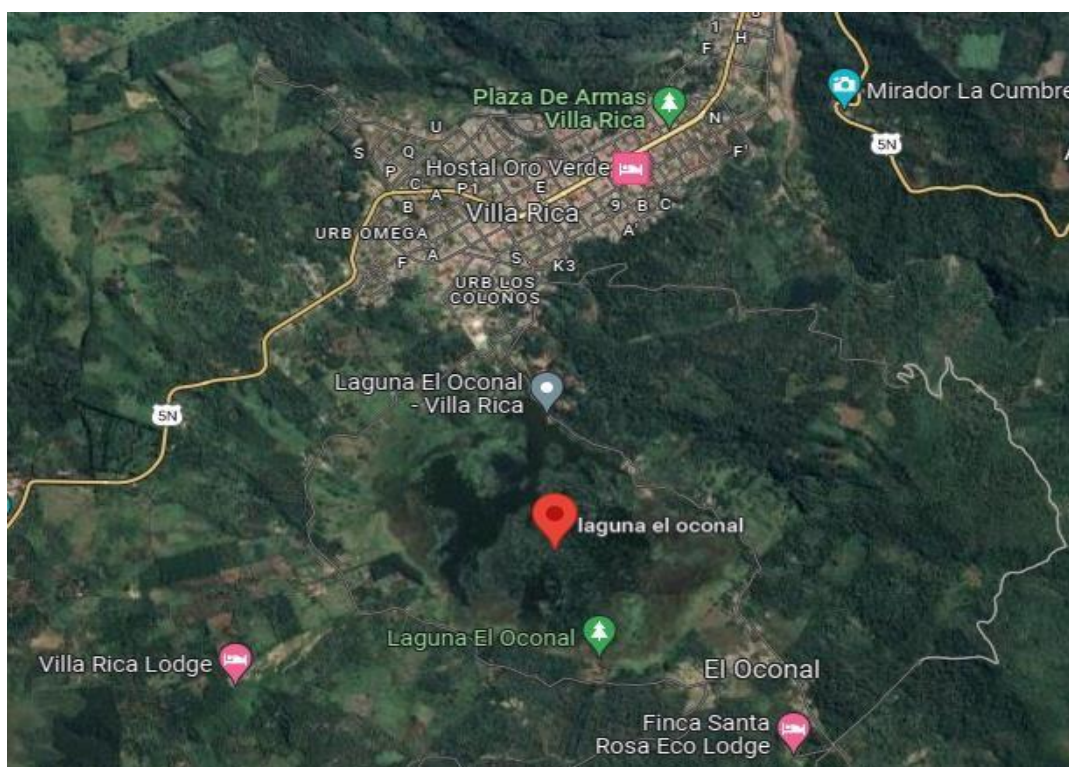


Figura 4 Laguna El Oconal,2023. Tomada de Google Maps

4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información

4.5.1 Técnicas

Para el presente estudio, se utilizó las imágenes satelitales Landsat, los cuales están disponibles en forma gratuita en la siguiente página:

www.google.earth.com.pe.

Se emplearon los satélites Landsat 5; ya que este alberga imágenes satelitales desde el año 1999 hasta la actualidad y Landsat 8 que abarca las imágenes desde el año 2013 hasta la actualidad, los cuales obtienen imágenes a partir de los satélites que se encuentran en la órbita de la tierra. Para ello el proceso que se funciona de la siguiente manera; el suelo y sensor entran en una interacción de energía debido al fenómeno de reflexión, que se realiza desde la energía emitida por el Sol, asimismo, este haz de energía es recibido por el sensor que se almacena a bordo del satélite de las estaciones receptoras. Para que este proceso sea posible, es necesario contar con un sistema de teledetección espacial que está compuesto por:

1. Fuente de energía, que puede emitir radiación electromagnética que detecta el sensor. La fuente energética principal para estos casos es el Sol.
2. Una superficie terrestre y los componentes que este contenga, suelos, vegetación, superficies hídricas, entre otros.
3. Sistema sensor compuesto por el mismo sensor, que tiene por finalidad captar la energía brindada por la cubierta terrestre.

4. Sistema de recepción-comercialización.
5. Interprete, que convierte los datos recibidos en información temática de interés.
6. Usuario final, encargado del análisis de la información recibida.

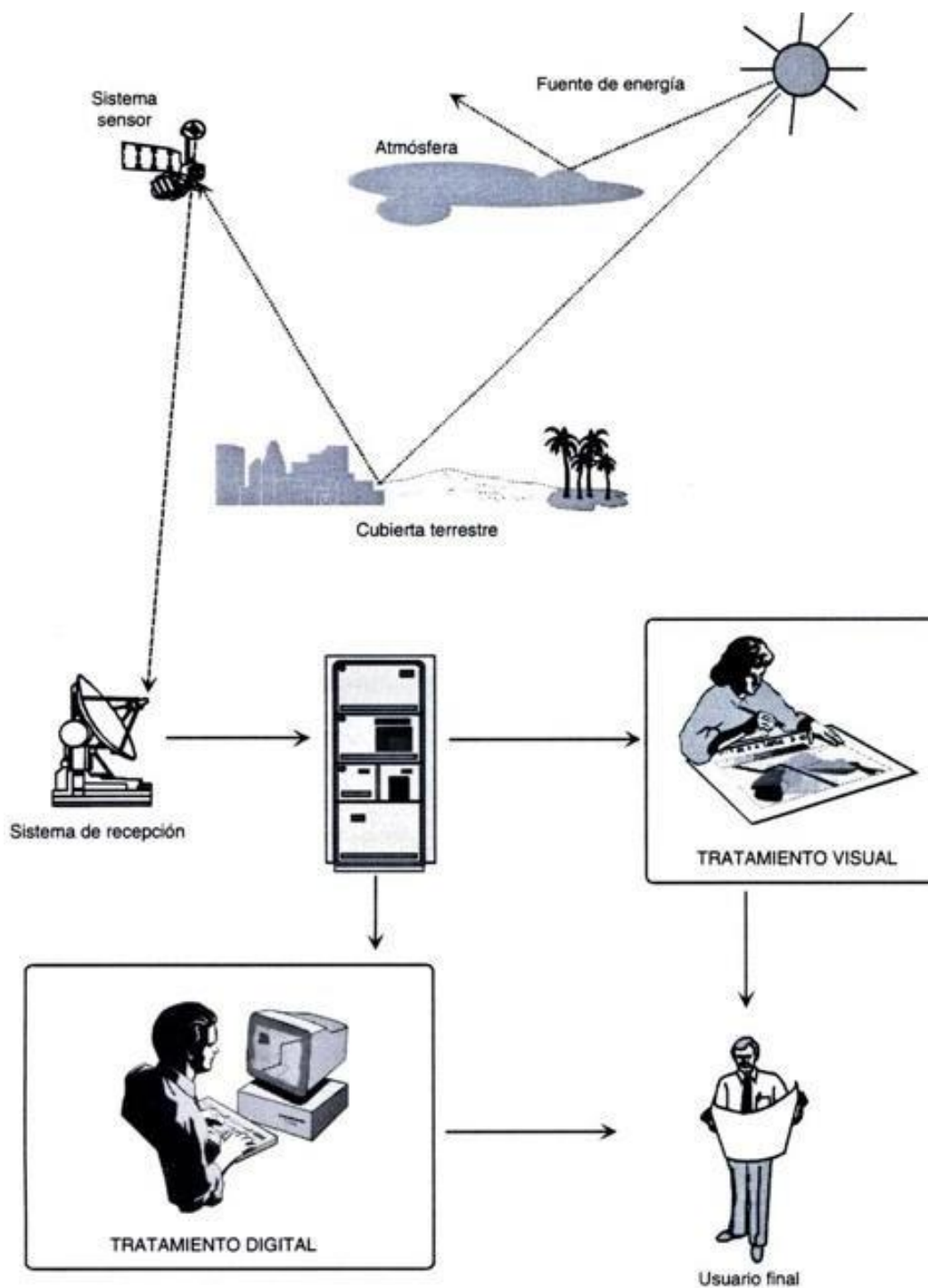


Figura 5. Extracción de imágenes satelitales. Tomadas de "Teledetección Ambiental, la observación de la tierra desde el espacio", por Chuvieco. 2002, p. 18.

4.5.2 Instrumentos

Para la recolección de datos se empleó una ficha de registro ver anexo 02, en la cual se incluyeron los siguientes campos:

- Nombre del sensor.
- El código de la imagen
- El año de la toma de la imagen.
- Las bandas espectrales.
- El valor espectral.
- Tipo de corrección de la imagen.
- La fuente.
- Valor de NDVI de la laguna El Oconal.
- Valor de la Temperatura Superficial de la Ciudad de Villa Rica

4.6. Análisis y procesamiento de los datos.

Para el procesamiento de datos del estudio en cuestión, se empleó los datos obtenidos de las imágenes satelitales de los sensores de Landsat 5 y Landsat 8, tales como: el valor de la temperatura superficial de las imágenes y el valor del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI). Asimismo, el análisis de las imágenes satelitales se realizó en base a criterios de selección, uno de ellos se estableció en función de obtención de imágenes cada dos años, con la finalidad de poder observar un cambio significativo en el fenómeno a estudiar. Finalmente, ya obtenidas las imágenes y los valores de estudio, se procedió a realizar un análisis estadístico descriptiva teniendo en cuenta el cálculo de las dimensiones propuestas en el presente proyecto. En el procesamiento de datos se hizo uso de la estadística descriptiva para realizar el análisis de las variaciones de datos de

cobertura vegetal, así como la variación de la temperatura superficial en un periodo de tiempo que para este proyecto se establece un tiempo de 18 años. La variación, disminución y/o aumento de la vegetación fue analizado de manera directa en función de los periodos de estudio, establecidos por los criterios de selección de imágenes, así mismo se evaluó la variación de la temperatura superficial en función del tiempo (18 años). Para el análisis por teledetección se emplearon las imágenes satelitales de ancho de banda de 30m y que presentaron poca nubosidad.

Para el almacenamiento y registro de los datos se utilizó el programa MS Excel, el cual, permite realizar un filtro de descarte de datos considerando los valores que sean positivos y cercanos a la presencia de mayor vegetación (según criterio establecido por el NDVI -1 a +1).

Para la extracción de las imágenes satelitales se empleó el programa Google Earth Engine y para el procesamiento de las imágenes y obtención de data de indicadores se empleó el programa ArcGIS.

4.7. Aspectos éticos en investigación

La presente investigación se realizó en base a los lineamientos establecidos en la ISO 690, que indica el estilo de redacción para una investigación científica, este estilo facilita la identificación de las fuentes y del autor. Asimismo, describe determinados métodos de inserción de citas y referencias bibliográficas. Para esta investigación se empleó como cita el siguiente esquema: (Apellidos del autor, y año de la publicación).

En cumplimiento de los lineamientos establecidos dentro de la institución nacional la cual establece requisitos para la estructura de la presente investigación la cual se dio por la R.D. N° 004-2022-R. "Directiva para la elaboración del proyecto e informe final de investigación de pregrado, posgrado, equipos, centros e institutos de investigación de la Universidad Nacional del Callao", la cual indica aspectos generales a considerar para la presentación y redacción del presente trabajo de investigación, asimismo, tiene en consideración el tipo de letra para redacción la cual es Arial 12, mientras que para títulos se realizará en negrita Arial 14, Por lo tanto se dio cumplimiento a la estructura del trabajo de investigación.

La resolución N° 260-2019-CU, que establece la aprobación Código de Ética de Investigación de la Universidad Nacional Del Callao, el presente estudio, se realizó en función a los criterios éticos establecidos en dicha resolución, con la finalidad de garantizar la confidencialidad y privacidad de los involucrados dentro de la investigación. Además de considerar los 11 principios éticos dentro de este reglamento, en los que resaltamos el profesionalismo, la transparencia y la objetividad para la investigación.

El consentimiento informado, no fue necesario, debido a que la investigación se basó en función a las muestras adquiridas en ambientes naturales, por lo tanto no se han vulnerado ni generado algún tipo de riesgo e impacto significativo al medio ambiente durante el proceso de ejecución del estudio de investigación, tal como se menciona en la normativa nacional vigente Ley 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental y su Reglamento durante el proceso en el cual se ejecutó el estudio.

V. RESULTADOS

5.1. Resultados descriptivos

5.1.1. Obtención y selección de imágenes

Para la obtención de las imágenes satelitales del lugar de estudio, como primer paso fue emplear el programa Google Earth Engine. Que combina un catálogo de varios petabytes de imágenes satelitales con datos geospaciales con capacidad a escala planetaria, disponibles para la revisión descarga y análisis a escala planetaria de datos masivos. Permitiendo el seguimiento de un cuerpo. Mientras se visualizan los cambios que se han generado durante el tiempo.

Las imágenes generadas por el satélite Landsat (LAND=tierra y SAT=satélite) están conformadas por bandas para las cuales, de acuerdo a la combinación de estas se generan imágenes que permitieron analizar los datos de la NDVI y la Temperatura Superficial.

El lugar de análisis fue en el departamento de Pasco, provincia de Oxapampa ubicado en la localidad de Villa Rica, con ayuda del Google Earth Pro ver figura 6, ubicamos la ciudad de Villa Rica y la laguna El Oconal, tal como se muestra en la siguiente imagen:

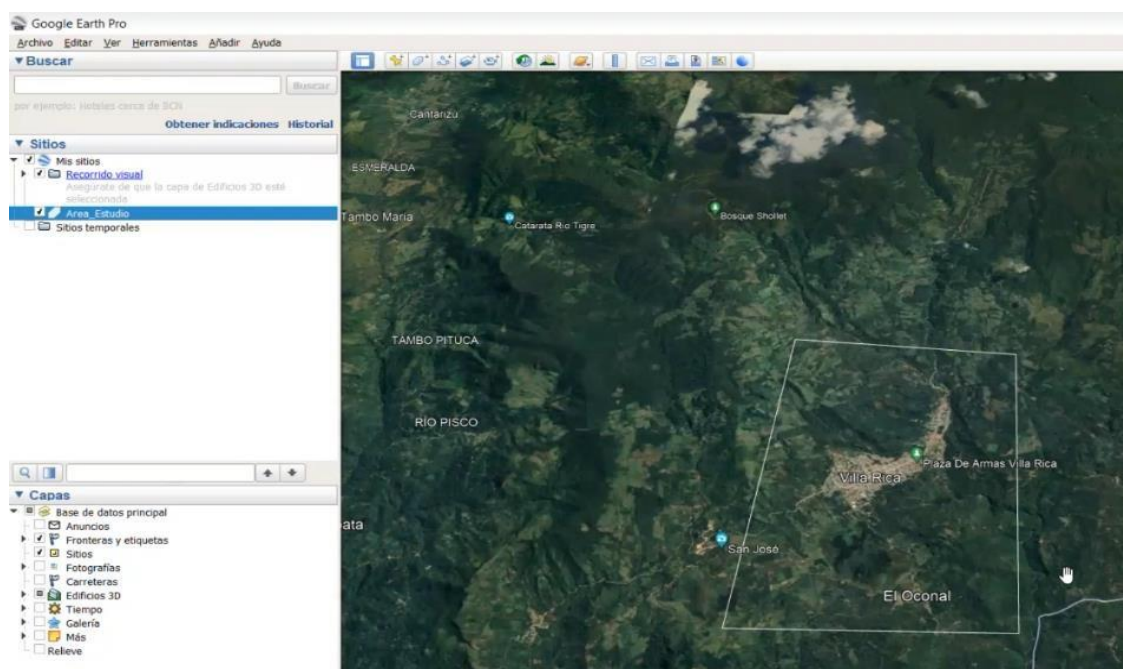


Figura 6. Ciudad de Villa Rica y Laguna El Oconal, 2023. Tomadas de Google Earth Pro.

Seguidamente se emplea la plataforma de Google Earth Engine, en donde se ubicó el área de estudio el cual se selecciona un polígono demarcado a la ciudad de Villa Rica y a la Laguna el Oconal ver figura 7, por lo que luego se definió los puntos del polígono donde se hizo el análisis de las variables.

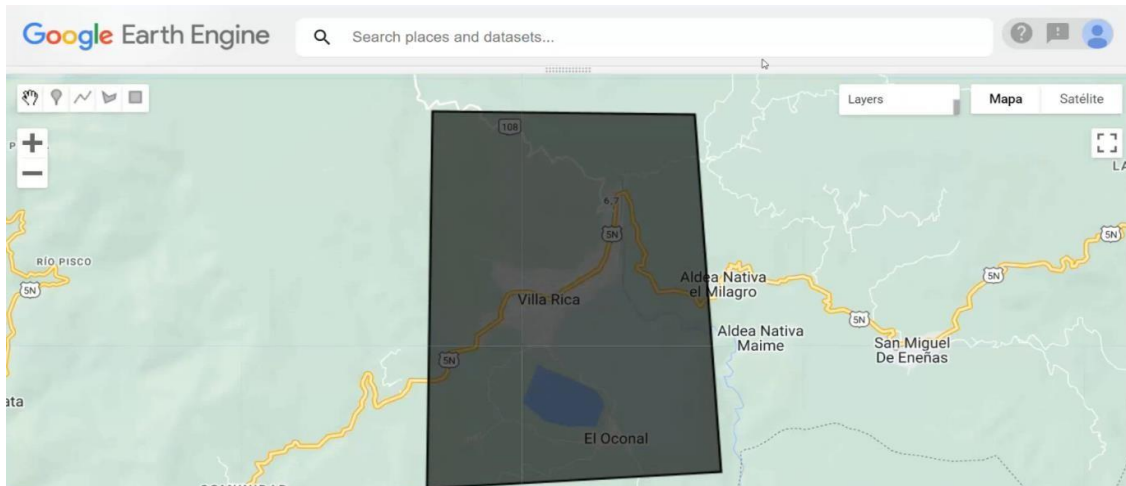


Figura 7. Área de estudio, 2023. Tomada de Google Earth Engine

En la elección de las imágenes se debe considerar el tipo de Landsat a utilizar ver figura 8. Para la presente investigación se utilizó Landsat 5 y 8 para el cálculo de la NDVI de la Laguna el Oconal y de la temperatura superficial de la ciudad de Villa Rica.

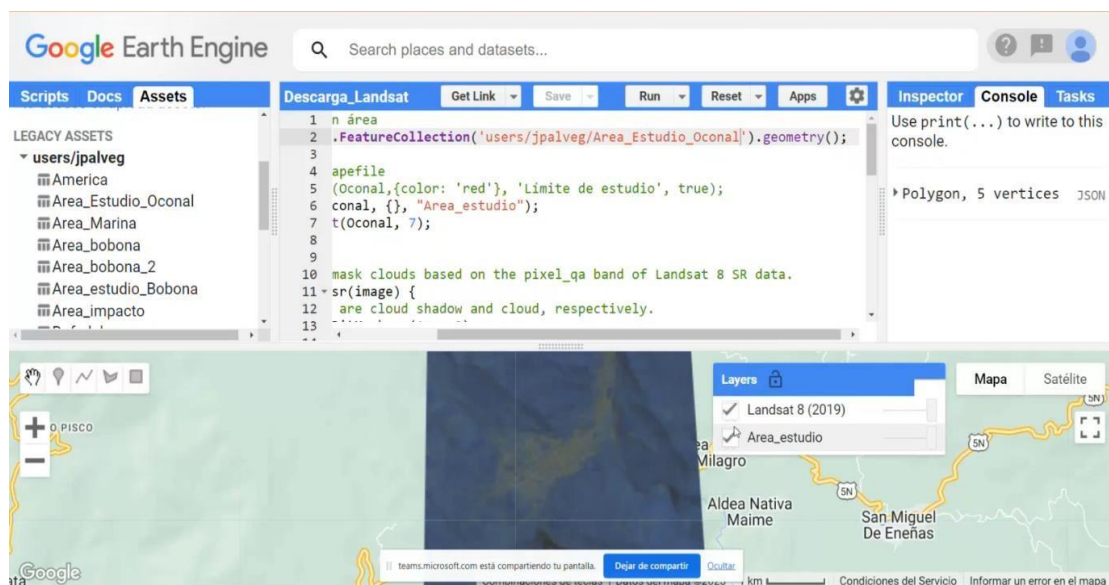


Figura 8 Imágenes satelitales Landsat, 2023. Tomadas de Google Earth Engine.

- **Criterios de selección de imágenes con baja nubosidad**

Para el criterio de la selección idónea de análisis de imágenes satelitales, se observó la evolución mes a mes de acuerdo a la menor cantidad de nubosidad presente en la imagen ver figura 9, por lo que la elección o recolección de datos (imágenes satelitales) no se efectuó de manera aleatoria para un periodo de tiempo, sino que se realizó de acuerdo al criterio de inclusión y exclusión, en donde se eligió a la imagen que contenga la mínima cantidad de nubes, para continuar posteriormente con su análisis, no fueron consideradas en el análisis el siguiente tipo de imágenes, las que tuvieron gran presencia de cubiertas nubosas ver figura 9.

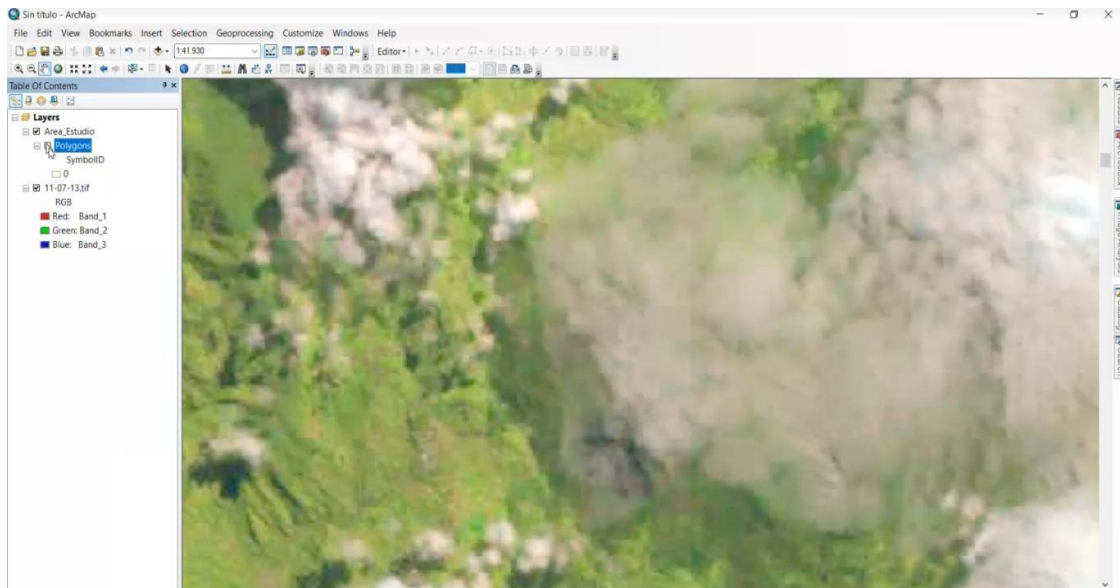


Figura 9 Imágenes Satelitales Landsat 2000. Tomada de Google Earth Engine.

- **Criterios de elección de periodos**

Para la elección de los periodos de análisis de recolección de datos Landast, recurrimos al impacto producido de manera directa o indirecta por parte de la población sobre la Laguna el Oconal, que posiblemente pudieron genera cambios de la cobertura vegetal y en la temperatura superficial, para ello se exponen los siguientes eventos:

En el año 2006 del 19 de octubre, se creó con ordenanza municipal N° 009 -

2006 MDVR con una superficie de 16400 Ha, este se ubica en el sector que lleva su mismo nombre, los objetivos de la creación del bosque son:

- Mantener la capacidad de reposición de aguas subterráneas, retención y exportación de sedimentos y nutrientes.
- Conservación de recursos hídricos e hidrobiológicos.
- Ser herramienta para el desarrollo progresivo de una cultura de conservación e investigación.

Para el año 2010 el recurso está situado dentro de la Reserva de Biósfera Oxapampa-Asháninka-Yánesha reconocida por la UNESCO en junio de 2010. Fue declarado como Área de Conservación Municipal Humedal “Laguna El Oconal” el 19 de octubre de 2006 mediante Ordenanza Municipal N° 009-2006-MDVR, por el Concejo Municipal del Distrito de Villa Rica, debido a que en la actualidad viene siendo contaminada por un grupo de invasores que se han asentado al borde de la laguna. Actualmente, la laguna está colmada de agua, pero aún se encuentra en una situación de gran fragilidad debido a la deforestación y la continua extensión de la frontera agrícola y ganadera. Además, está amenazada por diversos factores de contaminación, especialmente los residuos del proceso de beneficio húmedo del café y las aguas servidas de los asentamientos humanos. A ello debería agregarse la reciente invasión de terrenos realizada por la Asociación de Trabajadores Rurales.

Por lo que se tomó 3 periodos del 2001 al 2006, del 2006 al 2010 y del 2010 al 2018.

5.1.2. Procesamiento de imágenes en función del cambio de la cobertura vegetal y la temperatura superficial.

El procesamiento de las imágenes Landsat tuvo como herramienta al programa Arcgis, en donde se procesaron las imágenes de la laguna El Oconal y la ciudad de Villa Rica, obtenidas de los satélites Landsat 5 y Landsat 8 ver figura 10, para lo que se utilizó la siguiente metodología:

- Demarcación por polígonos de territorio a analizar (laguna El Oconal, ciudad de Villa Rica y la Ciudad de Villa Rica), ver figura 11.

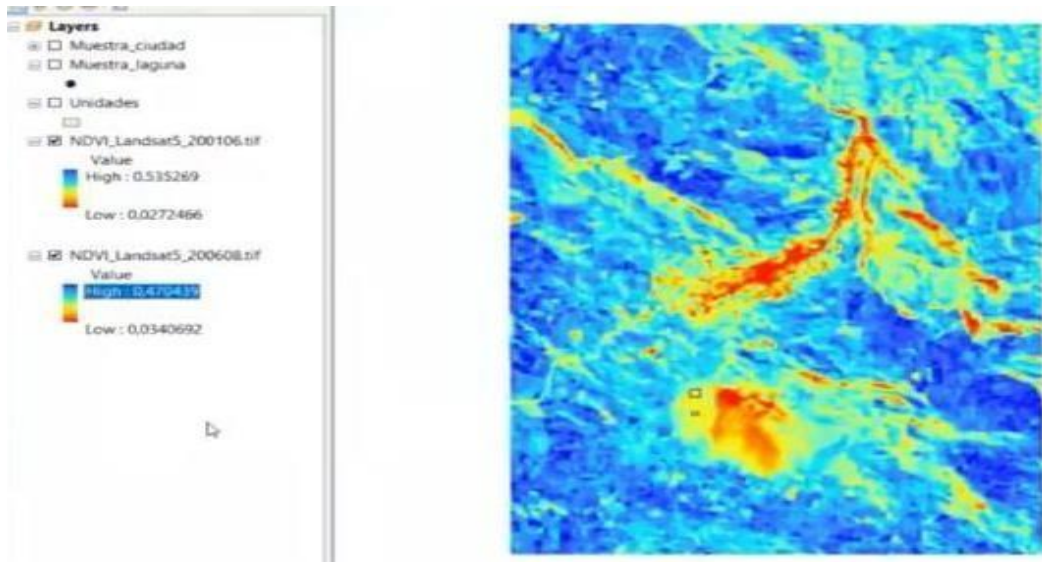


Figura 10. Imagen Satelital Landsat 5, 2010. Tomada de Google Earth Engine.

- Delimitación del polígono de la laguna El Oconal.

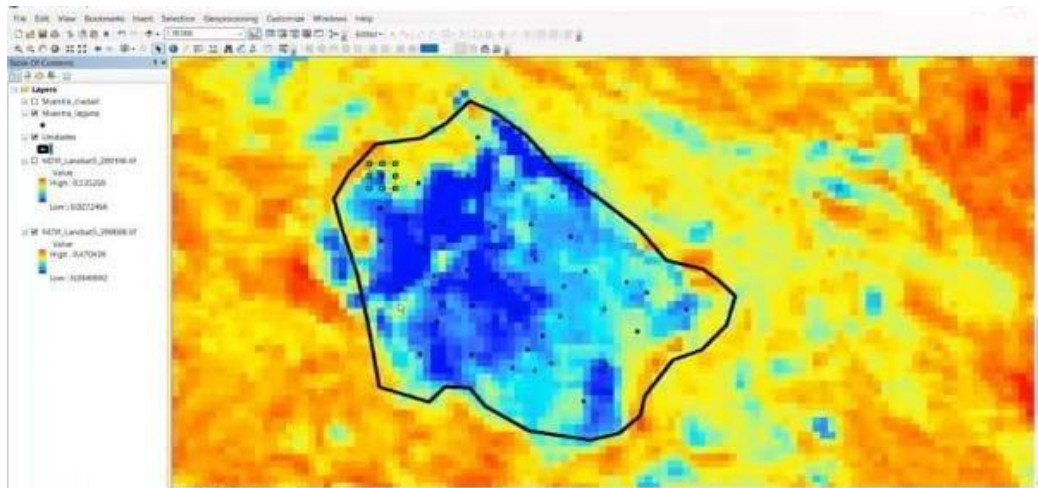


Figura 11. Imagen Satelital Landsat 5, Laguna El Oconal 2010. Tomada de Google Earth Engine.

-Delimitación del polígono de la ciudad de Villa Rica ver figura 12.

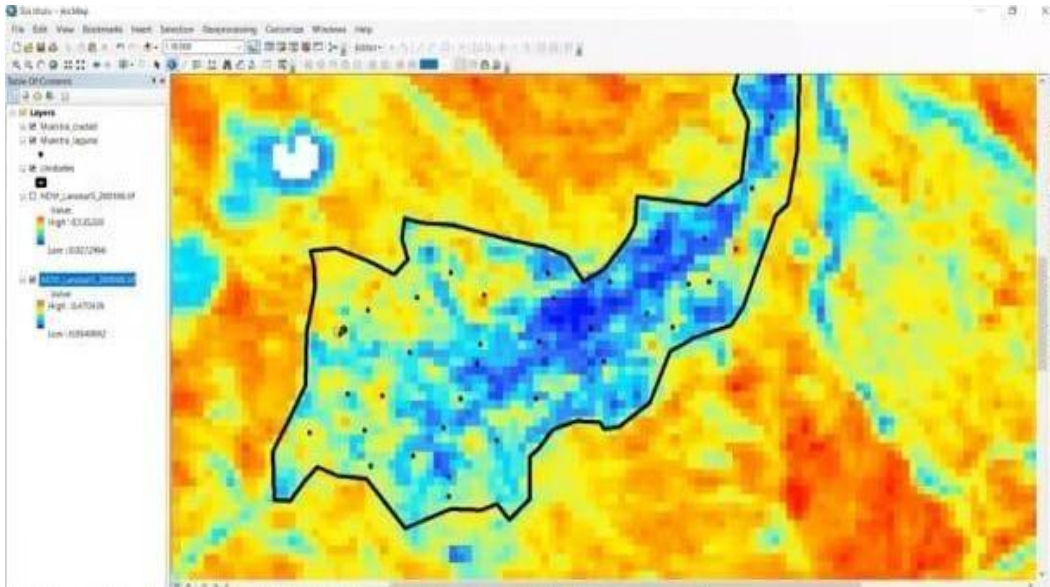


Figura 12. Imagen Satelital Landsat 5, Ciudad de Villa Rica 2010. Tomada de Google Earth Engine.

- Para el análisis de área de cobertura vegetal de la laguna El Oconal y temperatura superficial de la ciudad de Villa Rica, se colocaron grillas (áreas determinadas mediante puntos) ver figura 13, para establecer valores y analizar datos por año y periodos.

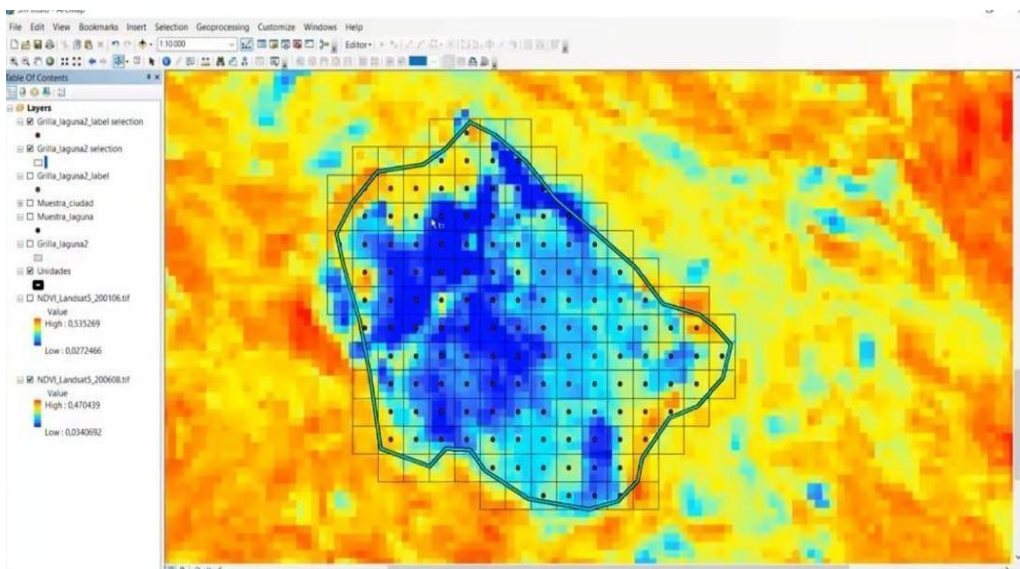


Figura 13. Imagen Satelital Landsat 5, Laguna El Oconal 2010. Tomada de Google Earth Engine.

- Se colocaron grillas en la laguna para abarcar toda la zona y verificar la existencia de variación en la medición siendo esta más precisa para el cálculo del cambio de vegetación que es el objeto de estudio.
- Finalmente, el programa Arcgis pudo obtener los datos de nuestras dimensiones en medición (NDVI, cobertura vegetal, % cambio de cobertura vegetal, temperatura superficial y variación de la temperatura superficial) mediante las fórmulas generadas para su cálculo que se muestran en los resultados.
- Se obtuvieron los resultados del cambio de la cobertura vegetal mediante el análisis espectral de las bandas 3, 4 y 5 de las imágenes Landsat 5 y 8 durante los periodos 2001-2018.

Durante el procesamiento de información se tuvo una clasificación de períodos que abarquen desde el año 2001 al 2018, debido a que durante estos periodos ocurrieron eventos significativos para la ciudad de Villa Rica referente a la gestión de la laguna El Oconal, para ello se procedió a establecer 3 periodos de tiempo significativos 2001-2006, 2006-2010 y 2010-2018.

Así mismo, se estableció el criterio de clasificación de la vegetación según el indicador NDVI ver tabla 5.

Tabla 5 Clasificación de la vegetación según NDVI

Código	Clasificación de vegetación
1	Muy baja vegetación
2	Baja vegetación
3	Moderada vegetación
4	Alta vegetación

Nota. Elaboración propia

- **Cálculo del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada**

Los resultados de los valores del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) por periodo de muestreo establecido, se obtuvo del procesamiento de las imágenes gracias al empleo del programa ARCGIS, que realizó un cálculo automático, ver anexo 06 (tabla 6, valores del NDVI).

A continuación, se tiene los valores del NDVI representados mediante las imágenes Landsat. Aquí el resultado de la laguna se estableció por los rangos de periodo de tiempo seleccionados.

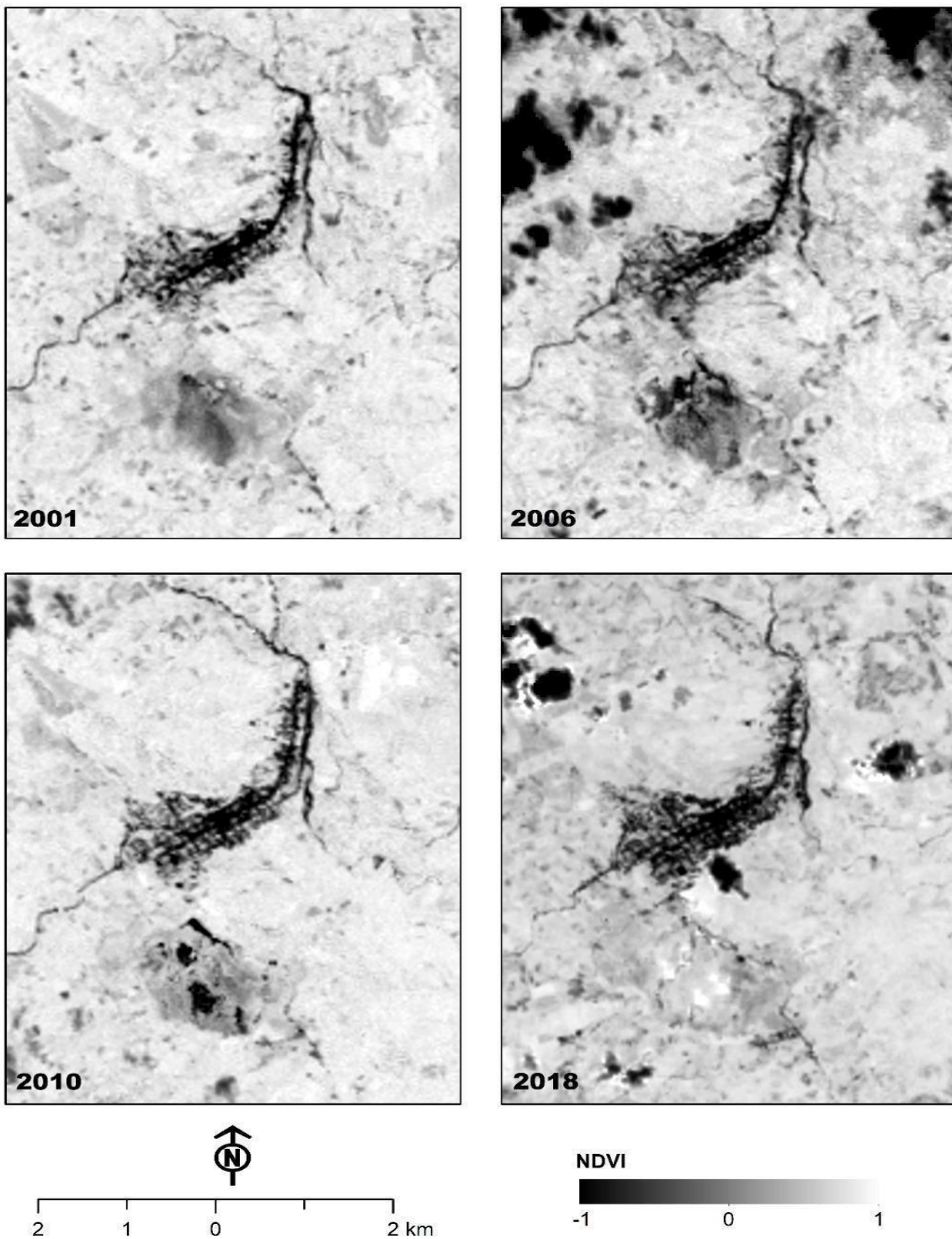


Figura 14. Representatividad del valor de NDVI en los periodos de tiempo escogidos

- **Porcentaje de cobertura vegetal**

Los resultados del porcentaje de cobertura vegetal presente en la laguna El Oconal.

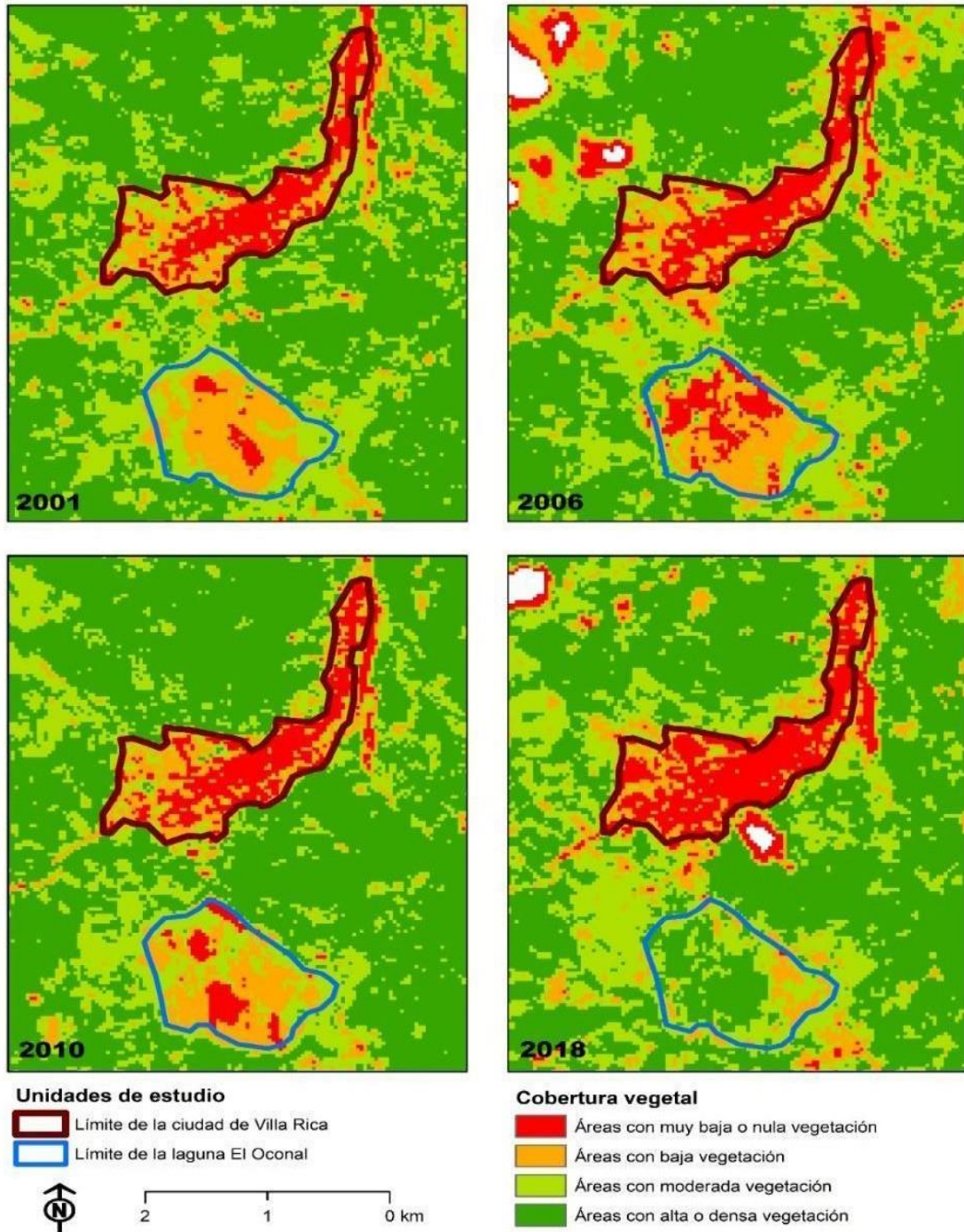


Figura 15. Porcentaje de cobertura vegetal en el objeto de estudio

Tabla 6. Variación de la superficie vegetal presente en la laguna El Oconal en función del tiempo

Cobertura vegetal vs Tiempo	2001		2006		2010		2018	
	ha	%	ha	%	Ha	%	Ha	%
Áreas con muy baja o nula vegetación	6885	5.9	29160	25.1	16686	14.4	162	0.14
Áreas con baja vegetación	60750	52.3	57267	49.3	51273	44.1	13932	11.99
Áreas con moderada vegetación	45846	39.44	23652	20.4	47061	40.5	46413	39.93
Áreas con alta o densa vegetación	2754	2.4	6156	5.3	1215	1.05	55728	47.94
Total cobertura vegetal laguna El Oconal	116235	100	116235	100	116235	100	116235	100

Nota. Elaboración propia.

Como se puede apreciar durante el año 2001, la presencia de áreas con alta densidad vegetación era escasa o poca, mientras que para el año 2018 las áreas con densa vegetación son mayor.

- Aumento de cobertura vegetal

Los resultados del aumento de la cobertura vegetal (AV), en la laguna El Oconal, se realizaron con ayuda del programa ArcGIS, que permitió realizar el análisis de todo el cuerpo de agua bajo sus criterios aleatorios de selección de datos, de los cuales mediante las grillas se pudo tener acceso al cuerpo completo de agua cubierto por cobertura vegetal, durante el proceso se obtuvieron 130 puntos en toda la extensión de la laguna el Oconal, en donde se pudo apreciar significativas variaciones de cobertura vegetal en algunos puntos, mientras que, en otros puntos no hubo variaciones durante el tiempo, por lo que se calculó la variación de la cobertura vegetal, durante los 3 periodos, y se obtuvo los resultados, tal como se muestran en la tabla 6.

A continuación, se presenta la figura 16, en la que se aprecia visualmente el aumento significativo de la cobertura vegetal durante los periodos 2001, 2006, 2010 y 2018. Esto fue contrastado con los resultados de la tabla 6.

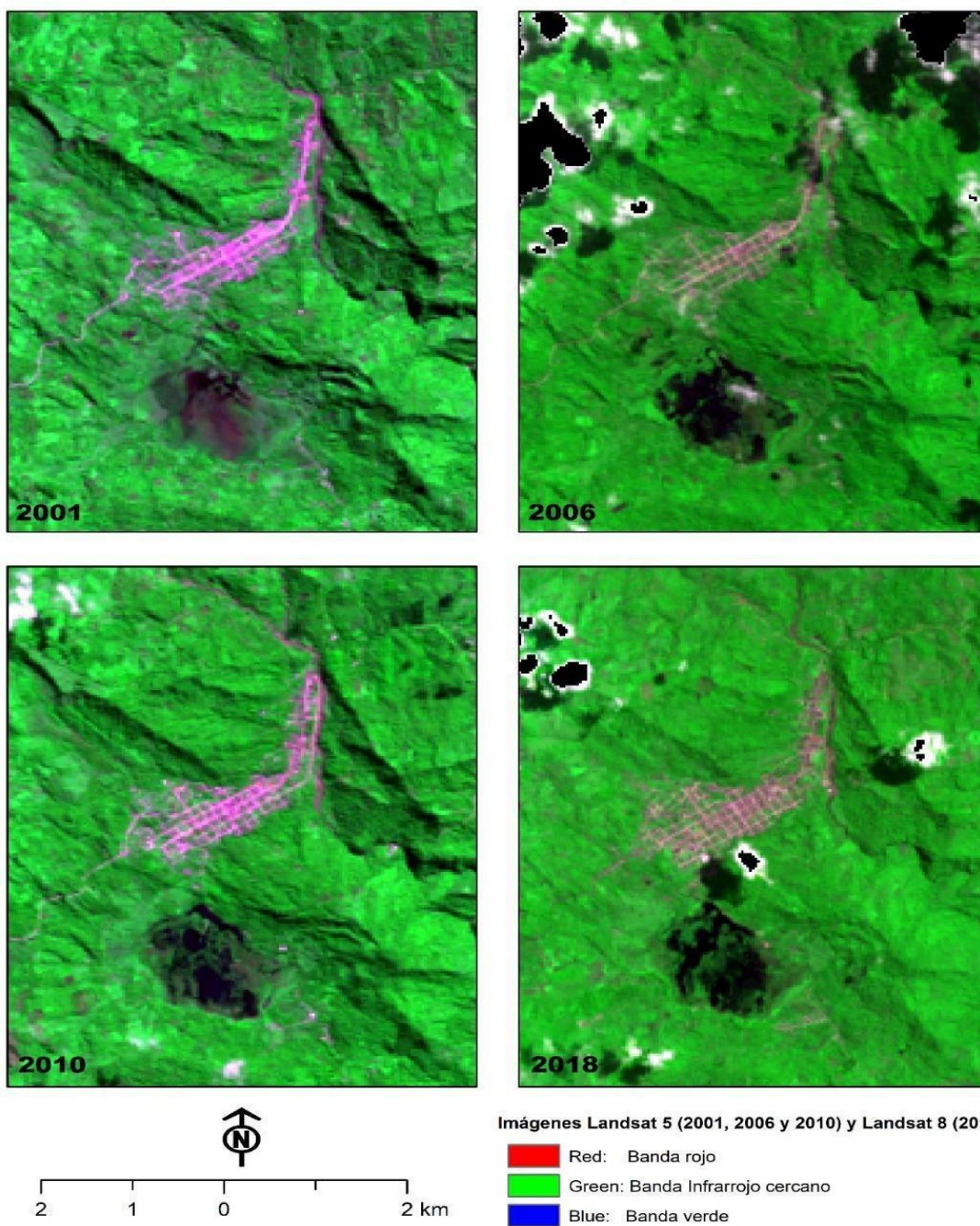


Figura 16. Aumento de la cobertura vegetal en función de los periodos de tiempo

- Variación de la temperatura superficial en función del tiempo

Resultados del cambio de la temperatura superficial de la ciudad de Villa Rica, mediante el análisis espectral de las bandas 6 y 10 de las imágenes Landsat 5 y 8, se dio durante el periodo 2001-2018.

Para el caso del cálculo de la variación de la temperatura superficial en función del tiempo se consideró un muestreo aleatorio de 40 puntos distribuidos en toda la ciudad de Villa Rica, esto por elección aleatoria del programa ArcGIS, para análisis parciales de datos que se distribuyen de manera homogénea en la zona de interés. De acuerdo a este análisis se apreciaron variaciones de temperaturas significativas para los 3 periodos de tiempo de análisis 2001-2006, 2006-2010 y 2010-2018.

Se observa que, durante el cálculo de la variación de la temperatura, que fue durante los años 2006 al 2010, existe un descenso en la temperatura del último periodo del año 2010, eso implica que no existió una variación de la temperatura de manera significativa o aumento de la temperatura para el año 2010. mientras que para los otros dos periodos la temperatura superficial, si existió un aumento escalado, con ello se calculó la variación de la temperatura superficial en función de los 3 periodos, para un mejor entendimiento se procede a presentar las imágenes satelitales analizadas durante los periodos de años propuestos.

Una vez analizadas las imágenes presentadas a continuación en la figura 17, se puede apreciar que no existe una variación significativa de la temperatura superficial de la ciudad de Villa Rica durante los periodos de análisis propuestos.

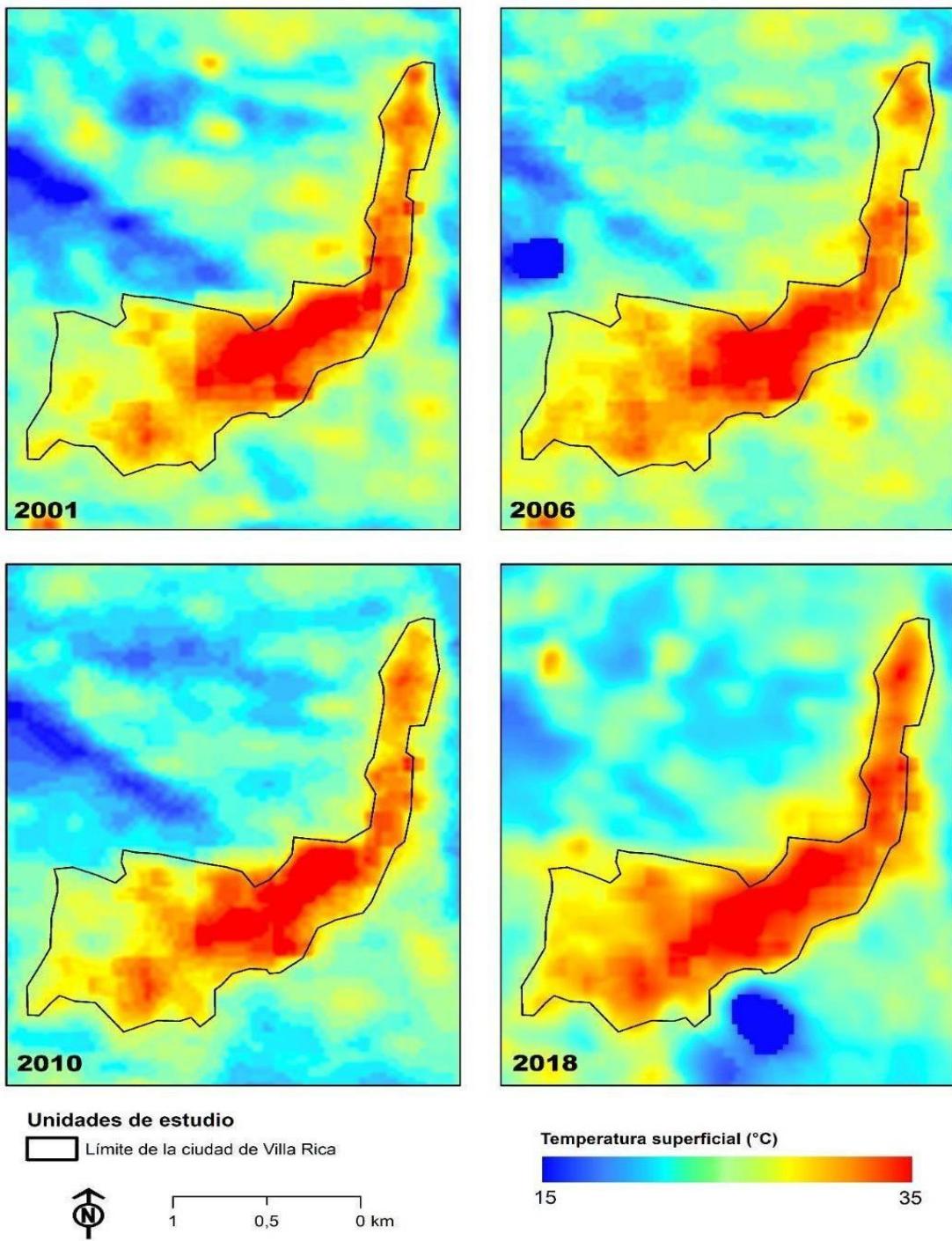


Figura 17. Variación de la temperatura en función de los periodos de tiempo

5.2. Resultados Inferenciales

Para el análisis de los resultados inferenciales se debe partir por corroborar la hipótesis general, la cual será analizada a partir del índice de correlación de Pearson, debido a que lo que se busca en la presente investigación es saber cuan asociada se encuentran las dos variables del cambio de la cobertura vegetal y la variación de la temperatura superficial. Entiéndase, que el índice de Pearson es un método que va a permitir poder entablar esta relación entre ambas variables independientes. Seguidamente se contrastan las hipótesis específicas, para lo cual, en una de ellas se debe comprobar si existe un cambio de la cobertura vegetal de la laguna El Oconal, mediante el empleo de las bandas espectrales 3, 4 y 5 de las imágenes Landsat 5 y Landsat 8 durante el periodo 2001-2018. Para este primer caso se realizó el análisis de los datos extraídos y procesados de ArcGIS, en el que se comprueba que las bandas espectrales en mención de las imágenes Landsat 5 y 8 pudieron obtener datos estadísticos que verifica un cambio de la cobertura vegetal en la laguna El Oconal en el periodo de estudio, empleando datos aleatorios en donde se tuvo un mejor alcance de datos recopilando 130 códigos de grillas para ocupar toda la superficie de la laguna, se pueden apreciar los datos extraídos en el anexo 07, tabla 7. cambio de la cobertura vegetal de la laguna. Y así mismo, se corrobora el cambio de la cobertura en la tabla 6 de la presente investigación.

Por otro lado, en referencia a la hipótesis que precisa la existencia de la variación de la temperatura superficial de la ciudad de Villa Rica, Pasco, mediante el análisis espectral de bandas 6 y 10 de las imágenes Landsat 5 y Landsat 8 durante el periodo 2001-2018. El programa ArcGIS, pudo realizar un análisis aleatorio de toda la ciudad tomando como datos 40 puntos de análisis, en la que se pudo corroborar la existencia de la variación de la temperatura empleando las bandas espectrales en mención y durante los periodos seleccionados, para mejor detalle de los datos y las variaciones se puede apreciar en el anexo 08, tabla 8, variación de la temperatura superficial de la ciudad de Villa Rica durante los periodos de tiempo de 2001-2006, 2006-2010 y 2010-2018.

Finalmente, para contrastar la hipótesis general de la presente investigación, que detalla si el cambio de la cobertura vegetal en la laguna el Oconal está relacionada directamente con la variación de la temperatura superficial de la ciudad de Villa Rica, Pasco, Perú durante el análisis de los datos por el periodo 2001 – 2018.

Para el presente estudio se tuvo que realizar el análisis de correlación de Pearson por cada periodo de tiempo en el cual se tuvieron que cruzar las tablas 7 y 8 indicadas en los anexos 07 y 08 de la presente investigación, una vez ingresados los datos al programa SPSS STADISTIC, se obtuvieron los siguientes resultados por periodos de tiempos:

- Correlación de Pearson para el periodo 2001-2006:

El resultado de correlación de Pearson obtenido para la evaluación del cambio de cobertura vegetal versus la variación de la temperatura superficial durante los periodos 2001-2006, **fue -0.183**, valor que indica que, existen una correlación negativa muy baja, en otras palabras, si existe una ligera relación inversa entre las variables. Ver figura 18, correlación de Pearson en el periodo 2001-2006.

Correlaciones

		AV_01_06	TS_01_06
AV_01_06	Correlación de Pearson	1	-,183
	Sig. (bilateral)		,403
	N	23	23
TS_01_06	Correlación de Pearson	-,183	1
	Sig. (bilateral)	,403	
	N	23	23

Figura 18. Prueba de correlación de Pearson periodo 2001-2006

- Correlación de Pearson para el periodo 2006-2010:

El resultado de correlación de Pearson obtenido para la evaluación del cambio de cobertura vegetal versus la variación de la temperatura superficial durante los periodos 2006-2010, **fue 0.136**, valor que indica que, existen una correlación positiva muy baja, en otras palabras, existe una relación directa

muy baja entre ambas variables. Ver figura 19, correlación de Pearson en el periodo 2006-2010.

Correlaciones

		AV_06_10	TS_06_10
AV_06_10	Correlación de Pearson	1	,136
	Sig. (bilateral)		,404
	N	40	40
TS_06_10	Correlación de Pearson	,136	1
	Sig. (bilateral)	,404	
	N	40	40

Figura 19. Prueba de correlación de Pearson 2006-2010.

- Correlación de Pearson para el periodo 2010-2018:

El resultado de correlación de Pearson obtenido para la evaluación del cambio de cobertura vegetal versus la variación de la temperatura superficial durante los periodos 2010-2018, **fue -0.144**, valor que indica que, existen una correlación negativa muy baja, en otras palabras, si existe una ligera relación inversa entre las variables. Ver figura 20, correlación de Pearson en el periodo 2010-2018.

Correlaciones

		AV_06_18	TS_10_18
AV_06_18	Correlación de Pearson	1	-,144
	Sig. (bilateral)		,374
	N	40	40
TS_10_18	Correlación de Pearson	-,144	1
	Sig. (bilateral)	,374	
	N	40	40

Figura 20. Prueba de correlación de Pearson periodo 2010-2018.

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados.

En este apartado, se analizaron los resultados inferenciales obtenidos en el capítulo (5.2), con el fin de someter a discusión y generar información útil para las próximas investigaciones en las cuales requieran comparar los resultados.

Para la contrastación de la hipótesis general y específicas del presente trabajo de investigación se plantearon las premisas (H_0) y (H_1), que con ayuda de la prueba de coeficiente de correlación de Pearson serán aceptadas o rechazadas, las siguientes premisas a ser analizadas son:

H_0 = Si se relaciona la variación de la cobertura vegetal directamente con la variación de la Temperatura superficial.

H_1 = No se relaciona directamente la Variación de la cobertura vegetal con la Temperatura superficial.

6.1.1 Contrastación de la Hipótesis General.

De las pruebas aplicadas a los valores del coeficiente de correlación de Pearson para la Hipótesis general, para los 3 periodos salieron entre el rango de -1 a 0 , indicando que no existe una relación directa, sin embargo, no implica a que no exista una relación entre la variable del cambio de la cobertura vegetal de la laguna El Oconal y la variación de la temperatura superficial de la ciudad de Villa Rica, durante el periodo de análisis 2001 al 2018. El resultado que se obtuvo durante este rango de periodos es que, ambas variables si se relacionan de manera inversa, por lo que rechazamos la Hipótesis Nula (H_0) y aceptamos al Hipótesis alterna (H_1).

6.1.2 Contrastación de la Hipótesis Especifica 1

En cuanto a la hipótesis especifica 1, se menciona que:

Existirá cambio en la cobertura vegetal de la laguna El Oconal, mediante el análisis espectral de bandas 3, 4 y 5 de las imágenes Landsat 5 y Landsat 8 durante el

periodo 2001-2018, en donde por los resultados obtenidos para los 3 periodos, en el cual se concluye que para el periodo entre el 2001 al 2006 para el área con muy baja o nula vegetación hay un aumento en la cobertura vegetal de 22275 ha, para la variación del área con baja vegetación resultó una disminución de 3483 ha, para la variación con moderada vegetación hubo una disminución de 22846 ha y para la variación de áreas con alta o densa vegetación hubo un incremento de 3402 ha, para el periodo entre 2006 al 2010 en el área con muy baja o nula vegetación hay una disminución de la cobertura vegetal de 12474 ha, para la variación del área con baja vegetación hubo una disminución de 5994 ha, para la variación con moderada vegetación resultó un incremento de 23409 ha y para la variación del área con alta o densa vegetación resultó una disminución del 4941 ha, y para el tercer periodo que comprende del 2010 al 2018, el área con muy baja o nula vegetación hay una disminución de la cobertura vegetal de 16524 ha, para la variación del área con baja vegetación resultó una disminución de 37341 ha, para la variación con moderada vegetación dio como resultado una disminución de 648 ha y para la variación de áreas con alta o densa vegetación resultó un incremento de 54513 ha; por lo que se acepta lo mencionado en la hipótesis 1.

6.1.3 Contrastación de la Hipótesis Específica 2

En cuanto a la hipótesis específica 2, se menciona que:

Existirá cambio de la temperatura superficial de la ciudad de Villa Rica, Pasco, mediante el análisis espectral de bandas 6 y 10 de las imágenes Landsat 5 y Landsat 8 durante el periodo 2001-2018. en donde se tomaron 3 periodos obtenidos de la Tabla 8 (Anexo 8), y para fines prácticos se consideró el promedio de los 40 puntos distribuidos en toda la ciudad de Villa Rica, Pasco para los 3 periodos, donde el resultado de la variación de la temperatura superficial, para el primer periodo entre los años 2001 al 2006 se tiene una variación (aumento) de 0.252675 °C, para el segundo periodo que comprende del 2006 al 2010 tiene como resultado la variación de la temperatura la disminución de 0.064775 °C, mientras que en el tercer periodo del 2010 al 2018 dio como resultado la variación

de la temperatura superficial un incremento de 0.1144 °C; por lo que se acepta lo mencionado en la hipótesis 2.

6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares.

Para la siguiente contrastación de resultados se tomó en cuenta el siguiente proyecto de tesis “INFLUENCIA DE LA COBERTURA Y USO DE LA TIERRA EN LA TEMPERATURA SUPERFICIAL EN EL DISTRITO PADRE ABAD, PERÚ” con la autora María Polet Marín Pérez, para optar el título profesional de Ingeniera en Ecología de Bosques Tropicales, realizado en el año 2019, en su investigación tiene como hipótesis general “El cambio de la cobertura y uso de la tierra influencia en la variación de la temperatura superficial”, donde la autora realizó el cálculo de la temperatura superficial y el de la cobertura vegetal con ecuaciones tomadas de otros autores internacionales y que para el procesamiento de los datos obtenidos se empleó un programa estadístico llamado BIOESTAT, adicional a ello, se evaluaron las capas de información ráster previamente ya definidas, luego se procedió a generar una matriz de doble entrada utilizando la herramienta Tabulate Área del módulo Spatial Analyst Tools del programa ArcGIS, la cual generará una tabla de doble entrada cruzada, de la cual se calcula las ganancias y pérdidas por categorías de cobertura, uso de la tierra y las variaciones de temperatura a través de los años dan un aumento en la temperatura, en el trabajo de investigación la autora concluye que: la relación entre la variación térmica la cobertura y uso, se mostró solo en dos categorías, en cultivos permanentes arbóreos y tejido urbano y entre los años más representativos que son entre el 2010 y 2016, siguió con cada tipo de ellos con sus respectivos usos de tipo de suelo, mientras que, en cuanto a las otras categorías tal como: Bosque denso bajo, bosque denso alto y los ríos el valor de probabilidad encontró que no existe relación significativa, entre la cobertura y uso de la tierra con la temperatura superficial ya que existen otros tipos de factores que implican a que exista la relación entre estas variables.

6.3. Responsabilidad ética de acuerdo con los reglamentos vigentes

Los autores del presente trabajo de investigación “CAMBIO DE COBERTURA VEGETAL EN LA LAGUNA EL OCONAL Y LA VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL EN LA CIUDAD DE VILLA RICA, PASCO CON DATOS LANDSAT EN EL PERIODO 2001 – 2018”, la importancia de la presente investigación es la autenticidad en su forma y fondo, con respecto a la autoría de otros estudios y por ello:

- Se respeta el derecho de autenticación y propiedad intelectual del estudio.
- La falsificación y/o creación de datos sin fundamentos no fueron parte de ningún criterio de información para la presente investigación.
- Se emplearon técnicas, procedimientos e instrumentos contemplados en los estándares nacionales e internacionales.
- La redacción y entendimiento fue objetiva y precisa de acuerdo con los lineamientos teóricos tales como la redacción ISO 690.

VII. CONCLUSIONES

La presente investigación llegó a la conclusión, que el cambio de la cobertura vegetal de la laguna El Oconal y la variación de la temperatura superficial de la ciudad de Villa Rica, no se relacionan directamente en los periodos de tiempo del 2001-2006 y del 2010-2018, ya que durante estos periodos de tiempo la relación fue inversa, esto se demostró mediante la prueba estadística del índice de correlación de Pearson, que a mayor cambio de la vegetación presente en la laguna, la temperatura superficial de la ciudad de Villa Rica disminuye, sin embargo, en el caso particular del periodo 2006-2010, la correlación de Pearson se presentó de una relación directa muy ligera, se podría indicar que existieron factores externos propios de la naturaleza que pudieron alterar la calidad de las imágenes satelitales, esto podría darse debido a la presencia de un moderado Niño o Niña costera.

Al evaluar el cambio de la cobertura vegetal en la laguna El Oconal mediante el análisis espectral de bandas 3, 4 y 5 de las imágenes Landsat 5 y Landsat 8 durante el periodo 2001-2018, donde se clasifican en 4 tipos cobertura en función de su cantidad de cobertura, por lo que tenemos cambios de cobertura vegetal para 3 periodos, en el cual se concluye que para el periodo entre el 2001 al 2006 para el área con muy baja o nula vegetación hay un aumento en la cobertura vegetal de 22275 ha, para la variación del área con baja vegetación resultó una disminución de 3483 ha, para la variación con moderada vegetación hubo una disminución de 22846 ha y para la variación de áreas con alta o densa vegetación hubo un incremento de 3402 ha, para el periodo entre 2006 al 2010 en el área con muy baja o nula vegetación hay una disminución de la cobertura vegetal de 12474 ha, para la variación del área con baja vegetación hubo una disminución de 5994 ha, para la variación con moderada vegetación resulto un incremento de 23409 ha y para la variación del área con alta o densa vegetación resulto una disminución del 4941 ha, y para el tercer periodo que comprende del 2010 al 2018, el área con muy baja o nula vegetación hay una disminución de la cobertura vegetal de 16524 ha, para la variación del área con baja vegetación resultó una disminución de 37341 ha, para la variación con moderada vegetación dio como resultado una

disminución de 648 ha y para la variación de áreas con alta o densa vegetación resultó un incremento de 54513 ha y esto pudo darse a que en la laguna arrojaban directamente los residuos de actividades antrópicas tales como fabricación de café, desmonte producto de las actividades de construcción para el turismo, etc.

Finalmente, para evaluar la variación de la temperatura superficial de la ciudad de Villa Rica, Pasco mediante el análisis espectral de bandas 6 y 10 de las imágenes Landsat 5 y Landsat 8 durante el periodo 2001-2018, se tomaron 3 periodos obtenidos de la Tabla 8 (Anexo 8), y para fines prácticos se consideró el promedio de los 40 puntos distribuidos en toda la ciudad de Villa Rica, Pasco para los 3 periodos, donde el resultado de la variación de la temperatura superficial, para el primer periodo entre los años 2001 al 2006 se tiene una variación (aumento) de 0.252675 °C, para el segundo periodo que comprende del 2006 al 2010 tiene como resultado la variación de la temperatura la disminución de 0.064775 °C, mientras que en el tercer periodo del 2010 al 2018 dio como resultado la variación de la temperatura superficial un incremento de 0.1144 °C y esto como producto del crecimiento poblacional de manera anual en la ciudad de Villa Rica, ya que cada vez se desplaza los bosques para ser reemplazados por casas o lugares para ser habitados.

VIII. RECOMENDACIONES

Se sugiere considerar la misma cantidad de puntos, para el análisis de las variables cambio de la cobertura vegetal y variación de la temperatura superficial, para una similar superficie de estudio, que empleen posteriormente en sus análisis de estudios a las imágenes satelitales.

Si se desea tener un mejor resultado, se debe utilizar imágenes satelitales óptimas, es decir con poca nubosidad y una mayor resolución y la utilización del software y algoritmos para el adecuado procesamiento de la información.

En futuras investigaciones para el análisis de las variables en mención, se debe de considerar los fenómenos naturales que puedan afectar a los resultados de la investigación.

Para periodos largos de análisis, se recomienda segmentar los periodos de estudio en base a criterios ambientales, sociales, etc. que puedan generar impactos sobre la evaluación, con la finalidad de obtener resultados más precisos y acordes a la realidad.

Se sugiere emplear los satélites espaciales, con el afán de analizar los ecosistemas y la preservación de vida en su hábitat, ya que, brindan un gran soporte para predicciones y futuros comportamientos de la tierra, permitiendo controlar, evaluar y analizar los diferentes cambios en la naturaleza.

Así también la presente investigación se puede emplear como base para proponer planes, programas, proyectos en donde se incluya a la población y al gobierno en su afán de preservar las áreas protegidas para que así se mantengan de manera sostenible a las futuras generaciones.

Finalmente este trabajo de investigación puede servir como una guía metodología para investigadores particulares, instituciones científicas o autoridades competentes que deseen aplicar el procesamiento de las imágenes satelitales para el análisis de variables ambientales, que sean afines para planificar y gestionar los recursos pertenecientes a ciudades en proceso de expansión, o

monitorear factores ambientales de las ciudades y estén dispuestos a aplicar planes, programas, etc. con el fin de mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHUVIECO, E. Teledetección Ambiental, la observación de la tierra desde el espacio [en línea]. Barcelona España, mayo 2002. Editorial Ariel S.A. [Fecha de consulta: 16 de mayo del 2023]. disponible en:

https://www.google.com.pe/books/edition/_/aKsNXCVCtcQC?hl=es-419&kptab=overview&gbpv=1.

CARTAYA, S., et al. Comparación de técnicas para determinar cobertura vegetal y usos de la tierra en áreas de interés ecológico, Manabí, Ecuador. *Revista UD y la Geomática* [en línea]. Septiembre, 2014, [Fecha de consulta: 24 de mayo del 2023]. ISSN: 2011-499. disponible en:

<https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/UDGeo/article/view/7883/10941>.

CASTRO, C. Estudio de la temperatura superficial en la ciudad de Iquitos a través de imágenes Landsat 8 del año 2013-2016. Tesis (Titulo de ingeniera ambiental). Iquitos: Universidad Nacional De La Amazonia Peruana, 2017. [consulta 12 de febrero 2023]. [en línea]. Disponible en:

<http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/5323>.

Carvajal, Andrés Felipe, Pabón José Daniel. Temperatura de la superficie terrestre en diferentes tipos de cobertura de la región andina Colombiana. *Sociedade & Natureza* [en línea]. 2014, 26(1), 95-112 [fecha de Consulta 1 de Julio de 2023]. ISSN: 0103-1570. Disponible en:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=321330589008>.

CHUVIECO, E. Fundamentos de detección espacial [en línea]. segunda edición; ediciones RIALP S.A. Madrid. Julio 1995. [fecha de Consulta 1 de marzo de 2023]. ISBN: 84-321-2680 disponible en:

<http://cursosihlla.bdh.org.ar/Sist.%20Cart.%20y%20Teledet./Bibliografia/FUNDAMENTOS-DE-TELEDETECCION-EMILIO-CHUVIECO.pdf>

ESCANDÓN, J., BENJAMÍN, J y DEL CARMEN, O. Cambio en la cobertura vegetal y uso del suelo del 2000 al 2009 en Morelos, México [en línea]. 2018.

México: Revista mexicana de ciencias forestales, 2018, [Fecha de consulta 19 de febrero 2023].

González, G., et al. Evaluación de patrones temporales en la dinámica para el cambio de cobertura vegetal en zonas rurales tropicales durante el periodo 2013-2018. (2021). Caso de estudio Chaguaní-Colombia. Cuadernos De Desarrollo Rural, 18. [Fecha de consulta: 9 de junio del 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cdr18.ept>.

HERNANDEZ, R., FERNANDEZ, C. y BAPTISTA, M., 2014. Metodología de la investigación. 6 Edición. S.l.: s.n. ISBN 9781456223960.

HERNÁNDEZ, R. y MENDOZA, C., 2018. Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativas, cualitativas y mixta [en línea]. 1. México: Mc Graw Hill. ISBN 978-1-4562-6096-5. Disponible en: <https://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=2612>.

MANZANILLA Q. Estimación de islas de calor urbanas en la ciudad de Uruapan, Michoacán, México. Ecosistemas Y Recursos Agropecuarios, 2023 [en línea]. [Fecha de consulta: 19 de junio del 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.19136/era.a10n1.3495>.

MARTÍNEZ, R. Estimación de la temperatura superficial en imágenes históricas Landsat 5 mediante corrección atmosférica monocanal en el término para la cuenca del río Tempisque-Bebedero (Costa Rica). [en línea]. 2020. *Rev. Geog. Amer. Central*. ISSN: 2215-2563. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15359/rgac.65-2.1>.

MINCETUR. PERTUR. Plan Estratégico Regional de Turismo. LIMA: PROMPERU. 2019. [Fecha de consulta: 18 de marzo del 2023]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/mincetur/informes-publicaciones/2367408-pertur-lima-region>.

PALACIOS, J., et al. Predicción de la pérdida de la cobertura vegetal por aumento de áreas urbanas en Iquitos, Perú. Iquitos. [en línea] 2019. *Ciencia amazónica*, 2019. [Fecha de consulta: 29 de marzo del 2023] Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/338613920>.

PÉREZ, M. y POLET, M. en su investigación de tesis. Influencia de la cobertura y uso de la tierra en la temperatura superficial en el Distrito Padre Abad, Perú. Tesis (Título profesional de Ingeniería en Ecología de Bosques Tropicales). Iquitos. Repositorio institucional Digital UNAP. 2019. [Fecha de consulta: 15 de enero del 2023]. Disponible en: <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/648>.

QUISPE, R., et al. Temperatura superficial y estado de la vegetación del bosque de *Polylepis* spp, distrito de San Marcos de Rocchac, Huancavelica – Perú. Enfoque UTE [en línea]. 2020, vol.11, n.3 [citado 2023-07-01], pp.69-86. ISSN 1390-6542. Disponible en: http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-65422020000300069&lng=es&nrm=iso.

SALINAS,W., et al. Análisis multitemporal de cambios de uso de la tierra en San Fernando, Tamaulipas, durante el periodo 1987 a 2017. Ciencia UAT [en línea]. 2020, vol.14, n.2 [Fecha de consulta 2 de marzo del 2023], pp.160-173. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-78582020000100160&lng=es&nrm=iso.

URBINA, J. y MARTINEZ, J. Más allá del cambio climático. Las dimensiones psicosociales del cambio ambiental global. 2006. México: Instituto Nacional de Ecología, 2006. págs. 128-129. Vol. 1.van. ISBN:9789688178089, 968817808X Disponible en: https://www.google.com.pe/books/edition/M%C3%A1s_all%C3%A1_del_cambio_clim%C3%A1tico/vvUoRldp2nkC?hl=es&gbpv=0

ZOROGASTÚA, P., et al. Evaluación de cambios en la cobertura y uso de la tierra con imágenes de satélite en Piura - Perú". [en línea] 2011. Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú, [Fecha de consulta: 26 de marzo del 2023] Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v10n1/a02v10n1>

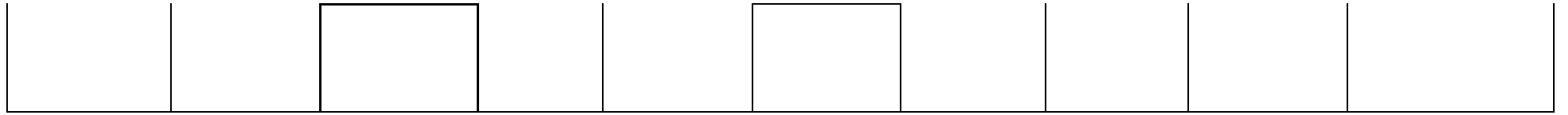
Zhiminaicela, C, et al. (2020). Deforestación y cambios en la cobertura vegetal del archipiélago de Jambelí, mediante el uso de imágenes satelitales Landsat-8. 17. 153-157. 10.17268/manglar.202

X. ANEXO

Anexo 01. Matriz de consistencia

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Índices	Método	Técnica e instrumentos	Metodología
<p>General: ¿En qué medida se relaciona el cambio de cobertura vegetal de la laguna el Oconal con la variación de la temperatura superficial de la ciudad de Villa Rica, Pasco con datos Landsat en el periodo 2001-2018?</p> <p>Específicos: ✓¿De qué manera ha cambiado la cobertura vegetal en la laguna el Oconal durante el periodo 2001 – 2018?</p>	<p>General: Relacionar el cambio de cobertura vegetal en la laguna el Oconal y la variación de la temperatura superficial en la ciudad de Villa Rica, Pasco con datos Landsat en el periodo 2001 – 2018.</p> <p>Específicos: ✓Evaluar el cambio de la cobertura vegetal en la laguna El Oconal mediante el análisis espectral de bandas 3 4 y 5 de las imágenes landsat 5 y</p>	<p>General: El cambio de la cobertura vegetal en la laguna el Oconal se relaciona directamente con la variación de la temperatura superficial de la ciudad de Villa Rica, Pasco, Perú en el periodo 2001 – 2018.</p> <p>Específicos: ✓Existirá cambio en la cobertura vegetal de la laguna El Oconal mediante el análisis espectral de bandas 3 4 y 5 de las imágenes</p>	Cambio de cobertura vegetal	<ul style="list-style-type: none"> ● Componente espectral ● Cobertura vegetal ● Evaluación del cambio de cobertura vegetal 	1. NDVI	$NDVI = \frac{(C - M)}{(C + M)}$	<p>Recopilación de datos o información</p> <ul style="list-style-type: none"> - Recopilación de información temática, bibliográfica, estadística, geoespacial y satelital - Estandarización de información geoespacial. <p>Procesamiento de datos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cálculo del NDVI - Clasificación multitemporal de cobertura vegetal - Validación de la clasificación de la cobertura vegetal - Análisis del cambio de cobertura vegetal - Cálculo de la tasa de variación de la temperatura superficial <p>Análisis estadístico de datos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Análisis de correlación entre el aumento de cobertura vegetal y la variación de la temperatura superficial 	<p>Técnica: Muestreo aleatorio en imágenes satelitales Landsat 4,5,7 y 8.</p> <p>Instrumento: Recopilación de datos o información</p> <ul style="list-style-type: none"> - Registro de recopilación de datos de fuentes diversas <p>Procesamiento de datos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Para el cálculo del NDVI se realizará on line desde la plataforma de Google Earth Engine (Palacios et al., 2019) - Para la clasificación de la cobertura vegetal se utilizará la técnica propuesta por Palacios et al., 2017 de umbrales de NDVI. - Para la validación de se 	<p>Tipo: Descriptivo Correlacional.</p> <p>Diseño: No experimental</p> <p>Población: La población son todas las unidades de resolución espacial (píxel) de cobertura vegetal en la laguna el Oconal y de temperatura superficial en la ciudad de Villa Rica</p> <p>Muestra: La muestra son todas las unidades de resolución espacial (píxel) de cobertura vegetal en la laguna el Oconal y de temperatura superficial en la ciudad de Villa Rica obtenidas por cada año del</p>
					2. % de cobertura vegetal.	$\%CV = \frac{C - M}{C + M}$			
					3. % aumento de cobertura vegetal en un tiempo.	$\%A = \frac{(C - M) - 1}{(C + M)}$			
				1.Temperatura	1. Cálculo de la	$Ts = K2 / \ln((K1/L1)+1)$			

<p>✓¿Cómo ha variado la temperatura superficial de la ciudad de Villa Rica durante el periodo 2001 – 2018?</p>	<p>landsat 8 durante el periodo 2001-2018</p> <p>✓ Evaluar la variación de la temperatura superficial de la ciudad de Villa Rica, Pasco mediante el análisis espectral de bandas 6 y 10 de las imágenes Landsat 5 y Landsat 8.</p>	<p>Landsat 5 y Landsat 8 durante el periodo 2001-2018.</p> <p>✓ Existirá cambio de la temperatura superficial de la ciudad de Villa Rica, Pasco mediante el análisis espectral de bandas 6 y 10 de las imágenes Landsat 5 y Landsat 8 durante el periodo 2001-2018.</p>	<p>Temperatura superficial</p>	<p>superficial</p>	<p>temperatura superficial</p>			<p>utilizarán datos de coincidencia de lo clasificado vs lo real y se aplicará el índice de Kappa para evaluar el grado de validez.</p> <p>- Para el análisis del cambio de la cobertura aplicaremos la técnica de matriz de tabulación cruzada de Pontius e índice de tasa de aumento de cobertura vegetal en el tiempo (Shirvani et al., 2019).</p> <p>- Para el cálculo de la temperatura superficial y su variación el tiempo se aplicará la tasa de variación (Castro 2017)</p> <p>- El análisis estadístico se aplicará el índice de correlación cruzada o mixta (Pontius Jr. et al 2004).</p>	<p>periodo 2001-2018.</p> <p>Técnica de recolección: Técnica de recopilación de información documentaria.</p> <p>Instrumento a utilizar es una ficha registro</p> <p>Procesamiento: Criterio de inclusión, límite de la laguna el Oconal y la ciudad de Villa Rica, sean del periodo 2001-.2018 y porcentaje de cobertura de nubes inferior al 10 %.</p>
				<p>2. Variación de la temperatura superficial en referencia al tiempo.</p>	<p>2. Cálculo de la variación de la temperatura superficial en función del tiempo.</p>	$\%VTS = \frac{(TSt2 - TSt1)}{T}$			



Anexo 02. Instrumentos de recolección de datos

Tabla 4. Registro de Imágenes satelitales mediante los satélites Landsat.

Año de toma de imagen	Sensor	Código de imagen	Bandas espectrales	Valor espectral	Tipo de corrección	Fuente
2000						
2002						
2004						
2006						
2008						
2010						
2012						
2014						
2016						
2018						
2020						

Anexo 03: Valores de puntos de muestreo de las imágenes para la laguna El Oconal y ciudad de Villa Rica

COD. DE MUESTRA	VALOR DE NDVI DE LA LAGUNA EL OCONAL POR AÑO			
	2001	2006	2010	2018
PUNTO 1				
PUNTO 2				

PUNTO 3				
PUNTO 4				
PUNTO 5				
.....				

COD. DE MUESTRA	VALOR DE % DE COBERTURA VEGETAL DE LA LAGUNA EL OCONAL POR PERIODO		
	2001 - 2006	2006 - 2010	2010 - 2018
PUNTO 1			
PUNTO 2			
PUNTO 3			
PUNTO 4			
PUNTO 5			
.....			

COD. DE MUESTRA	VALOR DE % DE AUMENTO DE COBERTURA VEGETAL DE LA LAGUNA EL OCONAL POR PERIODO		
	2001 - 2006	2006 - 2010	2010 - 2018
PUNTO 1			
PUNTO 2			
PUNTO 3			
PUNTO 4			

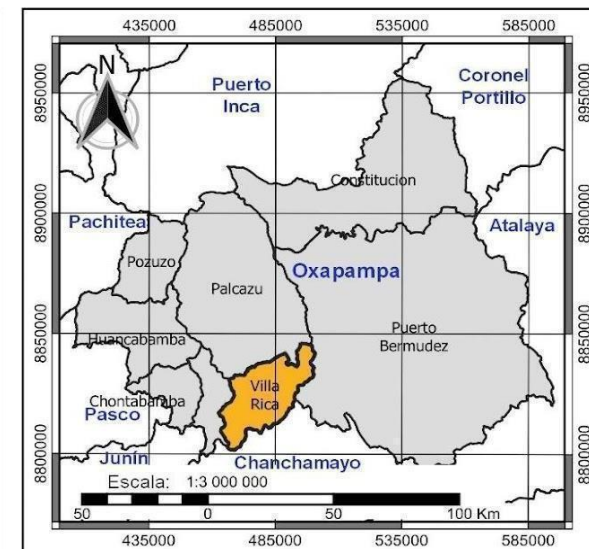
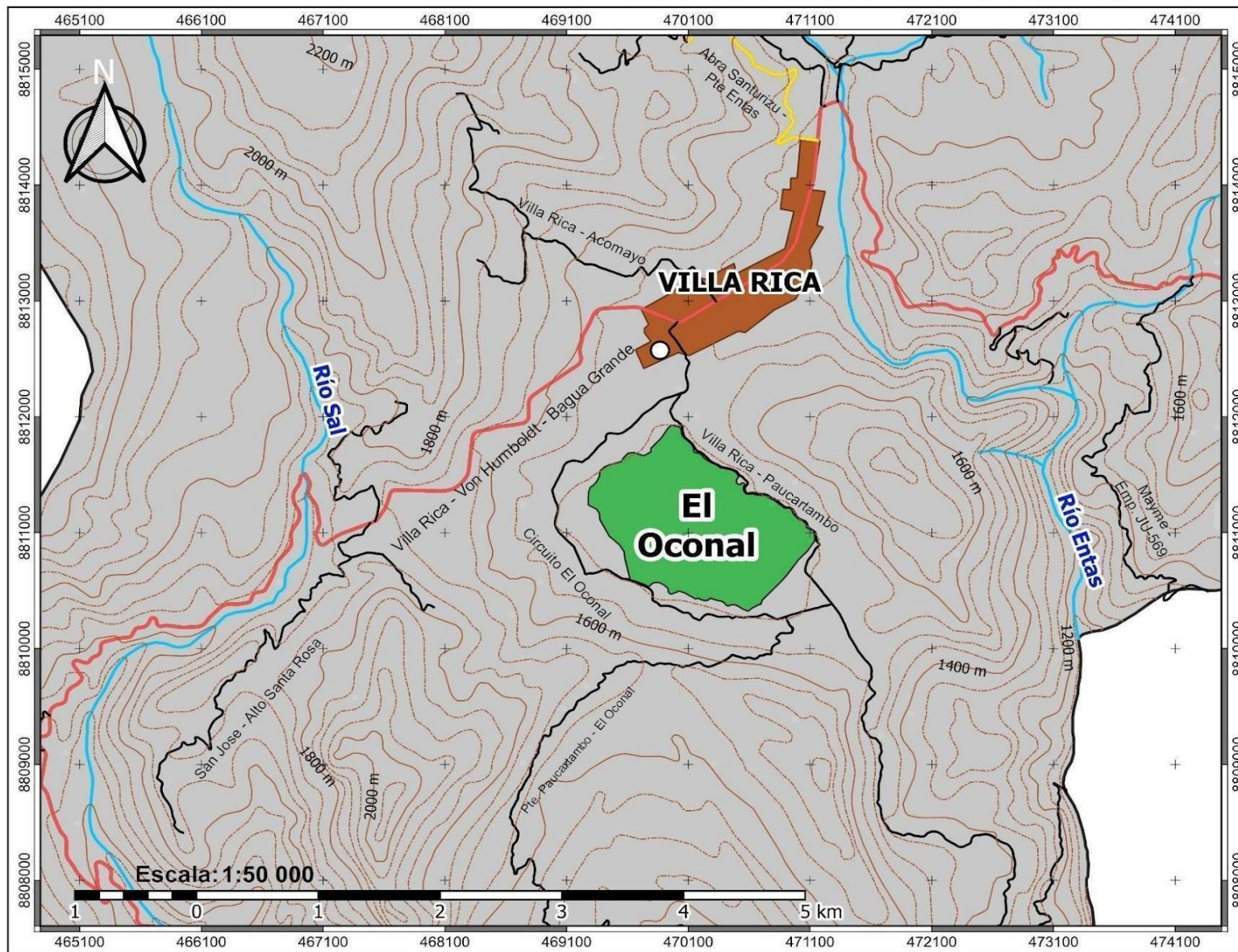
PUNTO 5			
.....			

COD. DE MUESTRA	VALOR DE TEMPERATURA SUPERFICIAL DE LA CIUDAD DE VILLA RICA POR AÑO			
	2001	2006	2010	2018
PUNTO 1				
PUNTO 2				
PUNTO 3				
PUNTO 4				
PUNTO 5				
.....				

COD. DE MUESTRA	VALOR DE LA VARIACION DE TEMPERATURA SUPERFICIAL DE LA CIUDAD DE VILLA RICA POR PERIODO		
	2001 - 2006	2006 - 2010	2010 - 2018
PUNTO 1			
PUNTO 2			
PUNTO 3			
PUNTO 4			
PUNTO 5			
.....			

Anexo 04: Plano de ubicación del área a analizar

MAPA DE UBICACIÓN DE LA LAGUNA EL OCONAL - VILLA RICA - OXAPAMPA - PASCO



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES
 PROYECTO DE TESIS: "EVALUACIÓN DE LA VEGETACIÓN EN LA FUENTE HIDRICA DEL HUMEDAL LAGUNA EL OCONAL (VILLA RICA - PASCO) MEDIANTE TELEDETECCIÓN (PERIODO 2000-2020)"

MAPA:
MAPA DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN

Región: Pasco	Fecha: Enero 2022	LÁMINA N°:
Provincia: Oxapampa	Elaboración: J.M.A.A.	U-01
Distrito: Villa Rica	Proyección: DATUM WGS84 Z18S	

Fuente:
IGN, MINEDU, INEI, MINAM, Google Earth, QGIS.

Anexo 05. Ficha de validación del instrumento por expertos y satélites.

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS MEDIANTE JUICIO DE EXPERTOS

Yo, Fernando Vásquez Perdomo, con DNI N°07287415, especialista en gestión ambiental, ostento el grado de Doctor en medio ambiente y desarrollo sostenible, y ejerzo la carrera profesional de Ingeniero Químico. Por medio de la presente hago constar que he revisado, con fines de validación, el instrumento denominado **Registro de Imágenes satelitales mediante los satélites Landsat y Valores de puntos de muestreo de las Imágenes para la laguna El Oconal y ciudad de Villa Rica (Satélites Landsat 5 y Landsat 8)** que será aplicado en el mes de mayo, en el desarrollo de la Tesis **"CAMBIO DE COBERTURA VEGETAL EN LA LAGUNA EL OCONAL Y LA VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL EN LA CIUDAD DE VILLA RICA, PASCO CON DATOS LANDSAT EN EL PERIODO 2000 – 2020"**.

Luego de hacer las verificaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO

N°	INDICADORES	VALORES			
		1	2	3	4
1	El instrumento presenta coherencia con el problema de investigación.				X
2	El instrumento evidencia el problema a solucionar.			X	
3	El instrumento guarda relación con los objetivos propuestos en la investigación.				X
4	El instrumento facilita la comprobación de la hipótesis que se plantea en la investigación.				X
5	Los indicadores son los correctos para cada dimensión.				X
6	La redacción de los ítems es clara y apropiada para cada dimensión.			X	
7	En general, el instrumento permite un manejo ágil de la información.				X
		1=Deficiente (0- 25%); 2 = Regular (26-50%); 3=Buena (51-75%) 4= Excelente (76-100%)			
PROMEDIO DE VALORACIÓN		96 %			

Lugar y fecha: Lima, 20 de mayo de 2023

DNI N°: 07287415

Teléfono: 999 739 121

Lima, 20 del mes de mayo de 2023


Firma



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN
CIENCIAS DE LA TIERRA, CLIMA Y MEDIO AMBIENTE

CONSTANCIA

Por la presente dejamos constancia que los **Satélites Landsat 5 y Landsat 8** se encontraron en buen estado para los años 2000 – 2020, a cargo de las observaciones del personal del grupo de investigación en Ciencias de la Tierra, Clima y Medio Ambiente (CTCLIMA) de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM).

Se emite el siguiente documento para fines académicos que acredite el **buen funcionamiento y óptimo estado de los satélites**, y que los datos recogidos siguen los estándares de medición.

Dr. David Pareja Quispe

Docente e Investigador de la UNMSM

ANEXO 06. Tabla 6. Valores del NDVI por periodos 2001,2006.2010 y 2018

Valores del NDVI durante los periodos 2001, 2006, 2010 y 2018																
ID	2001 1	2001 2	2001 3	2001 4	2006 1	2006 2	2006 3	2006 4	2010 1	2010 2	2010 3	2010 4	2018 1	2018 2	2018 3	2018 4
1	0	7200	900	0	0	8100	0	0	0	6300	1800	0	0	3600	4500	0
2	0	6300	1800	0	0	6300	1800	0	0	8100	0	0	0	900	7200	0
3	0	0	5400	5400	1800	8100	900	0	900	9000	900	0	0	0	4500	6300
4	0	0	7200	900	0	4500	3600	0	5400	2700	0	0	0	0	8100	0
5	0	0	7200	3600	0	6300	4500	0	0	9900	900	0	0	3600	5400	1800
6	0	7200	7200	0	0	14400	0	0	0	1440 0	0	0	0	0	9000	5400
7	0	10800	0	0	0	10800	0	0	900	9900	0	0	0	0	8100	2700
8	0	10800	0	0	0	5400	5400	0	0	1080 0	0	0	0	0	1080 0	0
9	0	9900	4500	0	4500	6300	3600	0	4500	7200	2700	0	0	1800	1260 0	0
10	0	0	9900	900	1800	2700	6300	0	2700	7200	900	0	0	1800	9000	0
11	0	0	5400	2700	0	0	3600	4500	0	5400	2700	0	0	900	7200	0
12	0	0	8100	0	0	5400	2700	0	0	4500	3600	0	0	0	4500	3600
13	0	0	1080 0	0	3600	7200	0	0	0	6300	4500	0	0	0	3600	7200
14	0	1800	6300	0	0	8100	0	0	2700	4500	900	0	0	0	1800	6300
15	0	7200	900	0	0	5400	2700	0	5400	1800	900	0	0	900	2700	4500
16	0	10800	0	0	0	10800	0	0	9000	1800	0	0	0	0	2700	8100
17	0	8100	0	0	0	8100	0	0	900	7200	0	0	0	0	0	8100
18	900	7200	0	0	0	7200	900	0	0	6300	1800	0	0	0	4500	3600
19	0	8100	2700	0	2700	6300	1800	0	2700	3600	4500	0	0	0	4500	6300
20	0	0	8100	0	900	3600	3600	0	1800	3600	2700	0	0	0	6300	1800
21	0	900	7200	0	0	0	4500	3600	0	0	5400	2700	0	1800	6300	0
22	0	0	3600	4500	0	3600	4500	0	0	5400	2700	0	0	4500	3600	0

23	0	0	8100	0	0	4500	3600	0	0	5400	2700	0	0	0	5400	2700
24	0	3600	7200	0	5400	5400	0	0	0	9000	1800	0	0	0	0	10800
25	0	3600	4500	0	1800	6300	0	0	2700	5400	0	0	0	0	0	8100
26	0	8100	0	0	2700	5400	0	0	8100	0	0	0	0	0	3600	4500
27	0	10800	0	0	1800	9000	0	0	10800	0	0	0	0	0	0	10800
28	3600	4500	0	0	0	8100	0	0	2700	5400	0	0	0	0	0	8100
29	7200	900	0	0	0	4500	3600	0	0	5400	2700	0	0	0	900	7200
30	900	9900	0	0	900	8100	1800	0	0	4500	6300	0	0	0	8100	2700
31	0	900	7200	0	0	4500	3600	0	0	4500	3600	0	0	2700	4500	900
32	0	5400	2700	0	0	0	5400	2700	0	0	6300	1800	0	7200	900	0
33	0	4500	6300	0	0	0	8100	2700	0	1800	7200	1800	0	5400	5400	0
34	0	0	7200	3600	900	5400	4500	0	0	1800	9000	0	0	2700	4500	3600
35	0	900	9900	0	0	9000	1800	0	0	8100	2700	0	0	0	2700	8100
36	0	12600	1800	0	1800	12600	0	0	0	9000	5400	0	0	0	0	14400
37	0	10800	0	0	0	10800	0	0	3600	7200	0	0	0	0	1800	9000
38	0	10800	0	0	6300	4500	0	0	10800	0	0	0	0	0	0	10800
39	1800	12600	0	0	7200	7200	0	0	11700	2700	0	0	0	0	0	14400
40	6300	4500	0	0	0	10800	0	0	5400	5400	0	0	0	0	0	10800
41	8100	2700	0	0	0	9900	900	0	0	6300	4500	0	0	0	0	10800
42	0	14400	0	0	0	14400	0	0	0	12600	1800	0	0	2700	6300	5400
43	0	10800	0	0	0	8100	2700	0	0	10800	0	0	0	2700	8100	0
44	0	7200	3600	0	0	5400	5400	0	0	4500	6300	0	0	4500	6300	0
45	0	0	14400	0	0	8100	5400	900	0	9000	5400	0	0	9000	5400	0
46	0	0	10800	0	0	900	9900	0	0	1800	9000	0	0	3600	7200	0
47	0	1800	6300	0	900	1800	5400	0	0	2700	5400	0	0	2700	3600	1800

48	0	2700	5400	0	0	4500	3600	0	0	3600	4500	0	0	0	2700	5400
49	0	10800	0	0	900	9900	0	0	0	1800	9000	0	0	0	1800	9000
50	0	8100	0	0	1800	6300	0	0	4500	3600	0	0	0	0	900	7200
51	0	8100	0	0	5400	2700	0	0	8100	0	0	0	0	0	0	8100
52	5400	5400	0	0	9000	1800	0	0	3600	6300	900	0	0	0	0	10800
53	5400	2700	0	0	3600	4500	0	0	900	7200	0	0	0	0	0	8100
54	900	7200	0	0	0	8100	0	0	0	8100	0	0	0	0	0	8100
55	0	9000	1800	0	900	9900	0	0	0	10800	0	0	0	1800	3600	5400
56	0	3600	4500	0	0	8100	0	0	0	6300	1800	0	0	3600	4500	0
57	0	3600	4500	0	0	2700	5400	0	0	3600	4500	0	0	0	8100	0
58	0	0	10800	0	0	7200	3600	0	0	6300	4500	0	0	0	10800	0
59	0	0	3600	4500	0	2700	5400	0	0	900	7200	0	0	900	7200	0
60	0	0	8100	0	0	4500	3600	0	0	0	8100	0	0	2700	5400	0
61	0	9900	900	0	1800	2700	6300	0	0	0	10800	0	0	0	5400	5400
62	0	1800	6300	0	8100	0	0	0	0	0	7200	900	0	900	3600	3600
63	0	1800	6300	0	4500	3600	0	0	900	5400	1800	0	0	0	4500	3600
64	900	9900	0	0	3600	7200	0	0	0	3600	7200	0	0	0	900	9900
65	0	8100	0	0	4500	3600	0	0	0	4500	3600	0	0	0	1800	6300
66	0	8100	0	0	8100	0	0	0	900	3600	3600	0	0	0	0	8100
67	5400	5400	0	0	5400	5400	0	0	0	6300	4500	0	0	0	0	10800
68	900	7200	0	0	900	7200	0	0	0	8100	0	0	0	0	0	8100
69	0	6300	1800	0	2700	5400	0	0	0	8100	0	0	0	0	0	8100
70	0	2700	8100	0	1800	9000	0	0	0	10800	0	0	0	0	5400	5400
71	0	5400	2700	0	0	8100	0	0	0	7200	900	0	0	7200	900	0
72	0	1800	6300	0	0	5400	2700	0	0	4500	3600	0	0	6300	1800	0
73	0	0	10800	0	0	2700	8100	0	900	3600	6300	0	0	1800	7200	1800

			0													
74	0	0	8100	0	0	0	2700	5400	0	0	8100	0	0	4500	3600	0
75	0	4500	9900	0	0	7200	4500	2700	0	6300	8100	0	0	0	1080	3600
76	0	5400	5400	0	6300	4500	0	0	0	900	9900	0	0	0	0	1080
77	0	4500	6300	0	1080	0	0	0	0	1800	9000	0	0	0	0	1080
78	0	13500	900	0	4500	3600	5400	900	0	1800	1260	0	0	0	3600	1080
79	0	10800	0	0	2700	8100	0	0	0	4500	6300	0	0	0	2700	8100
80	0	10800	0	0	7200	3600	0	0	0	3600	7200	0	0	0	4500	6300
81	0	14400	0	0	900	12600	900	0	0	6300	8100	0	0	0	900	1350
82	900	9900	0	0	2700	8100	0	0	0	1080	0	0	0	0	0	1080
83	0	9900	900	0	4500	6300	0	0	0	2700	8100	0	0	0	5400	5400
84	0	13500	900	0	5400	9000	0	0	0	1080	3600	0	0	3600	1080	0
85	0	10800	0	0	2700	8100	0	0	0	7200	3600	0	0	9900	900	0
86	0	3600	7200	0	0	5400	3600	1800	0	900	9900	0	0	5400	5400	0
87	0	0	1080	0	0	900	5400	4500	0	1080	0	0	0	0	9000	1800
88	0	1800	6300	0	5400	2700	0	0	0	4500	3600	0	0	0	0	8100
89	0	4500	3600	0	7200	900	0	0	0	2700	5400	0	0	0	900	7200
90	0	7200	3600	0	9000	1800	0	0	5400	3600	1800	0	0	0	3600	7200
91	0	8100	0	0	6300	1800	0	0	5400	900	1800	0	0	0	2700	5400
92	0	8100	0	0	4500	3600	0	0	0	2700	5400	0	0	0	4500	3600
93	0	10800	0	0	3600	6300	900	0	0	1800	9000	0	0	0	2700	8100
94	0	5400	2700	0	7200	900	0	0	0	7200	900	0	0	0	900	7200
95	0	8100	0	0	8100	0	0	0	0	2700	5400	0	0	0	4500	3600
96	0	10800	0	0	9900	900	0	0	0	3600	7200	0	0	1800	9000	0
97	0	2700	3600	1800	2700	5400	0	0	0	0	7200	900	1800	5400	900	0

98	0	0	7200	900	0	900	4500	2700	0	3600	4500	0	0	0	3600	4500
99	0	0	1080 0	0	0	9900	900	0	0	7200	3600	0	0	0	4500	6300
100	0	900	7200	0	4500	3600	0	0	2700	4500	900	0	0	0	0	8100
101	0	1800	6300	0	2700	5400	0	0	0	5400	2700	0	0	0	900	7200
102	0	9000	1800	0	1080 0	0	0	0	9000	1800	0	0	0	0	4500	6300
103	0	8100	0	0	4500	1800	1800	0	4500	1800	1800	0	0	0	3600	4500
104	900	7200	0	0	2700	5400	0	0	900	2700	4500	0	0	0	2700	5400
105	0	9900	900	0	4500	6300	0	0	0	2700	7200	900	0	0	9900	900
106	900	6300	900	0	6300	1800	0	0	0	2700	5400	0	0	900	5400	1800
107	900	6300	900	0	6300	1800	0	0	0	6300	1800	0	0	0	4500	3600
108	0	8100	2700	0	5400	3600	1800	0	0	2700	8100	0	0	0	1080 0	0
109	0	5400	9000	0	0	5400	6300	2700	0	4500	9900	0	0	0	2700	1170 0
110	0	1800	9000	0	1800	2700	2700	3600	3600	4500	2700	0	0	0	1800	9000
111	0	2700	8100	0	0	900	9000	900	0	4500	5400	900	0	0	0	1080 0
112	7200	7200	0	0	1170 0	1800	900	0	9900	2700	1800	0	0	0	7200	7200
113	9900	900	0	0	7200	3600	0	0	4500	3600	2700	0	0	0	0	1080 0
114	4500	6300	0	0	7200	3600	0	0	0	8100	2700	0	0	2700	7200	900
115	900	11700	1800	0	900	9900	3600	0	0	900	1350 0	0	0	0	1440 0	0
116	0	5400	4500	900	1800	5400	3600	0	900	0	9900	0	0	900	4500	5400
117	0	6300	3600	900	6300	4500	0	0	1800	3600	5400	0	0	3600	5400	1800
118	0	0	1080 0	0	0	0	900	9900	0	0	9900	900	0	0	9000	1800
119	0	0	8100	0	0	0	3600	4500	0	0	8100	0	0	900	7200	0
120	0	900	7200	0	0	0	2700	5400	0	0	8100	0	0	0	5400	2700
121	900	8100	1800	0	0	1800	6300	2700	0	1800	9000	0	0	0	0	1080 0
122	1800	900	5400	0	0	0	7200	900	0	900	6300	900	0	0	900	7200

123	0	5400	2700	0	4500	3600	0	0	0	3600	4500	0	0	5400	2700	0
124	0	7200	3600	0	4500	2700	3600	0	2700	3600	4500	0	0	3600	6300	900
125	0	900	7200	0	4500	2700	900	0	4500	900	2700	0	0	2700	2700	2700
126	0	0	1080 0	0	0	900	9000	900	0	0	1080 0	0	0	0	9000	1800
127	0	0	8100	0	0	0	6300	1800	0	0	8100	0	0	0	5400	2700
128	0	0	8100	0	0	3600	4500	0	3600	900	3600	0	0	900	4500	2700
129	0	0	1080 0	0	6300	3600	900	0	7200	900	1800	900	0	6300	1800	2700
130	0	0	1080 0	0	0	900	7200	2700	6300	1800	1800	900	0	8100	1800	900

Nota. Elaboración propia

Anexo 07.

Tabla 7. Cambio de cobertura vegetal de la laguna El Oconal (2001-2018)

ID	AV 2001-2006	AV 2006-2010	AV 2010-2018
1	#iDIV/0!	0.25	0.075
2	0	#iDIV/0!	0.125
3	-2.2	0	0.114583333
4	-0.25	#iDIV/0!	0.125
5	-0.28	-1	0.109375
6	#iDIV/0!	#iDIV/0!	0.125
7	#iDIV/0!	#iDIV/0!	0.125
8	0.2	#iDIV/0!	0.125
9	-0.05	-0.0833333	0.0982142
10	-0.142857	-1.5	0.1125
11	0	-0.5	0.078125
12	-0.4	0.0625	0.069444444
13	#iDIV/0!	0.25	0.072916667
14	#iDIV/0!	0.25	0.111111111
15	0.133333333	-0.5	0.109375
16	#iDIV/0!	#iDIV/0!	0.125
17	#iDIV/0!	#iDIV/0!	0.125
18	0.2	0.125	0.097222222
19	-0.1	0.15	0.072916667
20	-0.25	-0.0833333	0.083333333
21	0.022222222	0	-0.0357142
22	-0.16	-	0.03125
		<u>0.166666667</u>	
23	-0.25	-	0.083333333
		<u>0.083333333</u>	
24	#iDIV/0!	0.25	0.104166667
25	#iDIV/0!	#iDIV/0!	0.125
26	#iDIV/0!	#iDIV/0!	0.125
27	#iDIV/0!	#iDIV/0!	0.125
28	#iDIV/0!	#iDIV/0!	0.125
29	0.2	-0.0833333	0.083333333
30	0.2	0.178571429	0.052083333
31	-0.2	0	0.041666667
32	0.133333333	0	-1
33	0.083333333	-0.05	-0.0833333
34	-0.28	0.125	-0.0138889
35	-0.9	0.0833333	0.09375
36	#iDIV/0!	0.25	0.078125

37	#jDIV/0!	#jDIV/0!	0.125
38	#jDIV/0!	#jDIV/0!	0.125
39	#jDIV/0!	#jDIV/0!	0.125
40	#jDIV/0!	#jDIV/0!	0.125
41	0.2	0.2	0.072916667
42	#jDIV/0!	0.25	0.105769231
43	0.2	#jDIV/0!	0.125
44	0.066666667	0.035714286	0
45	-0.2571427	-0.0416667	0
46	-0.0181818	-0.025	-0.03125
47	-0.03333333	0	0
48	-0.1	0.05	0.055555556
49	#jDIV/0!	0.25	0.020833333
50	#jDIV/0!	#jDIV/0!	0.125
51	#jDIV/0!	#jDIV/0!	0.125
52	#jDIV/0!	0.25	0.114583333
53	#jDIV/0!	#jDIV/0!	0.125
54	#jDIV/0!	#jDIV/0!	0.125
55	#jDIV/0!	#jDIV/0!	0.125
56	#jDIV/0!	0.25	0.075
57	0.033333333	-0.05	0.055555556
58	-0.4	0.05	0.072916667
59	-0.1	0.0625	0
60	-0.25	0.138888889	-0.0625
61	0.171428571	0.104166667	0
62	#jDIV/0!	0.25	-0.015625
63	#jDIV/0!	0.25	0.097222222
64	#jDIV/0!	0.25	0.041666667
65	#jDIV/0!	0.25	0.069444444
66	#jDIV/0!	0.25	0.069444444
67	#jDIV/0!	0.25	0.072916667
68	#jDIV/0!	#jDIV/0!	0.125
69	#jDIV/0!	#jDIV/0!	0.125
70	#jDIV/0!	#jDIV/0!	0.125
71	#jDIV/0!	0.25	0
72	-0.2666667	0.0625	-0.125
73	-0.0666667	-0.0714271	0.0375
74	0	0	-0.15625
75	-0.075	0.0277778	0.0546875
76	#jDIV/0!	0.25	0.010416667
77	#jDIV/0!	0.25	0.020833333
78	0.171428571	0.125	0.015625
79	#jDIV/0!	0.25	0.052083333

80	#jDIV/0!	0.25	0.041666667
81	0.2	0.222222222	0.0546875
82	#jDIV/0!	#jDIV/0!	0.125
83	#jDIV/0!	0.25	0.03125
84	#jDIV/0!	0.25	0.083333333
85	#jDIV/0!	0.25	-0.375
86	-0.0666667	0.113636364	-0.1041667
87	-0.0181818	#jDIV/0!	0.125
88	#jDIV/0!	0.25	0.069444444
89	#jDIV/0!	0.25	0.041666667
90	#jDIV/0!	0.25	0.104166667
91	#jDIV/0!	0.25	0.097222222
92	#jDIV/0!	0.25	0.041666667
93	0.2	0.225	0.020833333
94	#jDIV/0!	0.25	0.111111111
95	#jDIV/0!	0.25	0.041666667
96	#jDIV/0!	0.25	0.025
97	#jDIV/0!	0.25	-1
98	-0.025	-0.15	0.055555556
99	-2.2	0.1875	0.083333333
100	#jDIV/0!	0.25	0.111111111
101	#jDIV/0!	0.25	0.083333333
102	#jDIV/0!	#jDIV/0!	0.125
103	0.2	0	0.097222222
104	#jDIV/0!	0.25	0.055555556
105	#jDIV/0!	0.25	0.03125
106	#jDIV/0!	0.25	0.03125
107	#jDIV/0!	0.25	0.097222222
108	-0.1	0.194444444	0.03125
109	0	0.022727273	0.0390625
110	-0.0857142	-0.3333333	0.09375
111	0.036363636	-0.1428573	0.052083333
112	0.2	0.125	0.109375
113	#jDIV/0!	0.25	0.09375
114	#jDIV/0!	0.25	0.083333333
115	0.1	0.183333333	0.0078125
116	-0.1	0.159090909	0
117	#jDIV/0!	0.25	0.03125
118	0	0	0
119	0	0	-0.015625
120	0.022222222	0	0
121	0.16	0	0.020833333
122	0.066666667	-0.03125	0.013888889

123	#¡DIV/0!	0.25	-0.0833333
124	0	0.05	0.046875
125	-1.4	0.166666667	0.0625
126	-0.0181818	0.020833333	0
127	0	0	0
128	-0.16	-0.0625	0.0625
129	-2.2	0.166666667	0.05
130	-0.0181818	-0.6666667	0

Anexo 08.

Tabla 8. Variación de la temperatura superficial en los periodos 2001-2006, 2006-2010 y 2010-2018

CID	VT 2001-2006	VT 2006-2010	VT 2010-2018
1	0.251	-0.047	0.114
2	0.204	-0.042	0.095
3	0.206	-0.044	0.111
4	0.288	-0.105	0.167
5	0.320	-0.098	0.177
6	0.220	-0.048	0.071
7	0.262	-0.061	0.088
8	0.221	-0.012	0.042
9	0.203	-0.042	0.122
10	0.248	-0.056	0.094
11	0.347	-0.134	0.150
12	0.362	-0.104	0.138
13	0.234	-0.068	0.119
14	0.249	-0.075	0.132
15	0.260	-0.063	0.122
16	0.204	-0.045	0.126
17	0.274	-0.070	0.170
18	0.228	-0.064	0.093
19	0.222	-0.057	0.088
20	0.277	-0.083	0.123
21	0.254	-0.051	0.016
22	0.246	-0.062	0.123
23	0.128	0.049	0.101
24	0.199	-0.016	0.051
25	0.250	-0.063	0.084
26	0.279	-0.095	0.124
27	0.289	-0.060	0.120

28	0.260	-0.062	0.151
29	0.345	-0.121	0.145
30	0.261	-0.048	0.147
31	0.257	-0.068	0.127
32	0.240	-0.097	0.150
33	0.255	-0.057	0.069
34	0.234	-0.066	0.124
35	0.276	-0.091	0.165
36	0.196	-0.003	0.075
37	0.245	-0.098	0.110
38	0.233	-0.090	0.111
39	0.294	-0.083	0.127
40	0.286	-0.091	0.114