



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Teledetección multitemporal para la determinación de suelos degradados en
el distrito de Palpa 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA AMBIENTAL

AUTORA:

Bach. Katty Marilu Molina Luna (ORCID 0000-0002-1652-6301)

ASESOR:

MSc. Wilber Samuel Quijano Pacheco (ORCID 0000-0001-7889-7928)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y gestión de los recursos naturales

LIMA – PERÚ

2019

Dedicatoria

Dedico esta tesis a mi amado esposo Santiago Alejandro Calderón Portocarrero por su incondicional apoyo y su fuerte inspiración para seguir siempre adelante; a mis padres Hugo Wilfredo Molina Navarro y Julia Etelvina Luna flores de Molina que siempre estuvieron presentes en el camino universitario que recorrí y que ahora me acompañaran en memoria por el resto de la vida.

Agradecimiento

- A Dios sobre todas las cosas por guiarme en el camino correcto.
- A la universidad Cesar Vallejo por las oportunidades de facilidades de estudio.
- A mi asesor MSc. Wilber Quijano por el conocimiento brindado a lo largo del trayecto.

A mi familia Santiago Calderón, Kristian Molina y Karen Molina, por el apoyo moral, el apoyo físico y toda colaboración en el desarrollo del presente trabajo de investigación.

- A profesores y amigos que participaron en la ejecución del proyecto de investigación.

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
I. INTRODUCCIÓN	3
II. MÉTODO	15
2.1. Diseño de Investigación	15
2.2. Variables, operacionalización	15
2.3. Población y muestra	17
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	19
2.4.1. Técnica de recolección de datos	19
2.4.2. Instrumentos de recolección de datos	20
2.4.3. Validez y confiabilidad	20
2.4.4. Descripción del procesamiento	20
2.5. Métodos de análisis de datos	31
2.6. Aspectos éticos	31
III. RESULTADOS	32
IV. DISCUSIÓN	60
V. CONCLUSIONES	62
VI. RECOMENDACIONES	63
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
ANEXOS	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de operacionalización	19
Tabla 2. Puntos de muestreo por cada indicador	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 3. Juicio de expertos	20
Tabla 4. Especificaciones Técnicas De Imágenes satelitales Landsat	21
Tabla 5. Registro de imagen espacial a 12 metros	22
Tabla 6. Aplicación de índice de vegetación normalizada	23
Tabla 7. Rangos de NDVI	23
Tabla 8. Aplicación de índice de salinidad	25
Tabla 9. Rangos de índice de salinidad	25
Tabla 10. Factores de USLE/RUSLE	27
Tabla 11. Coordenadas de punto de muestreo	30
Tabla 12. Profundidad del muestreo según el uso del suelo	30
Tabla 13. Índice de salinidad por años	32
Tabla 14. Clasificación de erosión hídrica	34
Tabla 15. NDVI por hectáreas	35
Tabla 16. Resultados de análisis físico del suelo de P 01_MDL	36
Tabla 17. Resultados de análisis químico del suelo de P 01_MDL	37
Tabla 18. Resultados de análisis físico del suelo de P 02_MDL	38
Tabla 19. Resultados de análisis químico del suelo de P 02_MDL	39
Tabla 20. Resultados de análisis físico del suelo de P 03_MDL	41
Tabla 21. Resultados de análisis químico del suelo de P 03_MDL	41
Tabla 22. Resultados de análisis físico del suelo de P 04_MDL	43
Tabla 23. Resultados de análisis químico del suelo de P 04_MDL	44
Tabla 24. Resultados de análisis físico del suelo de P 01_MDM	45
Tabla 25. Resultados de análisis químico del suelo de P 01_MDM	46
Tabla 26. Resultados de análisis físico del suelo de P 02_MDM	47
Tabla 27. Resultados de análisis químico del suelo de P 02_MDM	48
Tabla 28. Resultados de análisis físico del suelo de P 03_MDM	50
Tabla 29. Resultados de análisis químico del suelo de P 03_MDM	51
Tabla 30. Resultados de análisis físico del suelo de P 04_MDM	52
Tabla 31. Resultados de análisis químico del suelo de P 04_MDM	53
Tabla 32. Resultados de análisis físico del suelo de P 01_MDS	55
Tabla 33. Resultados de análisis químico del suelo de P 01_MDS	56
Tabla 34. Resultados de análisis físico del suelo de P 02_MDS	57
Tabla 35. Resultados de análisis químico del suelo de P 02_MDS	58
Tabla 36. Resultados de análisis físico del suelo de P 03_MDS	60
Tabla 37. Resultados de análisis químico del suelo de P 03_MDS	60
Tabla 38. Resultados de análisis físico del suelo de P 04_MDS	62
Tabla 39. Resultados de análisis químico del suelo de P 04_MDS	62
Tabla 40. Matriz de consistencia	72
Tabla 41. Cadena De Custodia	73
Tabla 42. Especificaciones de Landsat	81

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.División del espectro electromagnético</i>	10
<i>Figura 2.Categorías de nubosidad de Palpa</i>	12
<i>Figura 3.Probabilidad diaria de precipitación</i>	12
<i>Figura 4.Energía solar de onda corta incidente diario promedio</i>	13
<i>Figura 5.Microcuencas del Distrito De Palpa</i>	17
<i>Figura 6.Vista satelital del Distrito De Palpa</i>	18
<i>Figura 7.Portal de la USGS</i>	21
<i>Figura 8.Imagen del procesamiento espacial a 2 metros</i>	22
<i>Figura 9.Banda satelital 3 color original</i>	22
<i>Figura 10.Índice de vegetación de diferencia normalizada</i>	24
<i>Figura 11.Índice De Salinidad En El Distrito De Palpa</i>	26
<i>Figura 12.Mapa De Suelos</i>	26
<i>Figura 13.Factores USLE</i>	27
<i>Figura 14.Procesos de erosión hídrica</i>	28
<i>Figura 15. Índice de erosión potencial</i>	29
<i>Figura 16. Estimación de salinidad por año</i>	33
<i>Figura 17. Clasificación de erosión hídrica</i>	34
<i>Figura 18. Vegetación de NDVI</i>	35
<i>Figura 19.Punto 01 muestreos de degradación leve</i>	36
<i>Figura 20.Punto 02 muestreos de degradación leve</i>	38
<i>Figura 21.Punto 03 muestreos de degradación leve</i>	40
<i>Figura 22.Punto 04 muestreos de degradación leve</i>	42
<i>Figura 23.Punto 01 muestreos de degradación moderada</i>	44
<i>Figura 24.Punto 02 muestreos de degradación moderada</i>	46
<i>Figura 25.Punto 03 muestreos de degradación moderada</i>	48
<i>Figura 26.Punto 04 muestreos de degradación moderada</i>	50
<i>Figura 27.Punto 01 muestreos de degradación severa</i>	52
<i>Figura 28.Punto 02 muestreos de degradación severa</i>	54
<i>Figura 29.Punto 03 muestreos de degradación severa</i>	56
<i>Figura 30.Punto 04 muestreos de degradación severa</i>	58

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo principal aplicar la teledetección multitemporal para la determinación de suelos degradados en el distrito de palpa 2019, teniendo la finalidad de analizar los niveles de degradación del área de estudio conociendo los datos de los años 2008, 2011, 2014, 2017 y 2019 del portal de la USGS del satélite landsat 7ETM y landsat 8OLI. Este proyecto es una investigación multitemporal de tipo aplicativo con enfoque mixto, usándose el software ENVI aplicando el método de índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) que clasifica los suelos por cantidades de vegetación y suelos desnudos y el software ArcGis aplicando el índice de salinidad (IndSal) para suelos y el índice de erosión (IE) para clasificar los niveles de erosión potencial; con estos datos se realizaron las pruebas de campo en una población que corresponde al distrito de Palpa en una muestra de 36 puntos monitoreados que fueron llevados e ingresados al laboratorio de química de la UCV con sus respectivas fichas. El resultado obtenido del ArcGis fue el mapa de los indicadores de degradación en el ámbito total de la microcuenca y el trabajo de campo con los parámetros físico-químicos validando la efectividad de los dos programas en la investigación en un 89.29% como un proyecto viable y determinando así los suelos degradados por el método IndSal, método IE, y método NDVI.

Palabras claves: degradación de suelos, landsat, vegetación, salinidad, erosión.

ABSTRACT

The main objective of this research work was to apply multitemporal remote sensing for the determination of degraded soils in the 2019 palpa district, with the purpose of analyzing the degradation levels of the study area knowing the data for the years 2008, 2011, 2014 , 2017 and 2019 of the USGS portal of the landsat 7ETM and landsat 8OLI satellite. This project is a multitemporal application research with a mixed approach, using the ENVI software applying the standardized difference vegetation index (NDVI) method that classifies the soils by amounts of bare vegetation and soils and the ArcGis software applying the salinity index (IndSal) for soils and the erosion index (EI) to classify potential erosion levels; With these data, the field tests were carried out in a population that corresponds to the Palpa district in a sample of 36 monitored points that were taken and entered into the chemistry laboratory of the UCV with their respective files. The result obtained from the ArcGis was the map of the degradation indicators in the total scope of the microbasin and the fieldwork with the physical-chemical parameters validating the effectiveness of the two programs in the investigation in 89.29% as a viable project and concluding the determination of degraded soils by the IndSal method, IE method, and NDVI method.

Keywords: soil degradation, landsat, vegetation, salinity, erosion..

I. INTRODUCCIÓN

El fenómeno degradación de la tierra en uno o más recursos, provoca una disminución temporal o permanente en la capacidad productiva dañando así diversos ecosistemas.

La degradación del suelo es uno de los principales problemas ambientales que enfrentan los países situados en zonas de climas áridos, semiáridos y secos-subhúmedos, siendo también uno de los efectos más notorios del cambio climático que enfrenta la población global. En este contexto, el estado peruano ha mostrado interés en atenuar estos efectos adversos en el ámbito nacional, asumiendo compromisos internacionales dentro de la convención marco de las Naciones Unidas sobre cambio climático, donde la lucha contra la degradación y la sequía son temas prioritarios. Del mismo modo, a nivel regional, se cuenta con el documento «Diagnostico para la gestión del cambio climático en Ica», publicada el año 2013 por el gobierno regional de Ica a través de la autoridad regional ambiental, donde se resalta el avance de la degradación del suelo como uno de los principales impactos que tendrá el cambio climático en Ica, trayendo como consecuencia la eventual reducción de la producción agropecuaria.

En cifras, la degradación afecta a cerca de la tercera parte del territorio nacional, ya sea como zona en proceso de degradación. En el ámbito regional la situación es igual de preocupante, pues como sabemos, la región de Ica forma parte de la zona más desértica del país, por lo que de no realizar medidas de contingencia, la escasez de agua que se proyecta podría significar un escenario especialmente crítico en esta área. Por este motivo, resulta importante aprovechar la innovación tecnológica que en los últimos años se ha producido en el mundo, pues ha permitido contar con mayores instrumentos para la comprensión de nuestro entorno.

Los sistemas de teledetección son un claro ejemplo de estos avances que tienen por finalidad identificar y caracterizar los materiales de la superficie terrestre y los procesos que en ella ocurren a partir de la radiación electromagnética procedente de la misma. Es así, que entre las principales aplicaciones, se incluyen el seguimiento de los fenómenos de degradación, ello debido a que la dinámica de la vegetación es uno de los indicadores más importantes para revelar su existencia en ambientes semiáridos, otro indicador es la salinización que evita realizar actividades productivas y por último la erosión que es fundamental dentro de los procesos degenerativos del suelo.

La realidad problemática hoy en día respecto a suelos degradados es el poder detectar el cambio del suelo siendo este fenómeno de gran interés con implicaciones globales y locales.

Este hecho abarca variadas definiciones entre ellas el proceso de degeneración de la capacidad actual o futura del suelo para desempeñar sus funciones, características manifestándose a corto plazo o largo plazo con resultados reversibles o permanentes (Nachtergaele et al, 2009).

El Perú cuenta con un tercio del territorio con problemas de suelos degradados y con potencial de degradación ya sea por actividades antropogénicas o fenómenos naturales según el MINAM. Uno de los principales problemas en el país es el cómo detectar estos suelos degradados en diferentes espacios y en tiempo real y saber en qué proceso de degradación o estado se encuentran; por consiguiente para detectarlos es necesario hacer una caracterización de las propiedades del suelos, que consiste en la toma de muestra en campo para luego ser llevado a laboratorio aplicando los métodos tradicionales que van a demandar un tiempo específico para obtener resultados; todo ello, se realiza en puntos específicos de fácil o regular acceso al área. Este problema se evidencia en áreas como el distrito de Palpa que ha sido considerado como una zona de alto riesgo, debido a problemas climáticos y antropogénicos; siendo Palpa un distrito agrícola como principal actividad y en menor proporción la minería, las cuales son en la actualidad las dos actividades que conllevan a la degradación por malas prácticas del suelo y perjudican la sostenibilidad.

La degradación de suelos es tan importante para la sociedad como otros temas de impacto global, tales como el cambio climático, la pérdida de biodiversidad, la creciente escasez de agua dulce y las sequías. A pesar de esa importancia, las evaluaciones de la degradación de suelos resultan parciales, fragmentadas o incompletas, y varían en los enfoques y conceptos en los que se basan (Eswaran et al, 2001).

La degradación de suelos parece incrementarse en los últimos años en todos los continentes, tal es el caso del presente trabajo de investigación que tiene precipitaciones muy escasas con rangos de 0 a 19mm y un ciclo de precipitación de cada 5 a 10 años como intervalo, todo ello hace posibles los efectos negativos en el suelo trayendo consecuencias al sector alimentario (Lal, 2003).

García y Pérez (2010), analizaron estas unidades dominadas por suelos ricos en sodio para tratar de establecer su relación con otros factores ambientales, mediante el método NDVI en el año 1987 y 2001 aplicando valores espectrales de los principales tipos de suelos. Las combinaciones de bandas más útiles para observar los diferentes usos del suelo son las 4-32 (R-V-A) y 3-2-1 (R-VA) de los sensores del Landsat. Pero para separar los suelos con alto

contenido en sales destacan las combinaciones 5-3-1, 2-1-7 y, sobre todo, 3-1-7, utilizando siempre algunos canales del visible y el infrarrojo medio. El NDVI pudo detectar suelos con un alto grado de saturación, rico en cationes de calcio y magnesio y con una alta capacidad de intercambiar nutrientes con las plantas, suelos por consiguiente bastante fértiles.

Xiao et al, (2006) desarrollaron un enfoque para la detección de la desertificación en regiones áridas y semiáridas del cambio en la textura del suelo superficial utilizando teledetección. Se propuso la metodología de un nuevo índice de tamaño de tierra vegetal (GSI) y su potencial para la detección de la desertificación donde, R, B, y G son la reflectancia de las bandas rojas, azules y verdes de la TM landsat y sensores ETM +, teniendo en cuenta los espectros de reflectancia de las diferentes superficies del suelo y la vegetación. El resultado mostro el contenido de arena fina como capa superficial del suelo que aumentó en la mayoría de los lugares indicando un proceso de engrosamiento de la capa superior del suelo en la zona de estudio.

Pérez y García (2013) mostraron cómo la teledetección espacial es una técnica imprescindible para el estudio y seguimiento de algunos de los principales problemas de degradación de suelos. Se seleccionaron imágenes de diferentes sensores para analizar algunos casos de erosión y pérdida de calidad del suelo: contaminación, pérdida de materia orgánica, salinización, sellado, erosión e hidromorfismo. Como resultado las imágenes de NDVI (áreas sin vegetación) destacan siempre en las imágenes con tonos muy oscuros, por lo que la pérdida de masa forestal puede localizarse y cuantificarse en cualquier territorio; para detectar sales se manejado las combinaciones 5-3-1, 2-1-7, 4-3-2, que fueron las ideales con landsat. Como conclusión se dio que los procesos que mejor se pueden estudiar con estas imágenes son: contaminación, pérdida de materia orgánica, salinización, erosión, entre otros.

Mohamed, et al (2018) se evaluó el estado de degradación de la tierra bajo diferentes usos de la tierra usándose una técnica geoestadística utilizada para interpolar la distribución espacial de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo con la aplicaron índices de salinidad para predecir las áreas afectadas por la sal, especialmente en las áreas donde la accesibilidad es limitada como las montañas. Para los cálculos de LD, se cavaron dieciocho perfiles de suelo y se analizaron 79 muestras. El resultado fue la interpretación de imágenes y la descripción de la unidad de mapa del suelo, se identificaron puntos críticos para representar diferentes tipos de suelos degradados. De las características físicas y químicas se encontró que los suelos de CDK están expuestos a la degradación en los horizontes superficiales y subterráneos.

Liua et al, (2019) aplicó la detección remota multispectral para detectar la salinidad del suelo en suelo desnudo. Se aplicaron y compararon cuatro métodos, regresión parcial de mínimos cuadrados (PLSR), máquina de vectores de soporte de mínimos cuadrados (LSSVM), red neuronal de propagación inversa (BPNN) y bosque aleatorio (RF). Los resultados mostraron que los espectros de suelo separados por NMF podrían mejorar en gran medida la precisión de la predicción en comparación con los espectros mixtos. Este enfoque podría proponer un nuevo método para el monitoreo preciso y oportuno de la salinidad del suelo en un área parcialmente cubierta de vegetación.

AbdelRahman et al, (2016), como objetivo se estimó el estado de fertilidad del suelo en tierras degradadas físicamente utilizando SIG y técnicas de teledetección. Se observó que los datos permitieron una mejor delineación de pequeñas unidades de áreas erosionadas. Los datos satelitales se han utilizado para la evaluación cualitativa de áreas, estando sujetos a la erosión del suelo. Se descubrió que la erosión del suelo es nula o leve a muy severa usando la interpretación visual de los datos del IRS junto con el método de estudio de campo donde se encontró que la erosión del suelo es moderada a alta usando el método RUSLE . Las áreas erosionadas de las tierras degradadas se utilizarán como insumo para planificar programas de recuperación y conservación.

Rayegani et al, (2016) evaluar la degradación del suelo con teledetección remota. La metodología fue basada en dos campos para evaluar las capacidades de datos de detección remota para modelar la degradación del suelo. Según los resultados, el tipo de indicadores e índices del modelo basado en el campo utilizado tiene un gran impacto en la precisión. Además, usando algunos índices de detección remota como el óxido de hierro y el índice de minerales ferrosos pueden ayudar a mejorar la precisión del modelado de algunos índices de campo de evaluación de la condición del suelo. El muestreo de suelo se realizó mediante el uso de muestreo aleatorio estratificado para crear un área de muestreo homogénea, Cabe señalar que se utilizó la cantidad cuantitativa de indicadores medibles (como CE, pH, porcentaje de grava y materia orgánica), se usaron imágenes de Landsat 5.

Koena et al, (2018) evaluó el progreso de las aplicaciones de teledetección en el mapeo y monitoreo de la erosión del suelo. Las aplicaciones de teledetección satelital en el mapeo y modelado de la erosión del suelo han cobrado un impulso considerable en la última década, a nivel mundial. Lo que es más importante, los últimos avances en tecnología de teledetección y la disponibilidad de estos datos en varias resoluciones y la demanda inmediata de información actualizada sobre los niveles de pérdida de suelo, mapeo y

modelado de erosión del suelo ha recibido una atención renovada, particularmente para garantizar que La tierra agrícola productiva permanece intacta para garantizar la seguridad

Do Valle et al, (2019) utilizo un enfoque mejorado de teledetección basado en NDVI. Se explica que la <https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/pasture> degradación de los pastos representa un problema ambiental global que urge la mitigación. Un paso fundamental hacia la restauración de pasturas degradadas es la identificación y el mapeo preciso de estas áreas. En Brasil, el área de pasturas degradadas es inmensa y, por lo tanto, la teledetección es una forma rentable de mapearla. En este estudio, se presenta un método mejorado basado en los valores de NDVI extraídos de imágenes de satélite, y probado en el Área de Protección Ambiental de la Cuenca del Río Uberaba, ubicada en el estado de Minas Gerais, Brasil. El EPAURB cubre un área de aproximadamente 528.1 km. 2, El 50,9% de los cuales es pasto, concluyendo como efectivo el enfoque de NDVI.

Mohamed et al, (2019) mencionan la evaluación cuantitativa de la degradación salina del suelo utilizando índices de teledetección. Las prácticas inadecuadas y la gestión inadecuada de la tierra conducen a la degradación del suelo y, por lo tanto, desvía la tierra de la productividad óptima. Los índices de percepción remota y la variabilidad espacial de las propiedades del suelo se implementaron en ArcGIS model Builder para la evaluación cuantitativa de la degradación de la tierra. Modelo de semivariograma a través de Kriging. Se utilizaron técnicas para producir mapas de las propiedades del suelo en dos fechas 2002 y 2017.

Poppiel et al, (2019) realizaron un mapa de la clase de suelo con técnicas de teledetección. Se utilizó una resolución espacial de 30 metros basada en datos de sensores proximales y remotos y el método MESMA. La información geoespacial del suelo es crítica para la formulación de políticas agrícolas y la toma de decisiones, el análisis de idoneidad del uso de la tierra, el manejo sostenible del suelo, la evaluación ambiental y otros temas de investigación que son de vital importancia para la agricultura y la economía. Las tecnologías de detección remota y proximal nos permiten recopilar, procesar y analizar datos espectrales y recuperar, sintetizar y visualizar información geoespacial valiosa para usos multidisciplinarios concluyendo que estos programas de acuerdo a su enfoque son efectivos.

Olivares, (2015). Distribución de procesos erosivos en el área citada y la relación de las zonas en que estos se producen, con las propiedades analíticas del suelo. Se utilizó el método de índices y USLE de pérdida de suelo para determinar la erosión y analizando la influencia de

las características como el pH, humedad y contenido de materia orgánica. Como resultado se obtuvo la alta reflectancia por la baja materia orgánica, poca humedad.

Se concluyó con el proceso físico y químico del análisis de laboratorio contrasto el 100% de fiabilidad con el análisis del espectrofotómetro como parte del proceso de teledetección.

Labrador M. et al, (2012) indica que la teledetección inicio en el periodo de 1946 a 1950, cuando se lanzaron desde Nuevo México (EE.UU.) los primeros cohetes V-2 con pequeñas cámaras fotográficas instaladas en ellos como sensores remotos. A partir de ese momento se realizaron varios proyectos y misiones a bordo de otros cohetes y satélites, que tomaban fotografías de la tierra. Al comienzo la calidad no era muy buena, pero ya se indicaba que tendría un verdadero potencial a esta técnica. En su mayoría los autores la definen como la medición de la energía que se emanó de la superficie de la tierra, siendo esta una ciencia por la cual se pueden identificar las características de los objetos de interés, sin contacto directo (Bravo, 2017). La obtención de información a distancia requiere una interacción entre el sensor y el objeto a estudiar, a ese flujo de información se lo conoce como radiación electromagnética (Vivancos, Llastarri, Grau & Vivancos, 2006).

El flujo de radiación puede comportarse de tres formas; reflejarse, siendo esta la radiación del sol que impacta sobre el objeto y es reflejada, emitirse, cuando la radiación que parte del objeto de acuerdo a sus características y emitirse-reflejarse, es la radiación propia del sensor emitida hacia el objeto y reflejada por el mismo (Sarría & Palazón, 2008).

Entre los Componentes de un sistema de teledetección están la fuente de energía, que es originado de la radiación electromagnética que el sensor va a captar. Puede tratarse de una fuente pasiva como la luz solar o activa cuando es emitida por el sensor que luego capta el reflejo, como el radar. Otro componente es la cubierta terrestre, estos son los rasgos naturales o realizados por el hombre, como pueden ser la vegetación, suelo, rocas, construcción, entre otros, que refleja la señal hacia el sensor. Así mismo el componente sistema sensor, compuesto por el sensor propiamente dicho y la plataforma que lo alberga. Teniendo por objetivo captar la energía proveniente de la cubierta terrestre y almacenarla o enviarla directamente al sistema de recepción. El componente sistema de recepción – comercialización, es el que recibe la información del sistema sensor, la guarda en el formato utilizado y la distribuye a los usuarios. Interprete es otro componente, quien convierte los datos en información temática de interés, ya sea mediante procedimientos y técnicas visuales o digitales, y el componente usuario final, es el beneficiario del documento fruto de la

interpretación, así como de decidir sobre las consecuencias que de él deriven (Sarría & Palazón 2008).

La radiación en general es una forma de transferir energía y la radiación electromagnética en particular se transfiere a través de ondas (Cortez G. et al, 2014). La radiación electromagnética, es una forma de transmisión de la energía por medio de ondas electromagnéticas, con o sin presencia de un medio material (Rodríguez O. & Arredondo H. 2005).

El espectro electromagnético indica que para entender mejor, primero debemos saber que las ondas electromagnéticas se definen como la propagación de un campo eléctrico y un campo magnético en el espacio, siendo estos dos campos perpendiculares y la dirección de propagación es también perpendicular a ambos (Rodríguez O. & Arredondo H., 2005).

Al conjunto de todas las longitudes de onda en que se presenta la radiación electromagnética se llama espectro electromagnético y es considerado un espectro continuo. Mediante el desarrollo de técnicas actuales se ha podido determinar que la longitud de onda más pequeña posible corresponde a la longitud de Planck ($\lambda \approx 1,616252 \cdot 10^{-35}$ m) y la más grande es del tamaño del universo (Luque J., 2017).

En la figura 1 se explica las longitudes de onda con los valores y unidades que le corresponden a espectros electromagnéticos.

	Denominación	Longitud de onda
Radiación indirectamente ionizante	Rayos Gamma	< 10pm
	Rayos X	10 pm – 10 nm
Luz ultravioleta	Ultravioleta extremo	10 - 280 nm
	Ultravioleta medio	280 – 315nm
	Ultravioleta cercano	315- 400 nm
Luz visible	Luz visible	0,4 – 0,7 μ m
Luz infrarroja	Infrarrojo Cercano	0,7 μ m – 1,3 μ m
	Infrarrojo medio	1,3 μ m – 8 μ m
	Infrarrojo Lejano	8 μ m – 14 μ m
Microondas	Microondas	14 μ m – 30 cm
Radio	Ultra alta frecuencia de radio (UHF)	30 cm – 1 cm
	Muy alta frecuencia de radio (VHF)	1 cm – 10 m
	Radio de onda corta	10 m – 180 m
	Radio de onda media (AM)	180 m – 650 m
	Radio de onda larga	650 m – 1 km
	Radio de onda muy larga	>10 km

Figura 1. División del espectro electromagnético

Fuente: Ordiales, 2007

Dentro del estudio de teledetección existen términos y unidades que ayudan a la comprensión de varios fenómenos que se explicaran a continuación: Emitancia (M), es la energía total

radiada desde una unidad de área en todas las direcciones por unidad de tiempo. Irradiancia (E), se refiere a energía radiada sobre una unidad de área por una unidad de tiempo. Radiancia (L), es el flujo de energía que es radiado en una dirección específica desde una unidad de área siguiendo un ángulo sólido en particular, se define también como la energía que capta el sensor. Reflectancia (ρ), denominado albedo, es la relación entre la energía incidente y reflejada por una superficie. Absorbancia (α), relación del flujo de energía que incide y el que absorbe la superficie. Transmitancia (τ), es la relación entre el flujo de energía que incide y aquel que es transmitido por una superficie (Ordiales, 2007).

La Banda espectral es una parte del espectro electromagnético que deja pasar un filtro estándar, siendo determinada por su perfil de transmisión, es decir, la fracción de intensidad luminosa transmitida por una longitud de onda dada. Se presentará una ampliación en el estudio de las regiones visible, infrarrojo y microondas (Nuñez, 2013).

El espectro visible, menciona que es la única región del espectro electromagnético que puede percibir el ojo humano, se encuentra entre la luz ultravioleta y luz infrarroja, comprende una longitud de onda desde 400 nm a 700 nm y dentro de esta región se pueden identificar tres bandas elementales que corresponden a los colores azul (0,4 a 0,5 μm), rojo (0,6 a 0,7 μm) y verde (0,5 a 0,6 μm) (Nuñez, 2013).

También puede definirse como la radiación que el sol y otras fuentes de energía natural o artificial emiten, la misma que es absorbida y reflejada por las moléculas y átomos de materia por la cual se perciben los colores de los objetos (Luque J., 2017).

La radiación infrarroja es un tipo de radiación electromagnética percibida desde 0.7 μm hasta 1 mm, comprendida entre la luz visible y las microondas. Es llamada también radiación térmica ya que es emitida por cualquier cuerpo que tenga una temperatura superior al cero absoluto 0°K (-273.15 °C), se asocia al calor por la modificación en la temperatura de los cuerpos (Sendra & Martinez, 2008).

Existen tres diferentes bandas dentro de la región infrarroja que se clasifican de acuerdo a su longitud de onda; infrarrojo cercano (NIR), infrarrojo medio (MIR) e infrarrojo lejano (SWIR) (Arcenegui, et al, 2007).

El satélite landsat son una serie de satélites construidos y puestos en órbita por EE. UU. para la observación en alta resolución de la superficie terrestre. Landsat es la misión satelital de observación de la tierra más antigua en operación, generando imágenes desde 1972 hasta la actualidad. En el presente proyecto se han utilizado dos saltelites landsat 7ETM+ y landsat

8OLI/TIRS, los cuales fueron lanzados en tiempos diferentes siendo el primero lanzado el 15 de abril de 1999 y el último lanzado el 11 de febrero del 2013 (INGEMMET, 2019).

En la tabla 43 del anexo indica las diferencias de los satélites, subsistemas, número de bandas, los rangos espectrales, las resoluciones espectrales y espaciales, entre otros.

Respecto a las nubes en Palpa, el promedio del porcentaje del cielo cubierto con nubes varía extremadamente en el transcurso del año, la parte más despejada del año en Palpa comienza aproximadamente el 14 de abril; dura 6,2 meses y se termina aproximadamente el 19 de octubre. La parte más nublada del año comienza aproximadamente el 19 de octubre; dura 5,8 meses y se termina aproximadamente el 14 de abril, la figura 2 explica el porcentaje de tiempo pasado en cada banda de cobertura de nubes, categorizado según el porcentaje del cielo cubierto de nubes (Weather Spark, 2016).

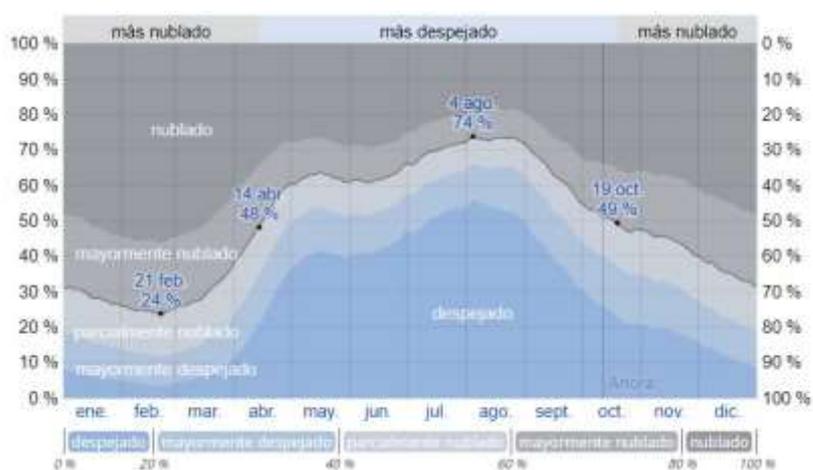


Figura 2. Categorías de nubosidad de Palpa

Fuente: Weather Spark (2016)

Respecto a la precipitación, en Palpa la frecuencia de días mojados (aquellos con más de 1 milímetro de precipitación líquida o de un equivalente de líquido) no varía considerablemente según la estación. La frecuencia varía de 0 % a 7 %, y el valor promedio es 3 %. La figura 3 muestra que entre los días mojados, distinguimos entre los que tienen solamente lluvia, solamente nieve o una combinación de las dos. En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 7 % el 25 de enero (Weather Spark, 2016).



Figura 3. Probabilidad diaria de precipitación

Fuente: Weather Spark (2016)

Esta sección trata sobre la energía solar de onda corta incidente diario total que llega a la superficie de la tierra en un área amplia, tomando en cuenta las variaciones estacionales de la duración del día, la elevación del sol sobre el horizonte y la absorción de las nubes y otros elementos atmosféricos. El período más resplandeciente del año dura 2,7 meses, del 20 de septiembre al 12 de diciembre, con una energía de onda corta incidente diario promedio por metro cuadrado superior a 7,2 kWh. El día más resplandeciente del año es el 13 de noviembre, con un promedio de 7,7 kWh. El periodo más oscuro del año dura 2,5 meses, del 13 de mayo al 27 de julio, con una energía de onda corta incidente diario promedio por metro cuadrado de menos de 5,9 kWh. El día más oscuro del año es el 19 de junio, con un promedio de 5,5 kWh. La figura 4 explica la energía solar de onda corta promedio diaria que llega a la tierra por metro cuadrado (línea anaranjada), con las bandas de percentiles 25° a 75° y 10° a 90° (Weather Spark, 2016).

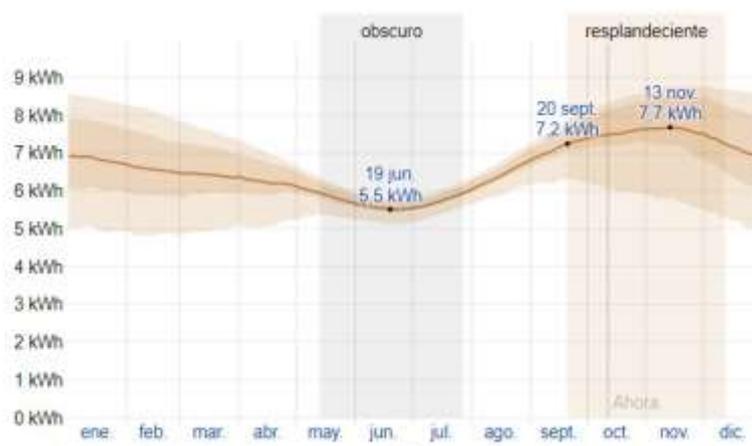


Figura 4. Energía solar de onda corta incidente diario promedio

Fuente: Weather Spark (2016)

Como problema general se planteó, ¿cómo la teledetección multitemporal determina los suelos degradados en el distrito de Palpa 2019?, y como problemas específicos, ¿Cuál es la aplicación de la teledetección mediante el IS (Índice De Salinidad) para la determinación de suelos degradados?; ¿Cuál es la aplicación de la teledetección mediante el IE (Índice De Erosión) para la determinación de suelos degradados?, y ¿Cuál es la aplicación de la teledetección mediante el NDVI (Índice De Vegetación De Diferencia Normalizada) para la determinación de suelos degradados?.

La Justificación de estudio del presente proyecto de investigación es contribuir con el marco de acción de la población del distrito de Palpa para identificar las condiciones del suelo agrícola que tienen como sector principal, con la finalidad de conocer las áreas afectadas por la degradación natural o antropogénica en todo el territorio sin ser afectados por las características geográficas del distrito mediante el uso de alternativas como los instrumentos de información geográfica y procedimientos de adquisición de imágenes espaciales y espectrales que no requieran estar en el lugar afectado ya que el método empleado en la investigación determina los niveles de degradación de suelos y en qué puntos geográficos están ubicados para luego interpretar los posibles hechos que lo causen. Así mismo, el proyecto de investigación busca ser parte de estrategias de mitigación y recuperación de suelos afectados como una técnica de mapeo de suelos degradados sin la preocupación de la toma de muestras y las costosas operaciones de campo y laboratorio.

Como objetivo general se planteó aplicar la teledetección multitemporal para la determinación de suelos degradados en el distrito de palpa 2019. Como primer objetivo específicos, se estableció aplicar la teledetección mediante el INSAL (índice de salinidad) para determinar suelos degradados; como segundo objetivo específico se estableció aplicar la teledetección mediante el IE (índice de erosión) para determinar suelos degradados y se estableció como tercer objetivo aplicar la teledetección mediante el NDVI (índice de vegetación de diferencia normalizada) para determinar suelos degradados.

La hipótesis general es que la teledetección multitemporal determinará los suelos degradados en el distrito de Palpa 2019, por consiguiente, las hipótesis específicas son que la teledetección mediante el INDSAL (índice de salinidad) determinará suelos degradados; la teledetección mediante el IE (índice de erosión) determinará suelos degradados y la teledetección mediante el NDVI (índice de vegetación de diferencia normalizada) determinará suelos degradados.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de Investigación

El proyecto de investigación es de enfoque mixto con un tipo de investigación aplicativo por determinar a través del conocimiento científico las metodologías aplicadas, con un nivel descriptivo por especificar las características del proyecto y un diseño no experimental longitudinal (Arias, 2007).

2.2. Variables, operacionalización

Variables

- Variable independiente: Determinación de suelos degradados
- Variable dependiente: Teledetección multitemporal

Operacionalización

En la Tabla 1, se muestra el cuadro de operacionalización con la variable dependiente e independiente:

Tabla 1. Matriz de operacionalización

Teledetección multitemporal para la determinación de suelos degradados en el distrito de palpa 2019

Variable independiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Und.
Teledetección multitemporal	La teledetección es la técnica para adquirir información sin tener contacto directo con ella mediante imágenes digitales tomadas por satélites artificiales. fuelle: Chuvieco, 1996	Es la técnica apropiada para la localización y recogida de datos a distancia sin contacto físico por medio del satélite landsat 7 y landsat 8 para el estudio multitemporal recogiendo información de los años 2008, 2011, 2014, 2017 y 2019. Este satélite a su vez registra bandas espectrales cuya combinación da el resultado de operaciones que permiten obtener una nueva imagen donde se destacan gráficamente determinados píxeles relacionados con parámetros que se desea como es el caso de NDVI, IndSal Y IE.	IndSal (índice de salinidad)	Degradación leve	-1 a 1
				Degradación moderada	-1 a 1
				Degradación severa	-1 a 1
			IE (índice de erosión de suelos)	Degradación leve	0 - 1.5
				Degradación moderada	0 - 1.5
				Degradación severa	0 - 1.5
			NDVI (índice de vegetación de diferencia normalizada)	Degradación leve	-1 a 1
				Degradación moderada	-1 a 1
				Degradación severa	-1 a 1
Variable dependiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Und.
Determinación de suelos degradados	Es el proceso mediante el cual un suelo cambia por consecuencia de fenómenos naturales o antropogénicos a ser un suelo que no proporciona la capacidad para producir bienes y/o prestar servicios fuelle: FAO (organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación)	Es el monitoreo fisicoquímico de suelos degradados específicamente indicados por el procesamiento de datos de teledetección en el distrito de palpa desarrollados en el laboratorio de química de la UCV.	Características físicas	Color	Tabla munsell
				Granulometría	mm
				Porosidad	0-100 %
				Humedad	%
			Características químicas	pH (ácido-neutroalcalino)	0-14
				Materia orgánica	%
				Conductividad	s/m

Fuelle: elaboración propia

2.3. Población y muestra

Población

El proyecto de investigación tuvo como población al distrito de Palpa, provincia de Palpa con un área de 163.739854 km².

El distrito limita con la provincia de Lucanas (departamento de Ayacucho) por el norte y este; con el distrito de Llipata, al sur y con el distrito de Río Grande al oeste; cuenta también con tres microcuencas que la conforman, llamadas Medio alto grande, Vizcas y Alto grande. La figura 5, muestra las microcuencas que conforman al distrito de Palpa.

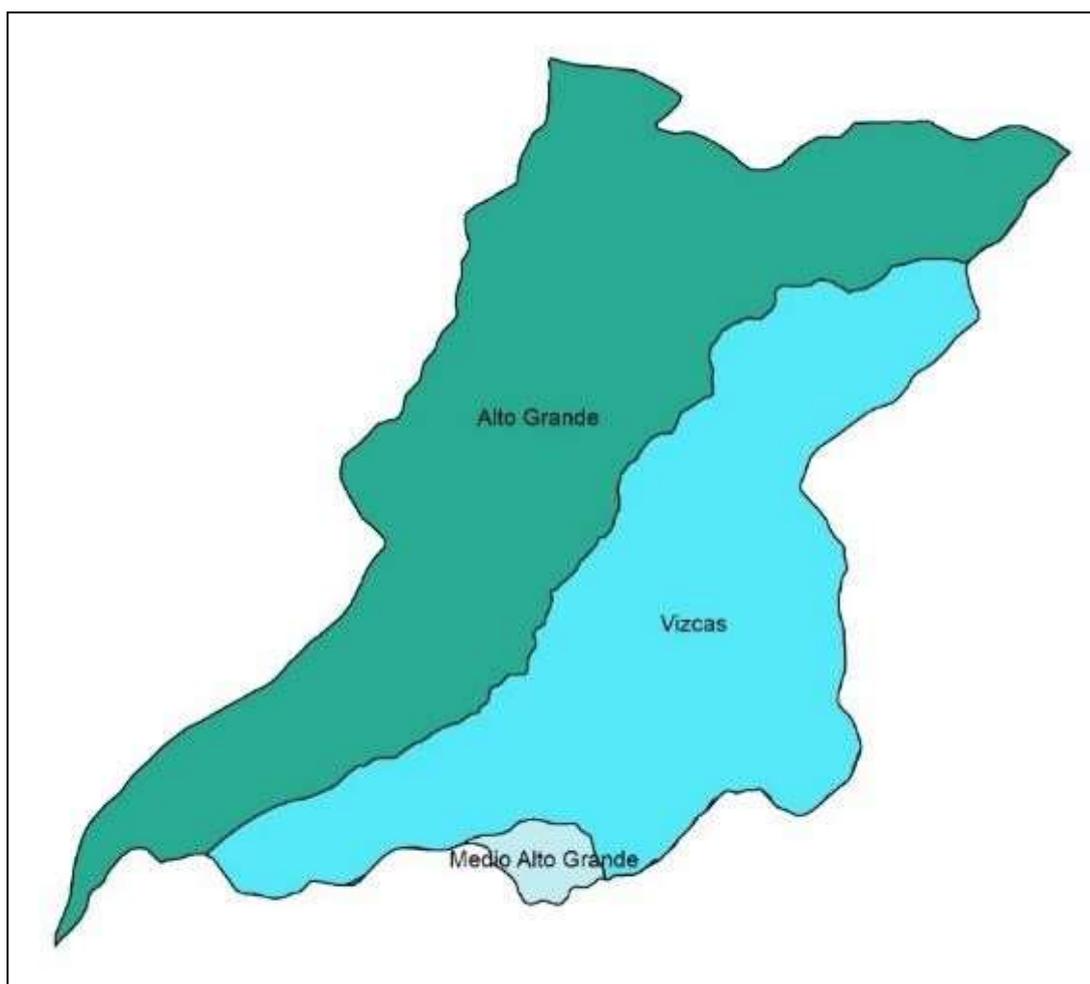


Figura 5. Microcuencas del Distrito De Palpa

Fuente: Imagen ArcMap 10.5. Elaboración propia.

La figura 6, representa al área de influencia directa y el límite rojo representa el área de influencia indirecta con 500 m de distancia.



Figura 6. Vista satelital del Distrito De Palpa

Fuente: Procesamiento en Datum: WGS84 – 18 Sur. (Imagen Satelital Landsat en versión Color natural a 15m) Elaboración propia.

Muestra

Se tomó doce muestras de suelos del distrito de Palpa con tres repeticiones por muestra como parte de la validación de resultados del procesamiento de imágenes Landsat.

En la siguiente Tabla 2, se presenta los puntos de muestreo por indicador aplicado.

Tabla 2. Puntos de muestreo por cada indicador

INDICADORES DE MUESTREO MUESTREO MUESTREO MUESTREO DEGRADACIÓN DE SUELO PUNTO 1 PUNTO 2 PUNTO 3 PUNTO 4

DL	X	X	X	X
	X	X	X	X
DM	X	X	X	X
	X	X	X	X
	X	X	X	X
DS	X	X	X	X
	X	X	X	X
	X	X	X	X
	X	X	X	X

Fuente: Elaboración propia.

DL, DM, DS = indicadores de degradación de suelo

- DL: degradación leve
- DM: degradación media
- DS: degradación severa

X= Numero de repeticiones

- Muestreo punto 1= ubicación de acuerdo al procesamiento
- Muestreo punto 2= ubicación de acuerdo al procesamiento
- Muestreo punto 3= ubicación de acuerdo al procesamiento
- Muestreo punto 4= ubicación de acuerdo al procesamiento

Los ensayos de suelos degradados fueron ubicados de acuerdo al resultado del procesamiento de datos de teledetección.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1. Técnica de recolección de datos

La técnica acorde a la investigación es la recolección de datos del portal de la USGS del satélite landsat 7 ETM+ y landsat 8 OLI/TIRS, para luego ser procesados por el software ENVI y ArcGis.

2.4.2. Instrumentos de recolección de datos

La presente investigación empleo los siguientes instrumentos para la recolección de datos en campo como parte de la validación del proceso de teledetección:

- Cadena de custodia
- Fichas de muestreo de parámetros físicos
- Fichas de muestreo de parámetros químicos
- Cartas nacionales (IGN)
- Laptop
- Materiales para guardar y transportar muestra
- Informe final de laboratorio

2.4.3. Validez y confiabilidad

La toma de muestra se realizó por la propia tesista y la Tabla 3 muestra la validación y confiabilidad de los instrumentos que se utilizaron y que fueron aprobados por tres especialistas con sus respectivas firmas el cual es llamado juicio de expertos, estos modelos de instrumentos y fichas de validación y confiabilidad son adjuntados en los anexos.

Tabla 3. Juicio de expertos

Nº	Especialista	CIP	Validación
1	Cabrera Carranza Carlos Francisco	46572	90%
2	Jave Nakayo Jorge Leonardo	43444	90%
3	Ordoñez Galvez Juan Julio	89972	85%

En cuanto al porcentaje dado por los expertos es en un 88.33% de validación y confiabilidad.

2.4.4. Descripción del procesamiento

- 1) Se definió del área de estudio como el distrito de Palpa.
- 2) Se recopiló y revisó la información existente.
- 3) Se buscó y adquirió la información satelital de la USGS.

4) Se descargó los datos por imágenes satelitales como muestra la figura 7.

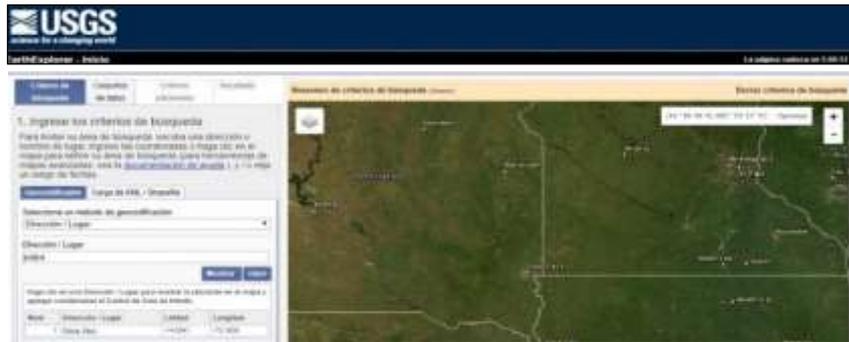


Figura 7. Portal de la USGS

Fuente: Portal de la USGS.

Por su origen óptico, las imágenes landsat fueron influenciadas por la presencia de nubes, por lo cual se seleccionaron imágenes <10% de nubosidad. Las fechas de las imágenes fueron del 18 de mayo del 2008 al 06 de junio de 2019 utilizando el sensor landsat 7 ETM y landsat 8 OLI con una resolución espacial de 30m. aproximadamente, resolución temporal de 16 días y una cobertura del terreno de 183 km y 185 km.

La Tabla 4, muestra los códigos de identificación por imágenes obtenidas de la USGS, las referencias, zonas y fechas de capturas de los satélites.

Tabla 4. Especificaciones Técnicas De Imágenes satelitales Landsat

N°	CODIGO	REFERENCIA	ZONA	FECHA	SENSOR
1	LE07_L1TP_006070_20080518_20161229_01_T1	Landsat 7 ETM+ C1 Level-1	18	18/05/2008	ETM
2	LE07_L1TP_006070_20110511_20161209_01_T1	Landsat 7 ETM+ C1 Level-1	18	11/05/2011	ETM
3	LC08_L1TP_006070_20140730_20170420_01_T1	Landsat 8 OLI/TIRS C1 Level-1	18	30/07/2014	OLI
4	LC08_L1TP_006070_20170722_20170728_01_T1	Landsat 8 OLI/TIRS C1 Level-1	18	22/07/2017	OLI
5	LC08_L1TP_006070_20190626_20190705_01_T1	Landsat 8 OLI/TIRS C1 Level-1	18	06/06/2019	OLI

Fuente: elaboración propia sacada de la base de datos de la USGS.

- 5) Se descargó la base de datos de cartografía
- 6) Se folió la información de trabajo con escala de 1/75,000
- 7) Se realizó el primer procesamiento de una escena con resolución espacial a 12 m. de distancia del distrito de Palpa. La Tabla 5, muestra el registro de imagen espacial a 12 metros.

Tabla 5.Registro de imagen espacial a 12 metros

ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL RADAR ALOS PALSAR				
N°	CODIGO	REFERENCIA	ZONA	FECHA
1	ALPSRP220566890	DEM 12 metros	18	16/03/2010

Fuente: elaboración propia.



Figura 8.Imagen del procesamiento espacial a 2 metros

Fuente: Procesamiento en Datum: WGS84 – 18 Sur. Elaboración propia

- 8) Se analizaron los datos obtenidos en las bandas descargadas por landsat 7 ETM y landsat 8 OLI/TIRS como muestra la figura 9.

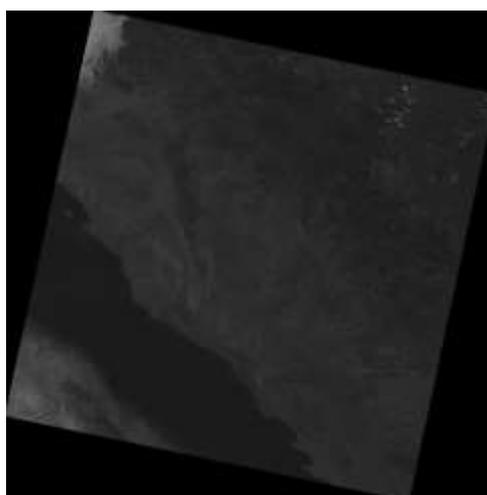


Figura 9.Banda satelital 3 color original

Fuente: Banda 3 de Landsat 8 OLI/TIRS C1 Level-1 año 2014. Elaboración propia.

- 9) Se procesaron las bandas por medio de software ENVI aplicando formulas aritméticas para cada métodos.
- 10) Se procedió a realizar el procesamiento de bandas para aplicar el método aritmético NDVI

En la siguiente Tabla 6, detalla la aplicación de las combinaciones matemática para el método NDVI ingresadas en el software ENVI.

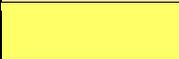
Tabla 6. Aplicación de índice de vegetación normalizada

N°	LANDSAT	APLICACIÓN	INDICE	DESCRIPCIÓN
1	ETM 7	VEGETACION NDVI	$B4-B3 / B4+B3$	NDVI es cercano a cero, el suelo descubierto y con vegetación rala presenta valores positivos aunque no muy elevados; la vegetación densa, húmeda y bien desarrollada presenta los mayores valores de NDVI.
2	OLI	VEGETACION NDVI	$B5-B4 / B5+B4$	NDVI es cercano a cero, el suelo descubierto y con vegetación rala presenta valores positivos aunque no muy elevados; la vegetación densa, húmeda y bien desarrollada presenta los mayores valores de NDVI.

Fuente: elaboración propia

En la Tabla 7, se definieron los rangos y escala de colores con el software dando como resultado la siguiente tabla de colores:

Tabla 7. Rangos de NDVI

INDICE	DESCRIPCIÓN	RANGO	COLOR
NDVI	Suelo rocoso y sin vegetación	0 -0.1	
	suelo sin vegetación	0.1-0.2	
	suelo con vegetación ligera	0.2-0.3	
	suelo con vegetación vigorosa	0.3-1	

Fuente: elaboración propia

La figura 10 muestra el procesamiento de imágenes por años de acuerdo a la aplicación del software ENVI aplicando el método del NDVI. (Mapas adjuntos en los anexos).

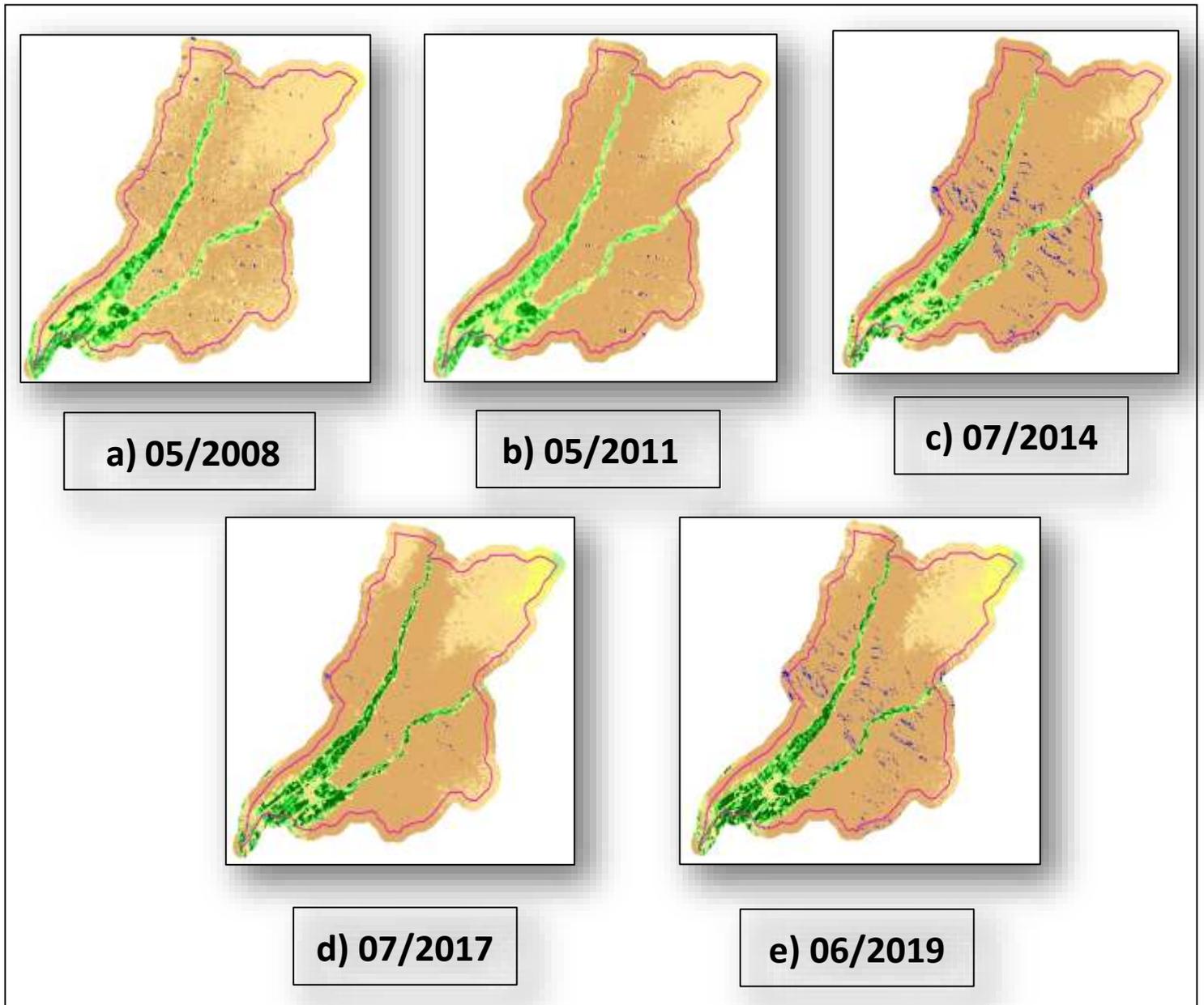


Figura 10. Índice de vegetación de diferencia normalizada

Fuente: mapa N°7 NDVI 2008, N°8 NDVI 2011, N°9 NDVI 2014, N°10 NDVI 2017 y N°11 NDVI 2019. Elaboración propia.

11) Se continuo con el procesamiento de bandas para aplicar el método aritmético INDSAL

En la Tabla 8, se explica el origen de los índices de salinidad con imágenes de los satélites de Landsat 7ETM y Landsat 8 OLI.

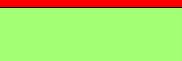
Tabla 8. Aplicación de índice de salinidad

N°	LANDSAT	APLICACIÓN	INDICE	DESCRIPCIÓN
1	ETM 7	SALINIDAD IndSal	B5- B7/B5+B7	Los valores cercanos a 1 indican un nivel bajo de sales, mientras que los valores de -1 hasta cercanos a 0 por la derecha representan niveles elevados de sales.
2	OLI	SALINIDAD IndSal	B6- B7/B6+B7	Los valores cercanos a 1 indican un nivel bajo de sales, mientras que los valores de -1 hasta cercanos a 0 por la derecha representan niveles elevados de sales.

Fuente: elaboración propia

En la Tabla 9, se definieron los rangos y escala de colores con el software ArcGis aplicando el método de IndSal.

Tabla 9. Rangos de índice de salinidad

N°	INDICE	RANGO	INDICADORES	COLOR
2	IndSal OLI	-1 - 0.06	OTROS SUELOS	
		0.06-0.15	DEGRADACIÓN SEVERA	
		0.15-0.8	VEGETACION BAJA	
		0.8-1	VEGETACION ALTA	
3	IndSal ETM	-1 - 0.13	OTROS SUELOS	
		0.13-0.17	DEGRADACIÓN SEVERA	
		0.17-0.35	VEGETACION BAJA	
		0.35-1	VEGETACION ALTA	

Fuente: elaboración propia

La figura 11, se muestra el procesamiento de imágenes por años de acuerdo a la aplicación del software ENVI Y ArcGIS aplicando el método del IndSal. (Mapas adjuntos en los anexos).

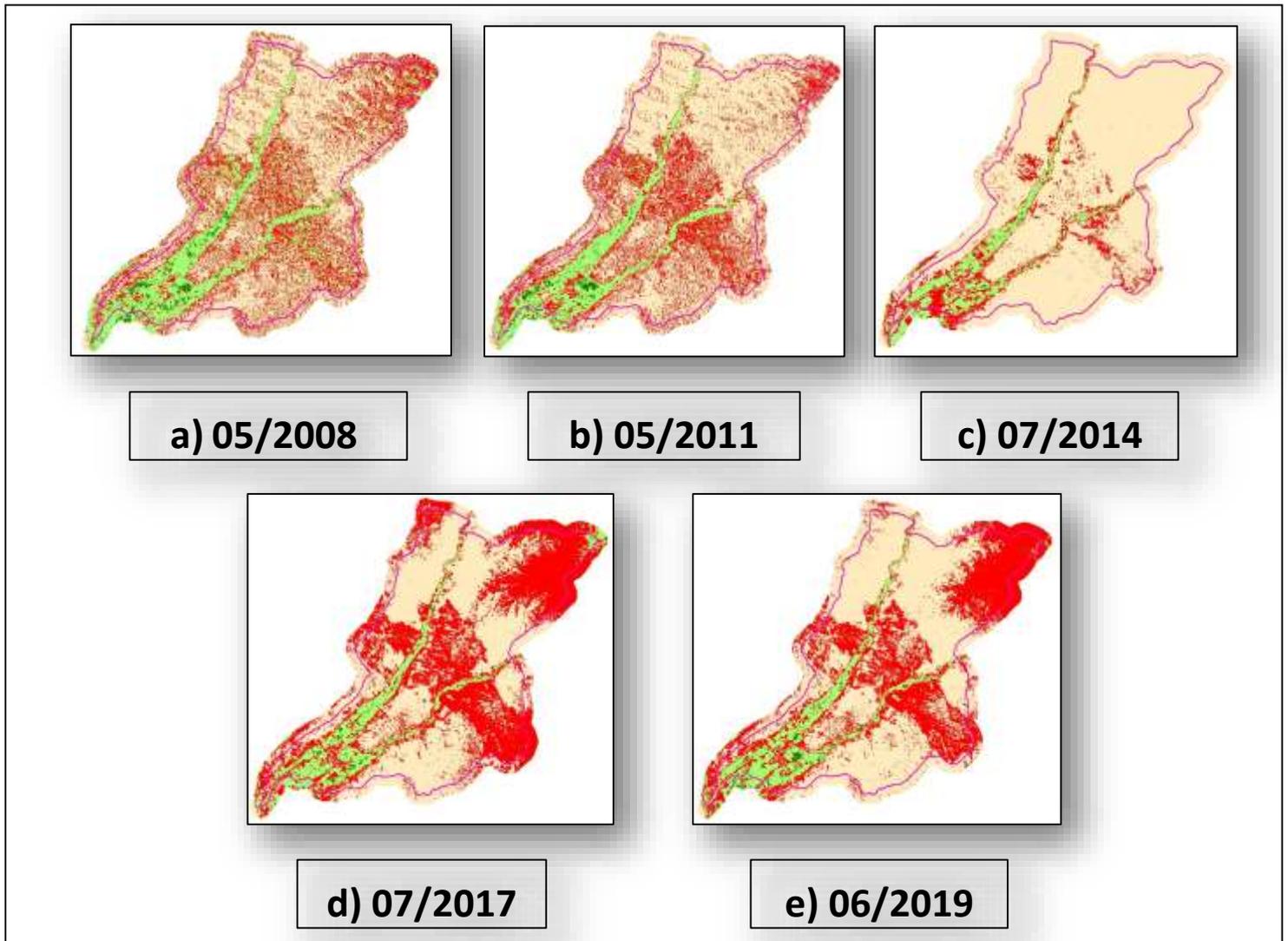


Figura 11. Índice De Salinidad En El Distrito De Palpa

Fuente: mapa N°1 IndSal 2008, N°2 IndSal 2011, N°3 IndSal 2014, N°4 IndSal 2017 y N°5 IndSal 2019.
Elaboración propia.

La figura 17 representa las áreas rocosas que pueden presentar falsas detecciones de salinidad en la investigación (Mapa adjunto en los anexos).

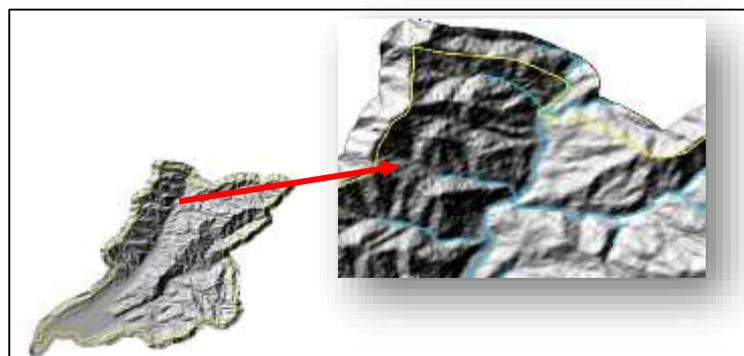


Figura 12. Mapa De Suelos

Fuente: Elaboración propia

12) Se procedió a realizar el procesamiento con el método de Erosión potencial.

La Tabla 10 detalla las unidades aplicadas en el proyecto para la determinación de erosión potencial con el método USLE/RUSLE.

Tabla 10. Factores de USLE/RUSLE

FACTORES		UNIDAD	RELACION
	A	Tn/ha/año	Estimación anual de Erosión
	R	MJ*mm/(ha*h)	Lluvias
	K	m ²	Suelos
	LS	Adimensional	Topográfico
	C	Adimensional	Vegetación
	P	Adimensional	Prácticas para Disminuir la Erosión

Fuente: Mohamed A.E. AbdelRahman [et al], 2016.

Erosión Potencial

$$A = R \times K \times LS$$

Se presenta cuando el suelo está desnudo, no tiene vegetación o prácticas de ayuda, Donde C=1 y P= 1



Figura 13. Factores USLE

Fuente: imágenes Elaboración propia

Se aplicó la fórmula $A = R \times K \times LS$, la cual fija solo la erosión potencial, considerándose los valores $C=1$ y $P=1$ para hallar la erosión potencial solo para aquellos suelos desnudos. Los factores R y K son los únicos que tienen unidades, los demás son adimensionales, es decir no tienen unidades.

Para hallar el factor R, consistió en reunir lo siguiente:

- Mapa de curvas de nivel
- DEM- Mapa de elevaciones de la cuenca
- Shapefile del área de estudio (formato de archivo para software ArcGis)
- Datos de precipitaciones: se aplicó una interpolación IDW por ArcGis para hallar valores a partir de datos ya conocidos del SENAMHI
- Se aplicó el algoritmo para factor R en calculadora raster de ArcGis.

Para hallar el factor K, requirió de 3 elementos:

- Mapa de elevaciones de la cuenca
- Shapefile del área de estudio (formato de archivo para software ArcGis)
- Mapa de tipos de suelos del mundo sacadas de la FAO, el cual hizo una recopilación de los usos del suelo del mundo

Se agregan los datos del tipo de suelos que tiene Palpa a la tabla de distribuciones del ArcGis para obtener el raster, es decir se convierte de polígono a raster con los factores agregados.

Se aplicó el algoritmo para factor K en calculadora raster de ArcGis Para

hallar el factor LS, necesitó de 2 elementos:

- Modelo digital de elevaciones de la cuenca
- Shapefile del área de estudio (formato de archivo para software ArcGis) Se aplicó el algoritmo para factor LS en calculadora Raster de ArcGis

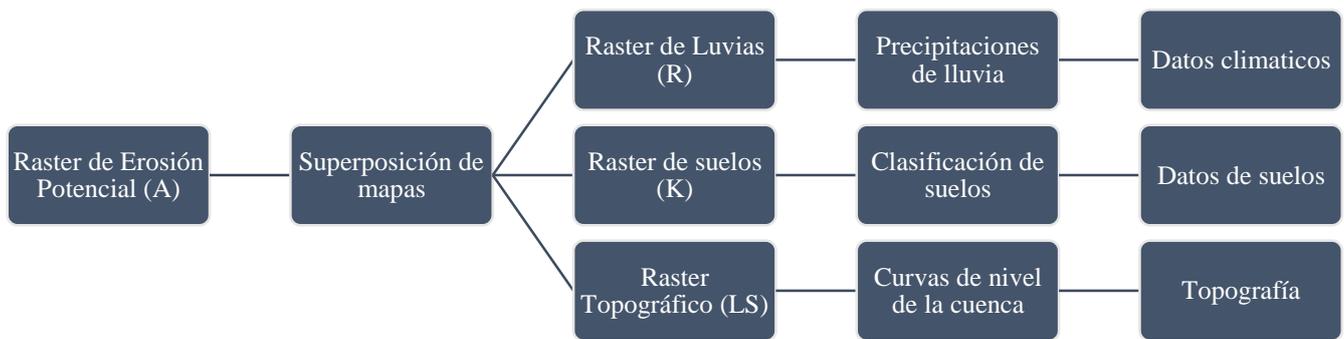


Figura 14. Procesos de erosión hídrica

Fuente: Elaboración propia.

La figura 15, muestra la aplicación de la fórmula con la que se halló la erosión hídrica potencial en el ArcGis con la calculadora raster.

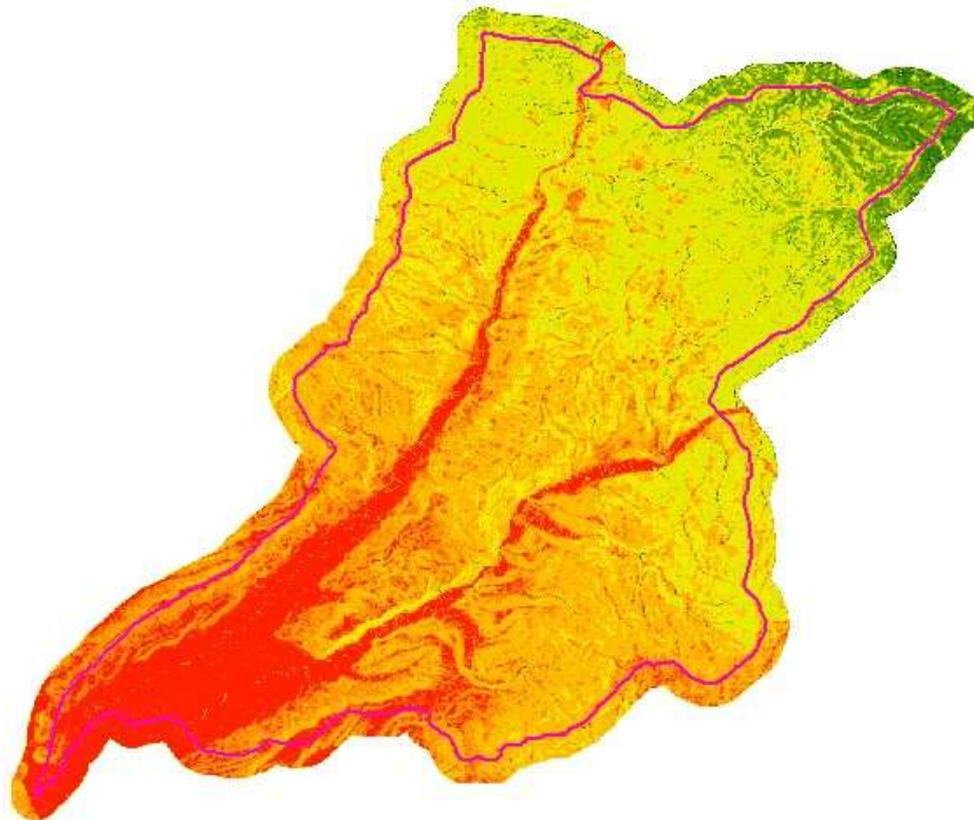


Figura 15. Índice de erosión potencial

Fuente: elaboración propia

- 13) Se procedió a la digitación de información para resultados finales y ubicación de puntos de muestreo, es decir se unieron los tres métodos utilizados en el trabajo de investigación para obtener un mapa con los indicadores de degradación de suelo por hectáreas (mapa 12, indicadores de la degradación de suelo adjuntos en el anexo).
- 14) Como parte de la validación de la teledetección, se fijó las zonas para muestreo definidas por el pos procesamiento de imágenes satelitales determinados a través de valores numéricos interpretados como indicadores.
- 15) Se definieron los puntos de muestreo por coordenadas según el resultado final del procesamiento mediante 3 indicadores de degradación de suelos.

En la siguiente Tabla 11, se detalla los puntos de muestreo con sus respectivos códigos por muestra dependiendo de los indicadores y las coordenadas.

Tabla 11. Coordenadas de punto de muestreo

ID	CODIGO	INDICADORES	COORDENADAS	
			X	Y
1	P01_MDS	SEVERA	480092.607087	8392206.50922
2	P02_MDS	SEVERA	480092.607087	8392145.35581
3	P03_MDS	SEVERA	480317.951184	8393884.41267
4	P04_MDS	SEVERA	479012.946086	8391425.61146
5	P01_MDM	MODERADA	477460.851580	8392675.58836
6	P02_MDM	MODERADA	477845.727614	8392845.94333
7	P03_MDM	MODERADA	479637.609475	8391907.93944
8	P04_MDM	MODERADA	482648.234101	8393768.81260
9	P01_MDL	LEVE	482056.486281	8392919.39681
10	P02_MDL	LEVE	481185.746245	8393230.37539
11	P03_MDL	LEVE	478328.297311	8391856.73856
12	P04_MDL	LEVE	476821.299983	8390979.51251

Fuente: elaboración propia

- 16) Se tomó como referencia la Tabla 12 para el muestreo hecho en campo siendo el área de estudio un suelo agrícola.

Tabla 12. Profundidad del muestreo según el uso del suelo

Usos del suelo	Profundidad del muestreo (capas)
Suelo Agrícola	0 – 30 cm (1) 30 – 60 cm
Suelo Residencial/Parques	0 – 10 cm (2) 10 – 30 cm (3)

Suelo Comercial/Industrial/Extractivo	0 – 10 cm (2)
--	---------------

- 1) Profundidad de aradura
- 2) Capa de contacto oral o dermal de contaminantes
- 3) Profundidad máxima alcanzable por niños

Fuente: elaboración propia, sacada de la Guía para muestreo de suelos-MINAM, 2014.

- 17) Se ingresó las muestras al laboratorio para realizar el análisis físico-químico del suelo.
- 18) El análisis físico-químico del suelo fue llevado a cabo en el laboratorio de la universidad Cesar Vallejo – Lima Norte, que pertenece a la facultad de ingeniería ambiental, aplicando las fichas adjuntas en el anexo.
- 19) Se realizó la comparación de los análisis de laboratorio con el procesamiento de teledetección para validar la información.
- 20) Se hizo el análisis y evaluación de los resultados obtenidos mediante tablas, gráficas y porcentajes.

2.5. Métodos de análisis de datos

Los datos obtenidos en la investigación fueron analizados por la estadística descriptiva para el cual se tuvo como resultado final el mapa de indicadores de degradación del suelo mediante la utilización de software ENVI que halló el NDVI y la utilización de software ArcGis 10.5 que halló el Indsal y IE.

2.6. Aspectos éticos

Las consideraciones éticas que se tomaron en la presente investigación son el no realizar ningún tipo de copia o plagio de alguna investigación, sin antes no mencionar el autor y año de la publicación correspondiente en cumplimiento con el código de ética N° RR089.

No se manipuló los resultados, quedando como evidencia los informes asignados en el laboratorio como parte de la fiabilidad, obteniéndose los resultados emitidos mediante un informe del laboratorio firmado por un representante o especialista colegiado y habilitado.

El proyecto de investigación contó con la integridad académica representada por el turnitin, el cual es un servicio de prevención antiplagio administrado por la universidad.

III. RESULTADOS

El objetivo del proyecto fue aplicar la teledetección multitemporal para la determinación de suelos degradados en el distrito de Palpa 2019, mediante la aplicación de los métodos de índices espectrales.

Este capítulo declara los resultados que derivaron de la aplicación de la metodología respecto a las técnicas de teledetección y análisis de suelo para verificar si se cumple con el objetivo de estudio y aceptar o rechazar la hipótesis propuesta por el autor.

3.1 resultados de aplicación de método INDSAL

La comparación de las imágenes de los distintos años del distrito de palpa se diferenció en el dinamismo del índice de salinidad correspondiente a la composición de bandas en falso color arrojadas en hectáreas, las cuales pudieron ser medibles por medio del ArcGis.

Se evidenció el cambio en un periodo de 11 años definiéndose que los valores cercanos a 1 indican un nivel bajo de sales, mientras que los valores cercanos a -1 hasta cercanos a representan niveles elevados de sales.

En la Tabla 13, se detalla las áreas de degradación por hectáreas que se presentaron en el estudio multitemporal.

Tabla 13. Índice de salinidad por años

N°	METODO	AÑO	ÁREA DE DEGRADACIÓN (Ha)
1	INDSAL	2008	4433.093
2		2011	4182.477
3		2014	1665.761
4		2017	6574.694
5		2019	5605.656

Fuente: elaboración propia

Los resultados indicaron la aparición de cuerpos salinos en los últimos años, esto se debió a que el área de estudio tiene un clima árido, seco y a la manipulación inadecuada de fertilizantes. Se consideró también que parte de la topografía del distrito de palpa cuenta con grandes cantidades de áreas rocosas las que reflejaron en el procesamiento falsas detecciones de salinidad, es decir, debido al material original, algunas rocas contienen sales como minerales constituyentes.

De acuerdo a los valores del Indsal en el estudio multitemporal del distrito de Palpa, se verificó la variación notable a través de los años de suelos salidos siendo el 2017 el año con mayor presencia de salinidad seguida por el año 2019.

La Figura 16, evidencio las hectáreas degradadas por los años de estudio verificándose que el 2017 tuvo la mayor cantidad de hectáreas de suelo degradado esto debido diferentes factores entre ellos el estado de emergencia que tuvo Ica por las inundaciones y el fenómeno del niño costero.

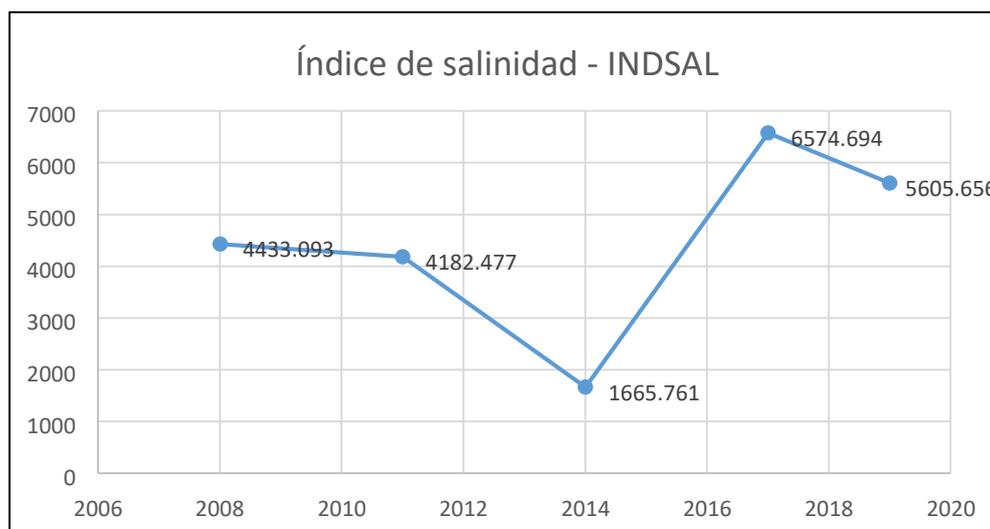


Figura 16. Estimación de salinidad por año

Fuente: elaboración propia

3.2 Resultados de aplicación de método de Erosión

Los resultados de erosión se obtuvieron de la aplicación de la ecuación universal de pérdida de suelo, método USLE/RUSLE.

La Tabla 14, muestra la degradación hídrica potencial del suelo, dato seleccionado desde el 2009 hasta la actualidad de la información obtenida por el Senamhi.

Tabla 14. Clasificación de erosión hídrica

EROSIÓN HÍDRICA POTENCIAL	
CLASIFICACIÓN	ÁREA DE DEGRADACIÓN (Ha)
SEVERA	5097.2625
MODERADA	6311.655
LEVE	3679.9425

Fuente: elaboración propia

La Figura 17, muestra las hectáreas degradadas por indicador.



Figura 17. Clasificación de erosión hídrica

Fuente: elaboración propia

Los métodos para estimar los factores no se encuentran disponibles en muchos lugares, por tal motivo se trabajó con los datos descritos en el procedimiento del método de erosión, y se obtuvo un mapa general de erosión hídrica potencial entre los últimos 10 años de información dada por el SENAMHI.

Los resultados de la figura de pérdida de suelo en erosión potencial se debieron a la falta de vegetación y tipo de suelo, características topográficas y a las elevaciones del área de estudio.

3.3. Resultados de aplicación de método NDVI

El NDVI es cercano a cero, el suelo descubierto y con vegetación rala presenta valores positivos aunque no muy elevados; la vegetación densa, húmeda y bien desarrollada presenta los mayores valores de NDVI.

La siguiente Tabla 15, hace referencia a los años con suelos degradados medidos en hectáreas.

Tabla 15. NDVI por hectáreas

N°	METODO	AÑO	AREA (Ha)
1	NDVI	2008	1807,960237
2		2011	1686,595247
3		2014	1519,41061
4		2017	1742,511326
5		2019	1828,223727

Fuente: elaboración propia

La Figura 18 muestra hasta el momento que el 2019 es el año con mayor vegetación y la más baja es la dada en el 2014.

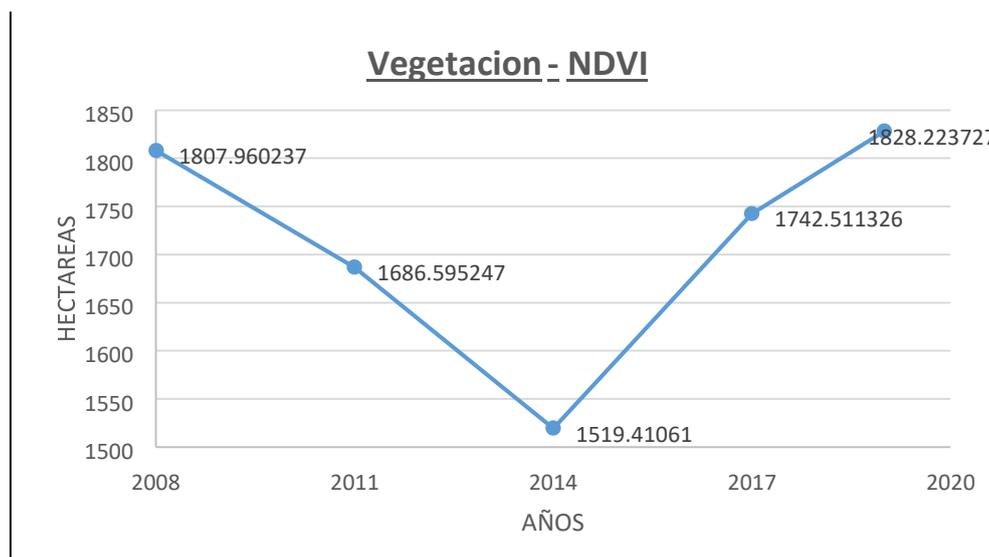


Figura 18. Vegetación de NDVI

Fuente: elaboración propia.

El año 2019 representa la mayor vigorosidad de la vegetación, bajos valores de contraste significaron una vegetación enferma hasta llegar a zonas sin vegetación (suelo y agua), el cual significaron características deficientes del suelo. Los valores negativos representan superficies sin vegetación.

El valor del NDVI varío en función del uso del suelo, situación hídrica del territorio y ambiente climático de la zona.

3.4. Resultados por punto de muestreo

La figura 19 de coordenada X= 482056.486281 y Y= 8392919.39681, indica el área muestreado con tres repeticiones de 1kg de suelos.



Figura 19. Punto 01 muestreos de degradación leve

Fuente: mapa N°12_indicadores de la degradación del suelo. Elaboración propia.

La Tabla 16, detalla las tres repeticiones de muestreo que se tomó en el punto 01 de degradación leve con los resultados de análisis físico obtenido.

Tabla 16. Resultados de análisis físico del suelo de P 01_MDL

ESTACIÓN	REPETICIONES	CANTIDAD DE SUELO (g)	COLOR	GRANULOMETRÍA			POROSIDAD (%)	HUMEDAD (%)
				10 (1.9 mm)	'20 (0.84 mm)	BASE		

P 01_MDL	R1	1kg	4/2 10YR	36,27	44,54	214,3	53,21	9,52
	R2	1kg	4/2 10YR	39,22	48,7	220,87	53,11	8,49
	R3	1kg	4/2 10YR	45,23	54,76	247,09	53,12	11,65

Fuente: análisis de laboratorio de química UCV.

La interpretación de los resultados se efectuó en base a los análisis del laboratorio: En lo referente al análisis físico de laboratorio los valores obtenidos son en color 10YR que indicaron empobrecimiento de Fe y Mn con un color grisáceo oscuro debido a baja materia orgánica del suelo y minerales siendo un suelo con mayor porcentaje de arena. La granulometría fue analizada con tamices N° 10 y 20, que permitieron medir la grava y suelo grueso teniendo como resultado un promedio de 12,67% de grava y 15,54% de grava gruesa y piedras considerándose una cantidad media de sólidos lo que ocasiona mayor compactación. Tuvo una porosidad de 53% que representó un nivel alto, con una humedad promedio de 9,89% considerada como seca.

Tabla 17. Resultados de análisis químico del suelo de P 01_MDL

ESTACIÓN	REPETICIONES	CANTIDAD DE SUELO (g)	PH	MATERIA ORGÁNICA (%)	CONDUCTIVIDAD (uS/cm)
P 01_MDL	R1	1kg	7,18	1,96	2400
	R2	1kg	7,15	2,87	2500
	R3	1kg	7,16	2,95	2300

Fuente: análisis de laboratorio de química UCV.

El análisis de pH obtuvo un promedio de 7,16 considerado promedio neutro; la materia orgánica tuvo un promedio de 2,60 % clasificándose como un suelo mediano en MO. Tuvo una conductividad de 2,4 dS/m parte de un suelo ligeramente salino y afectando a cultivos sensibles.

Porcentaje de efectividad:

$$\frac{5 \text{ efectivos}}{7 \text{ parámetros}} \times 100 = 71,43\%$$

Los resultados del punto P01_MDL validan que el programa es confiable en un 71,43%.

La figura 20, de coordenada X= 481185.746245 y Y= 8393230.37539, indica el área muestreada con tres repeticiones de 1kg de suelos.



Figura 20. Punto 02 muestreos de degradación leve
Punto 02 muestra de degradación leve
Fuente: mapa N°12_indicadores de la degradación del suelo. Elaboración propia.

La Tabla 19, detalla las tres repeticiones de muestreo que se tomó en el punto 02 de degradación leve con los resultados de análisis físico obtenido.

Tabla 18. Resultados de análisis físico del suelo de P 02_MDL

ESTACIÓN	REPETICIONES	CANTIDAD	COLOR	GRANULOMETRÍA	POROSIDAD	HUMEDAD
----------	--------------	----------	-------	---------------	-----------	---------

		DE SUELO (g)		10 (1.9 mm)	'20 (0.84 mm)	BASE	(%)	(%)
P 02_MDL	R1	1kg	3/2 10 YR	18,52	37,1	189,72	52,38	6,48
	R2	1kg	4/2 10 YR	15,66	33,16	149,09	50,15	18,56
	R3	1kg	3/2 10 YR	21,11	40,12	197,08	52,63	17,35

Fuente: análisis de laboratorio de química UCV.

En lo referente al análisis físico de laboratorio los valores obtenidos son en color 10YR que indicaron empobrecimiento de Fe y Mn con un color marrón grisáceo muy oscuro debido a baja materia orgánica del suelo y minerales, siendo un suelo con mayor porcentaje de arena. La granulometría fue analizada con tamices N°10 y 20, que permitieron medir la grava y suelo grueso teniendo como resultado un promedio de 7,87% de grava y 15,80% de grava gruesa y piedras considerándose que el material tiene una cantidad media a baja de sólidos lo que ocasiono compactación. Tuvo una porosidad de 51,72% representando un nivel medio a alto, la humedad obtuvo un promedio de 14,13% que es considerada seca.

Tabla 19. Resultados de análisis químico del suelo de P 02_MDL

ESTACIÓN	REPETICIONES	CANTIDAD DE SUELO (g)	PH	MATERIA ORGÁNICA (%)	CONDUCTIVIDAD (uS/cm)
P 02_MDL	R1	1kg	7,11	3,33	2800
	R2	1kg	7,06	2,62	2700
	R3	1kg	6,97	2,10	2500

Fuente: análisis de laboratorio de química UCV.

El análisis de pH obtuvo un promedio de 7,04 que refiere a un promedio neutro; la materia orgánica tiene un promedio de 2,69 % que en clase se encuentra como un suelo medianamente rico en MO. Tiene una conductividad promedio de 2,66 dS/m en conductividad ligera que puede afectar a cultivos sensibles.

Porcentaje de efectividad:

6 efectivos

$$\frac{\quad}{7 \text{ parámetros}} \times 100 = 85,71\%$$

Los resultados del punto P02_MDL validan que el programa es confiable en un 85,71%.

La figura 21, de coordenada X= 478328.297311 y Y= 8391856.73856, indica el área muestreado con tres repeticiones de 1kg de suelos.



Figura 21. Punto 03 muestreos de degradación leve

Fuente: mapa N°12_indicadores de la degradación del suelo. Elaboración propia.

La Tabla 20, detalla las tres repeticiones de muestreo que se tomó en el punto 03 de degradación leve con los resultados de análisis físico obtenido.

Tabla 20. Resultados de análisis físico del suelo de P 03_MDL

ESTACIÓN	REPETICIONES	CANTIDAD DE SUELO (g)	COLOR	GRANULOMETRÍA			POROSIDAD (%)	HUMEDAD (%)
				10 (1.9 mm)	'20 (0.84 mm)	BASE		
P 03_MDL	R1	1kg	4/2 10YR	25,12	45,11	205,76	53,51	13,86
	R2	1kg	4/2 10YR	12,27	29,98	145,09	53,49	17,35
	R3	1kg	4/2 10YR	13,12	31,08	145,76	53,32	18,56

Fuente: análisis de laboratorio de química UCV.

En lo referente al análisis físico de laboratorio los valores obtenidos son en color 10YR que indicaron empobrecimiento de Fe y Mn con un color marrón grisáceo oscuro debido a media o baja materia orgánica. La granulometría fue analizada solo con tamices N°10 y 20, que permitieron medir la grava y suelo grueso teniendo como resultado un promedio de 7,51% de grava y 16,23% de grava gruesa y piedras lo cual considero que la presencia de solidos ayuda a la compactación. Tiene una porosidad de 53,44% que representa un nivel bajo a medio, la humedad tiene un promedio de 16,59% siendo una muestra seca.

Tabla 21. Resultados de análisis químico del suelo de P 03_MDL

ESTACIÓN	REPETICIONES	CANTIDAD DE SUELO (g)	PH	MATERIA ORGÁNICA (%)	CONDUCTIVIDAD (uS/cm)
P 03_MDL	R1	1kg	7,21	2,92	2500
	R2	1kg	7,23	3,12	2500
	R3	1kg	7,2	3,19	2500

Fuente: análisis de laboratorio de química UCV.

El análisis de pH obtuvo un promedio de 7,21 que refiere a un promedio neutro a moderadamente alcalino; la materia orgánica tiene un promedio de 3,08 % que en clase se encuentra como un suelo rico en MO. Tiene una conductividad promedio de 2,5 dS/m el cual está considerada en suelos ligeramente salinos.

Porcentaje de efectividad:

$$\frac{6 \text{ efectivos}}{7 \text{ parámetros}} \times 100 = 85,71\%$$

Los resultados del punto P03_MDL validan que el programa es confiable en un 85,71%.

, de coordenada X=

La figura 22 476821.299983 y Y= 8390979.51251, indica el área muestreado con tres repeticiones de 1kg de suelos.



Figura 22. Punto 04 muestreos de degradación leve

Fuente: mapa N°12_indicadores de la degradación del suelo. Elaboración propia.

La Tabla 22 detalla las tres repeticiones de muestreo que se tomó en el punto 04 de degradación leve con los resultados de análisis físico obtenido.

Tabla 22. Resultados de análisis físico del suelo de P 04_MDL

ESTACIÓN	REPETICIONES	CANTIDAD DE SUELO (g)	COLOR	GRANULOMETRÍA			POROSIDAD	HUMEDAD
				10 (1.9 mm)	'20 (0.84 mm)	BASE		
P 04_MDL	R1	1kg	3/2 10 YR	30,1	49,76	210,06	54,64	16,16
	R2	1kg	3/2 10 YR	20,87	40,99	202,09	54,61	15,00
	R3	1kg	3/2 10 YR	15,21	20,11	102,01	54,66	13,86

Fuente: análisis de laboratorio de química UCV.

, de coordenada X= y Y= , indica el área

En lo referente al análisis físico de laboratorio los valores obtenidos son en color 10YR que indicaron empobrecimiento de Fe y Mn con un color marrón grisáceo muy oscuro debido a baja materia orgánica del suelo y minerales siendo un suelo con mayor porcentaje de arena. La granulometría fue analizada con tamices N°10 y 20, que permitieron medir la grava y suelo grueso obteniendo como resultado un promedio de 9,78% de grava y 15,77% de grava gruesa y piedras considerada un porcentaje alto que ayuda a la compactación. Tiene una porosidad de 54,63% que representa un nivel estándar, con una humedad promedio de 15,01% considerada como seca.

Tabla 23. Resultados de análisis químico del suelo de P 04_MDL

ESTACIÓN	REPETICIONES	CANTIDAD DE SUELO (g)	PH	MATERIA ORGÁNICA (%)	CONDUCTIVIDAD (uS/cm)
P 04_MDL	R1	1kg	7,18	2,09	2600
	R2	1kg	7,17	2,00	2500
	R3	1kg	7,18	1,91	2600

Fuente: análisis de laboratorio de química UCV.

El análisis de pH obtuvo un promedio de 7,17 neutro a moderadamente alcalino; la materia orgánica un promedio de 2,0 % encontrándose en la clasificación de un suelo mediano en MO. Tiene una conductividad promedio de 2,56 dS/m considerada ligeramente salino afectando a cultivo sensibles.

Porcentaje de efectividad:

$$\frac{5 \text{ efectivos}}{7 \text{ parámetros}} \times 100 = 71,43\%$$

Los resultados del punto P04_MDL validan que el programa es confiable en un 71,43%.

La figura 23

477460.85158

8392675.58836

muestreado con tres repeticiones de 1kg de suelos.



Figura 23. Punto 01 muestreos de degradación moderada

Fuente: mapa N°12 indicadores de la degradación del suelo. Elaboración propia.

La Tabla 24 detalla las tres repeticiones de muestreo que se tomó en el punto 01 de degradación moderada con los resultados de análisis físico obtenido.

Tabla 24. Resultados de análisis físico del suelo de P 01_MDM

ESTACIÓN	REPETICIONES	CANTIDAD DE SUELO (g)	COLOR	GRANULOMETRÍA			POROSIDAD (%)	HUMEDAD (%)
				10 (1.9 mm)	20 (0.84 mm)	BASE		
P 01_MDM	R1	1kg	3/3 10YR	32,77	57,18	185,47	42	12,75

, de coordenada X= y Y= , indica el área

R2	1kg	3/3 10YR	13,12	35,32	100,1	39,86	11,65
R3	1kg	3/3 10YR	27,67	71,09	201,03	38,11	12,75

Fuente: análisis de laboratorio de química UCV.

En lo referente al análisis físico de laboratorio los valores obtenidos son en color 10YR que indicaron empobrecimiento de Fe y Mn con un color marrón oscuro que carece de minerales. La granulometría fue analizada solo con tamices N°10 y 20, que permiten medir la grava y suelo grueso teniendo como resultado un promedio de 9,98% de grava y 22,75% de grava gruesa y piedras considerada un porcentaje alto que ayuda a la compactación. Obtuvo una porosidad de 39,99% que representa un nivel bajo, una humedad promedio de 12,38% considerada como seca.

Tabla 25. Resultados de análisis químico del suelo de P 01_MDM

ESTACIÓN	REPETICIONES	CANTIDAD DE SUELO (g)	PH	MATERIA ORGÁNICA (%)	CONDUCTIVIDAD (uS/cm)
P 01_MDM	R1	1kg	5.75	1.90	2500
	R2	1kg	5.76	1.88	2300
	R3	1kg	5.76	1.92	2300

Fuente: análisis de laboratorio de química UCV.

El análisis de pH obtuvo un promedio de 5,75 medianamente ácido; la materia orgánica tiene un promedio de 1,90% clasificándose como un suelo mediano en MO. Tiene una conductividad promedio de 2,36 dS/m medianamente salino y afectando a cultivos sensibles.

Porcentaje de efectividad:

$$\frac{7 \text{ efectivos}}{7 \text{ parámetros}} \times 100 = 100\%$$

Los resultados del punto P01_MDM validan que el programa es confiable en un 100%.

La figura 24

477845.727614

8392845.94333

muestreado con tres repeticiones de 1kg de suelos.

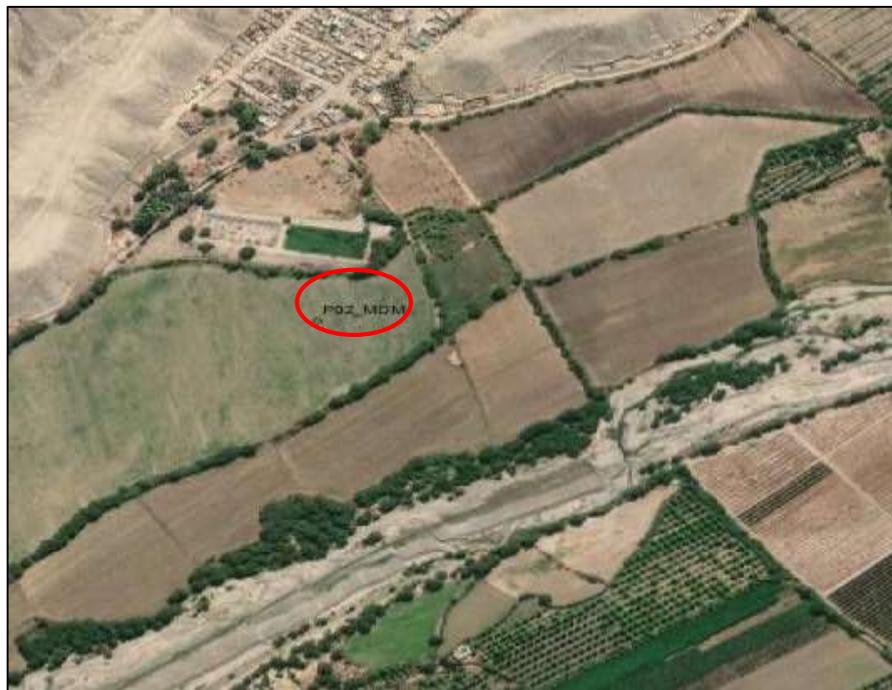


Figura 24. Punto 02 muestreos de degradación moderada

Fuente: mapa N°12_indicadores de la degradación del suelo. Elaboración propia.

La Tabla 26 detalla las tres repeticiones de muestreo que se tomó en el punto 02 de degradación moderada.

Tabla 26. Resultados de análisis físico del suelo de P 02_MDM

ESTACIÓN	REPETICIONES	CANTIDAD DE SUELO (g)	COLOR	GRANULOMETRÍA	POROSIDAD (%)	HUMEDAD (%)
----------	--------------	-----------------------	-------	---------------	---------------	-------------

, de coordenada X=

y Y=

, indica el área

				10 (1.9 mm)	'20 (0.84 mm)	BASE		
P 02_MDM	R1	1kg	3/3 10YR	21.32	57.1	181.12	39.76	8.49
	R2	1kg	3/3 10YR	28.87	75.3	203.07	39.44	7.48
	R3	1kg	3/3 10YR	21.03	68.7	199.45	38.76	8.49

Fuente: análisis de laboratorio de química UCV.

En lo referente al análisis físico de laboratorio los valores obtenidos son en color 10YR que indicaron empobrecimiento de Fe y Mn con un color marrón oscuro por falta de minerales. La granulometría fue analizada con tamices N°10 y 20, que permitieron medir la grava y suelo grueso teniendo como resultado un promedio de 8,29% de grava y 23,42% de grava gruesa y piedras considerada un porcentaje alto por ayudar a la compactación. Tiene una porosidad de 39,32% que representó un nivel bajo, una humedad promedio de 8,15% considerada como seca.

Tabla 27. Resultados de análisis químico del suelo de P 02_MDM

ESTACIÓN	REPETICIONES	CANTIDAD DE SUELO (r)	PH	MATERIA ORGÁNICA (%)	CONDUCTIVIDAD (uS/cm)
P 02_MDM	R1	1kg	6.78	1.77	2900
	R2	1kg	6.8	1.74	3000
	R3	1kg	6.79	2.72	3000

Fuente: análisis de laboratorio de química UCV.

El análisis de pH obtuvo un promedio de 6,79 que refiere a un promedio neutro y el cual permite la solubilidad de muchos nutrientes al suelo; la materia orgánica tiene un promedio de 2,08% que en clase se encuentra como un suelo mediano en MO. Tiene una conductividad promedio de 2,96 dS/m el cual es ligero y puede afectar a cultivos sensibles.

Porcentaje de efectividad:

6 efectivos

$$\frac{\quad}{7 \text{ parámetros}} \times 100 = 85,71\%$$

Los resultados del punto P02_MDM validan que el programa es confiable en un 85,71%.

y Y= , indica el área

La figura 25, de coordenada X= 479637.609475 8391907.93944 muestreado con tres repeticiones de 1kg de suelos.



Figura 25. Punto 03 muestreos de degradación moderada

Fuente: mapa N°12 indicadores de la degradación del suelo. Elaboración propia.

La Tabla 28 detalla las 3 repeticiones de muestreo que se tomó en el punto 03 de degradación moderada con los resultados de análisis físico obtenido.

Tabla 28. Resultados de análisis físico del suelo de P 03_MDM

ESTACIÓN	REPETICIONES	CANTIDAD DE SUELO (g)	COLOR	GRANULOMETRÍA			POROSIDAD (%)	HUMEDAD (%)
				10 (1.9 mm)	'20 (0.84 mm)	BASE		
P 03_MDM	R1	1kg	3/3 10YR	27.08	43.24	200.02	37.78	9.52
	R2	1kg	3/3 10YR	27.3	41.55	199.76	38.68	9.52
	R3	1kg	3/3 10YR	11.2	21.12	94.12	39.74	8.49

Fuente: análisis de laboratorio de química UCV.

En lo referente al análisis físico de laboratorio los valores obtenidos son en color 10YR que indicaron empobrecimiento de Fe y Mn con un color marrón oscuro por falta de materiales. La granulometría fue analizada solo con tamices N° 10 y 20, que permiten medir la grava y suelo grueso teniendo como resultado un promedio de 9,67% de grava y 16,05% de grava gruesa y piedras lo cual considera que ayudan a la compactación. Tuvo una porosidad de 38,73% que representa un nivel bajo, la humedad tiene un promedio de 9,18% considerada como seca.

Tabla 29. Resultados de análisis químico del suelo de P 03_MDM

ESTACIÓN	REPETICIONES	CANTIDAD DE SUELO (g)	PH	MATERIA ORGÁNICA (%)	CONDUCTIVIDAD (uS/cm)
P 03_MDM	R1	1kg	6.91	1.81	2500
	R2	1kg	6.89	1.86	2500
	R3	1kg	6.91	1.77	2400

Fuente: análisis de laboratorio de química UCV.

El análisis de pH obtuvo un promedio de 6,90 que refiere a un promedio neutro; la materia orgánica tiene un promedio de 1,82% que en clase se encuentra como un suelo mediano en MO. Tiene una conductividad promedio de 2,46 dS/m el cual es considerada como ligera y puede afectar a cultivos sensibles.

Porcentaje de efectividad:

$$\frac{6 \text{ efectivos}}{7 \text{ parámetros}} \times 100 = 85,71\%$$

Los resultados del punto P03_MDM validan que el programa es confiable en un 85,71%.

, de coordenada X=

y Y=

, indica el área

La figura 26

482648.234101

8393768.8126

muestreado con tres repeticiones de 1kg de suelos.



Figura 26. Punto 04 muestreos de degradación moderada

Fuente: mapa N°12_indicadores de la degradación del suelo. Elaboración propia.

La Tabla 30 detalla las 3 repeticiones de muestreo que se tomó en el punto 04 de degradación moderada con los resultados de análisis físico obtenido.

Tabla 30. Resultados de análisis físico del suelo de P 04_MDM

ESTACIÓN	REPETICIONES	CANTIDAD DE SUELO (g)	COLOR	GRANULOMETRÍA			POROSIDAD (%)	HUMEDAD (%)
				10 (1.9 mm)	'20 (0.84 mm)	BASE		

P 04_MDM	R1	1kg	4/3 10YR	9.69	28.61	227.9	37.9	8.35
	R2	1kg	4/4 10YR	3.26	24.76	175.05	40.2	8.20
	R3	1kg	4/2 10YR	6.65	27.02	200.21	41.65	8.24

Fuente: análisis de laboratorio de química UCV.

En lo referente al análisis físico de laboratorio los valores obtenidos son en color 10YR que indicaron empobrecimiento de Fe y Mn con un color marrón amarillento oscuro y marrón grisáceo oscuro, los cuales suponen empobrecimiento y erosión. La granulometría fue analizada solo con tamices N° 10 y 20, que permiten medir la grava y suelo grueso teniendo como resultado un promedio de 2,69% de grava y 11,49% de grava gruesa y piedras. Tuvo una porosidad de 39,91% que representa un nivel bajo, la humedad tiene un promedio 9,26 siendo considerada como seca%.

Tabla 31. Resultados de análisis químico del suelo de P 04_MDM

ESTACIÓN	REPETICIONES	CANTIDAD DE SUELO (g)	PH	MATERIA ORGÁNICA (%)	CONDUCTIVIDAD (uS/cm)
P 04_MDM	R1	1kg	5.9	1.85	3100
	R2	1kg	5.96	1.91	3300
	R3	1kg	6.29	1.87	3100

Fuente: análisis de laboratorio de química UCV.

El análisis de pH obtuvo un promedio de 6,05 que refiere a un promedio moderadamente ácido; la materia orgánica tiene un promedio de 1,88% que en clase se encuentra como un suelo mediano en MO. Tuvo una conductividad promedio de 3,16 dS/m considerada como ligera y puede afectar a cultivos sensibles.

, de coordenada X= y Y= , indica el área

Porcentaje de efectividad:

$$\frac{7 \text{ efectivos}}{7 \text{ parámetros}} \times 100 = 100\%$$

Los resultados del punto P04_MDM validan que el programa es confiable en un 100%.

muestreado con tres repeticiones de 1kg de suelos.



Figura 27. Punto 01 muestreos de degradación severa

Fuente: mapa N°12_indicadores de la degradación del suelo. Elaboración propia.

La Tabla 32 detalla las 3 repeticiones de muestreo que se tomó en el punto 01 de degradación severa con los resultados de análisis físico obtenido.

Tabla 32. Resultados de análisis físico del suelo de P 01_MDS

ESTACIÓN	REPETICIONES	CANTIDAD DE SUELO (g)	COLOR	GRANULOMETRÍA			POROSIDAD (%)	HUMEDAD (%)
				10 (1.9 mm)	20 (0.84 mm)	BASE		
P 01_MDS	R1	1kg	4/4 10YR	49.86	28.9	150.7	36.53	2.68
	R2	1kg	4/4 10YR	68.33	35.87	200.28	36	3.60
	R3	1kg	4/4 10YR	37.19	23.11	100.21	35.07	1.77

Fuente: análisis de laboratorio de química UCV.

La figura , de coordenada X= y Y= , indica el área

En lo referente al análisis físico de laboratorio los valores obtenidos son en color 10YR que indicaron empobrecimiento de Fe y Mn con un color marrón amarillento oscuro el cual se relaciona con niveles bajos de materia y minerales. La granulometría fue analizada solo con tamices N° 10 y 20, que permiten medir la grava y suelo grueso teniendo como resultado un promedio de 22,44% de grava y 12,90% de grava gruesa y piedras lo cual considera que ayudan a la compactación. Tuvo una porosidad de 35,86% que representa un nivel bajo, la humedad tiene un promedio de 2,68% considerado extremadamente seca.

Tabla 33. Resultados de análisis químico del suelo de P 01_MDS

ESTACIÓN	REPETICIONES	CANTIDAD DE SUELO (g)	PH	MATERIA ORGÁNICA (%)	CONDUCTIVIDAD (uS/cm)
P 01_MDS	R1	1kg	6.47	1.79	3800
	R2	1kg	6.5	0.90	3800
	R3	1kg	6.49	1.77	3800

Fuente: análisis de laboratorio de química UCV.

El análisis de pH obtuvo un promedio de 6,48 que refiere a un promedio entre moderadamente ácido y neutro; la materia orgánica tiene un promedio de 1,49% que en clase se encuentra como un suelo medianamente podre en MO. Tuvo una conductividad de promedio de 3,8 dS/m en conductividad el cual es considerado como ligero.

Porcentaje de efectividad:

$$\frac{6 \text{ efectivos}}{7 \text{ parámetros}} \times 100 = 85,71\%$$

Los resultados del punto P01_MDS validan que el programa es confiable en un 85,71%.

muestreado con tres repeticiones de 1kg de suelos.



Figura 28. Punto 02 muestreos de degradación severa

Fuente: mapa N°12_indicadores de la degradación del suelo. Elaboración propia.

La Tabla 34 detalla las 3 repeticiones de muestreo que se tomó en el punto 02 de degradación severa con los resultados de análisis físico obtenido.

Tabla 34. Resultados de análisis físico del suelo de P 02_MDS

ESTACIÓN	REPETICIONES	CANTIDAD DE SUELO (g)	COLOR	GRANULOMETRÍA			POROSIDAD (%)	HUMEDAD (%)
				10 (1.9 mm)	20 (0.84 mm)	BASE		
P 02_MDS	R1	1kg	3/4 10YR	79.71	51.32	242.48	33.55	2.68

La figura , de coordenada X= y Y= , indica el área

R2	1kg	3/4 10YR	67.11	45.36	210.66	33.21	2.68
R3	1kg	3/4 10YR	33.37	20.03	100.26	32.31	1.77

Fuente: análisis de laboratorio de química UCV.

En lo referente al análisis físico de laboratorio los valores obtenidos son en color 10YR que indicaron empobrecimiento de Fe y Mn con un color marrón amarillento oscuro el cual se relaciona con niveles bajos de materia y minerales. La granulometría fue analizada solo con tamices N° 10 y 20, que permitieron medir la grava y suelo grueso teniendo como resultado un promedio de 21,27% de grava y 13,60% de grava gruesa y piedras lo cual considera que ayuda a la compactación .tiene una porosidad de 33,02% que representa un nivel bajo, la humedad tiene un promedio de 2,38% siendo considerada como seca.

Tabla 35.Resultados de análisis químico del suelo de P 02_MDS

ESTACIÓN	REPETICIONES	CANTIDAD DE SUELO (g)	PH	MATERIA ORGÁNICA (%)	CONDUCTIVIDAD (uS/cm)
P 02_MDS	R1	1kg	5.9	0.89	4500
	R2	1kg	5.89	0.89	4600
	R3	1kg	5.88	0.88	4600

Fuente: análisis de laboratorio de química UCV.

El análisis de pH obtuvo un promedio de 5,89 que refiere a un promedio moderadamente ácido; la materia orgánica tuvo un promedio de 0,89% que en clase se encuentra como un suelo pobre en MO. Tuvo una conductividad 4,56 dS/m la cual es considerada como suelo salino medio la cual afecta a la mayoría de cultivos.

Porcentaje de efectividad:

$$\frac{7 \text{ efectivos}}{7 \text{ parámetros}} \times 100 = 100\%$$

Los resultados del punto P02_MDS validan que el programa es confiable en un 100%.

29

480317.951184

8393884.41267

muestreado con tres repeticiones de 1kg de suelos.



Figura 29. Punto 03 muestreos de degradación severa

Fuente: mapa N°12_ indicadores de la degradación del suelo. Elaboración propia.

La Tabla 36 detalla las 3 repeticiones de muestreo que se tomó en el punto 03 de degradación severa con los resultados de análisis físico obtenido.

La figura , de coordenada X= y Y= , indica el área

Tabla 36. Resultados de análisis físico del suelo de P 03_MDS

ESTACIÓN	REPETICIONES	CANTIDAD DE SUELO (g)	COLOR	GRANULOMETRÍA			POROSIDAD (%)	HUMEDAD (%)
				10 (1.9 mm)	20 (0.84 mm)	BASE		
P 03_MDS	R1	1kg	4/4 10YR	19.94	22.19	101.08	37.46	11.65
	R2	1kg	4/3 10YR	56.34	59.21	302.22	37.46	9.52
	R3	1kg	4/2 10YR	30.34	32.66	165.77	37.69	13.86

Fuente: análisis de laboratorio de química UCV.

En lo referente al análisis físico de laboratorio los valores obtenidos son en color 10YR que indicaron empobrecimiento de Fe y Mn con un color marrón amarillento oscuro y marrón grisáceo oscuro el cual se relacionó con niveles bajos de materia. La granulometría fue analizada solo con tamices N° 10 y 20, que permiten medir la grava y suelo grueso teniendo como resultado un promedio de 13,55% de grava y 14,64% de grava gruesa y piedras lo cual considera que ayuda a la compactación. Tuvo una porosidad de 37,53% que representa un nivel bajo, la humedad tiene un promedio de 11,68% considerada como seca.

Tabla 37. Resultados de análisis químico del suelo de P 03_MDS

ESTACIÓN	REPETICIONES	CANTIDAD DE SUELO (g)	PH	MATERIA ORGÁNICA (%)	CONDUCTIVIDAD (uS/cm)
P 03_MDS	R1	1kg	6.27	0.97	4300
	R2	1kg	6.46	0.95	4200
	R3	1kg	6.47	0.99	4200

Fuente: análisis de laboratorio de química UCV.

El análisis de pH obtuvo un promedio de 6,4 que refiere a un promedio moderadamente ácido; la materia orgánica tiene un promedio de 0,97% que en clase se encuentra como un suelo pobre en MO. Tiene una conductividad promedio de 4,23 dS/m el cual está dentro de suelo salino medio donde la mayoría de cultivos son afectados.

Porcentaje de efectividad:

$$\frac{8 \text{ efectivos}}{8 \text{ parámetros}} \times 100 = 100\%$$

Los resultados del punto P03_MDS validan que el programa es confiable en un 100%.

30

479012.946086

8391425.61146

muestreado con tres repeticiones de 1kg de suelos.



La figura , de coordenada X= y Y= , indica el área

Figura 30. Punto 04 muestreos de degradación severa

Fuente: mapa N°12_ indicadores de la degradación del suelo. Elaboración propia.

La Tabla 38 detalla las 3 repeticiones de muestreo que se tomó en el punto 04 de degradación severa con los resultados de análisis físico obtenido.

Tabla 38. Resultados de análisis físico del suelo de P 04_MDS

ESTACIÓN	REPETICIONES	CANTIDAD DE SUELO (g)	COLOR	GRANULOMETRÍA			POROSIDAD (%)	HUMEDAD (%)
				10 (1.9 mm)	'20 (0.84 mm)	BASE		
P 04_MDS	R1	1kg	3/2 10YR	66.91	35.56	247.91	34.94	9.52
	R2	1kg	3/2 10YR	20.78	12.26	78.96	35.18	7.48
	R3	1kg	3/2 10YR	87.03	72	400.66	33.43	6.48

Fuente: análisis de laboratorio de química UCV.

En lo referente al análisis físico de laboratorio los valores obtenidos son en color 10YR que indicaron empobrecimiento de Fe y Mn con un color marrón grisáceo muy oscuro el cual se relacionó con niveles bajos de materia y minerales. La granulometría fue analizada solo con tamices N° 10 y 20, que permiten medir la grava y suelo grueso teniendo como resultado un promedio de 17,73% de grava y 11,31% de grava gruesa y piedras lo cual considera que el material ayuda a la compactación. Tiene una porosidad de 34,51% que representa un nivel bajo, la humedad tiene un promedio de 7,83% considerado como seco.

Tabla 39. Resultados de análisis químico del suelo de P 04_MDS

ESTACIÓN	REPETICIONES	CANTIDAD DE SUELO (g)	PH	MATERIA ORGÁNICA (%)	CONDUCTIVIDAD (uS/cm)
P 04_MDS	R1	1kg	6.04	1.90	4400
	R2	1kg	6.03	0.93	4400

	R3	1kg	6.04	0.93	4600
--	----	-----	------	------	------

Fuente: análisis de laboratorio de química UCV.

El análisis de pH obtuvo un promedio de 6,03 que refiere a un promedio moderadamente ácido; la materia orgánica tiene un promedio de 1,26% que en clase se encuentra como un suelo medianamente pobre en MO. Tiene una conductividad promedio de 4,46 dS/m el cual está dentro del rango de suelo salino medio y la mayoría de cultivos son afectados.

Porcentaje de efectividad:

$$\frac{8 \text{ efectivos}}{8 \text{ parámetros}} \times 100 = 100\%$$

Los resultados del punto P04_MDS validan que el programa es confiable en un 100%.

IV. DISCUSIÓN

La presente investigación determino los suelos degradado del distrito de Palpa por medio de la teledetección multitemporal aplicando métodos aritméticos que ayudaron a conocer el cambio e indicadores de gradación en un periodo de 11 años mediante el índice de salinidad, índice de erosión y el índice de vegetación de diferencia normalizada, métodos aplicados en distintas investigaciones nacionales e internacionales sobre teledetección y sistema de información geográfica y validadas en este proyecto por el muestreo en campo y el análisis de laboratorio de los puntos de degradación pos procesamiento.

Como resultado final de la aplicación del método IndSal para detectar salinidad en suelos se usó la banda 5-6-7 para landsat obteniendo una conductividad eléctrica de 2,5 dS/m considerado salinidad leve, 2,67 dS/m en el rango de salinidad moderada y 4,22 dS/m como salinidad severa, destacando así a García y Pérez (2013), que analizaron suelos salinos y sódicos para medir el rango espectral de la salinidad en landsat 5 coincidiendo con landsat 8 aplicado en la investigación y concluyendo como efectivo el método. Así Mohamed, et al (2018) y Liua et al, (2019) aplicaron índices de salinidad para predecir áreas afectadas por la sal utilizando muestras y la detección de suelos desnudos definiendo que el método puede detectar la salinidad y tener una buena precisión de predicción. La salinidad del suelo según Mohamed et al, (2019) puede ser medido cuantitativamente como degradación del suelo aseverando que por medio del ArcGIS model Builder se puede interpretar y moldear los valores de los satélites.

El resultado del índice de erosión se dio por el método USLE/RUSLE obteniendo como degradación leve 540.9 ha de suelo erosionado, degradación moderada 69.6 ha y degradación severa 0,9 ha, el cual fue validado por características físicas y químicas en campo siendo efectivas en un 66,66% como erosión leve, 100% erosión moderada y 66,66% erosión severa tomando las características de Olivares, (2015) el cual aplico el método USLE de perdida de suelo y compara su validación con las características de materia orgánica, humedad y pH, obteniendo un 100% de efectividad por usar firmas espectrales. AbdelRahman et al, (2016) aplico el RUSLE para estimar el estado de fertilidad del suelo en tierras degradadas obteniendo una mejor delineación de pequeñas unidades de áreas erosionadas considerando indicadores como nula, leve y muy severa encontrando una efectividad mayor al 80% en erosión moderada a severa usando el método RUSLE. Koena et al, (2018) evaluó la erosión

del suelo con el monitoreo satelital aseverando que el mapeo de la erosión del suelo se puede medir gracias a la información cartográfica.

Como resultado final de la aplicación del método NDVI para detectar suelos desnudos y baja materia orgánica se usó las bandas 3-4-5 para landsat obteniendo como validación de muestreo y análisis en campo la materia orgánica, siendo el indicador de degradación leve 2,59% considerada como mediano en MO, degradación moderada 1,92% considerada como medianamente pobre y degradación severa 1,15% considerada como pobre según Ingaramo (2010), que indica que las propiedades y/o características que más influencia tienen sobre las condiciones y calidad del suelo son la humedad total, porosidad, pH, salinidad y contenido de materia orgánica que influencia en todas de manera positiva. Xiao et al, (2006) determinó que el NDVI es para evaluar la degradación mediante el progreso de la detección del cambio en la vegetación o la cubierta de suelo desnudo, estos tipos de índices son fuertemente dependientes de la precipitación, que tiene una gran variabilidad y la incertidumbre temporal y espacial en las regiones áridas como es el caso de la población estudiada. En contraste con Do Valle et al, (2019) que utilizó un enfoque mejorado basado en el NDVI para detectar pasturas degradadas por discriminación de suelos con vegetación obteniendo un >90% de efectividad siendo este proyecto el principal índice para detectar materia orgánica.

Poppiel et al, (2019) y Rayegani et al, (2016) que los indicadores e índices de modelos basados en teledetección con diferentes satélites tienen una alta precisión y validando los resultados mediante muestreo aleatorio estratificado para crear un área de muestreo homogénea.

V. CONCLUSIONES

Se ha comprobado que los satélites como landsat, que son de resolución media han permitido detectar las reflectancias de suelos salinos, suelos desnudos y suelos erosivos. Estos permiten detectar áreas realmente capaces de sufrir degradación.

- Con la teledetección se determinó el IndSal (índice de salinidad), que obtuvo buena exactitud en el mapa en contraste con el muestreo en campo validando así un promedio de 2.5 dS/m como ligeramente salino en suelos con degradación leve, 2,67 dS/m como moderadamente salinos en suelos con degradación moderada y 4,22 dS/m como fuertemente salinos en degradación severa.
- Con la teledetección se determinó el IE (índice de erosión), que obtuvo buena exactitud en el mapa en contraste con el muestreo en campo validando los indicadores de humedad, pH y MO obteniendo en degradación leve una exactitud de 66,66%, degradación moderada 100% y degradación severa 66,66%.
- Con la teledetección se determinó el NDVI (índice de vegetación de diferencia normalizada) para suelos sin vegetación y vegetación ligera por baja materia orgánica, obteniendo buena exactitud en el mapa en contraste con el muestreo en campo, validando la degradación leve con un promedio de 2,59% en clasificación de mediano en MO, un promedio de 1,92% en clasificación de medianamente pobre en MO, y un promedio de 1,15% en clasificación de pobre en MO.

VI. RECOMENDACIONES

Aplicación de firmas espectrales en campo como un mejor instrumento de recolección de datos remotos y la aplicación de servidores de datos para diversas investigaciones reducirán los márgenes de error en proyectos con aplicación de teledetección.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDELRAHMAN, Mohamed A.E. [et al]. Assessment of land degradation using comprehensive geostatistical approach and remote sensing data in GIS-model builder, 2018:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110982317303617>.
- ABDELRAHMAN, Mohamed A.E. [et al]. Estimating soil fertility status in physically degraded land using GIS and remote sensing techniques in Chamarajanagar district, Karnataka, India, 2016:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110982315000721>.
- ARCENEGUI, [et al]. El uso de la espectroscopia en el infrarrojo cercano (NIR) para la estimación de las temperaturas registradas en el suelo durante el incendio. Researchgate, 2007. 155 – 175 pp.
- ARIAS, Fernando. Metodología de la investigación. México, 2007.
- BERNAL, Cesar Augusto. Metodología de la investigación. Segunda Edición. Colombia, Pearson Educación, 2007.
- BRAVO, N. Teoría – teledetección espacial Landsat, Sentinel-2, Aster L1T y MODIS. Perú, 2017.
- CORTEZ, G. [et al]. Radiaciones: una mirada multidimensional. Argentina: Buenos aires: ministerio de educación de la nación, 2014.
- ESWARAN H, LAL R y REICH P. Land degradation: An overview. En BRIDGES [et al], 2000. Responses to Land Degradation. Proc. 2nd Int. Conf. on Land Degradation and Desertification. Khon Kaen, Thailand. Oxford Press, New Delhi, India, 2001.

- GARCÍA, M. y PÉREZ, M. Mapping Of Salt-Affected Soils Using Landsat Images In Tierra De Medina. Spain, 2010.
ISSN: 0014-1496.
- HERNÁNDEZ, J. Procesamiento digital de imágenes. Universidad de Chile, 2011.
- INGARAMO, Enrique. Indicadores físicos de la degradación del suelo. España: Universidad de la Coruña, 2003.
- Instituto de hidráulica ambiental. Laboratorio de radiometría espectral. España: Universidad de Cantabria. 2016.
ISBN: 9789500010467.
- KOENA, Terrence [et al]. An appraisal on the progress of remote sensing applications in soil erosion mapping and monitoring, 2018 disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352938517301684>.
- LABRADOR M., et al. Satélites de teledetección. Para la gestión del territorio. España: consejería de agricultura, ganadería, pesca y aguas del gobierno de canarias, 2012.
- LAL R. Soil degradation and global food security: a soil science perspective. En Wiebe KD (Ed.) Land Quality, Agricultural Productivity, and Food Security: Biophysical Processes and Economic Choices at Local, Regional, and Global Levels. Elgar Publishing. Londres, 2003, pp. 16-35.
- LIU, Ya [et al]. Estimation of soil salinity on partially vegetated surfaces from a multispectral remote sensing image using non-negative matrix factorization, 2019 disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016706119301570>.
- LUQUE, J. El espectro electromagnético y radiométrico. Manual formativo. España, 2017.
ISSN 1888-6051

- NACHTERGAELE F, BIANCALANI R,y BUNNING S. The Land Degradation Assessment in Drylands (LADA) Project. Asia, 2009, pp. 7-15. Disponible en www.fao.org/docrep/012/i1067e/i1067e00.htm.
- NÚÑEZ, L. Nociones básicas de luz. México: Veracruz, 2013.
- OLIVARES, Leticia. Estudio de la erosión del suelo mediante imágenes de satélite. Toledo: Orgaz-Los Yébenes, 2015.
- ORDIALES, R. Prontuario de la Radiación Electromagnética, EEZA. 2007, pp 44.
- PÉREZ, Eugenia y GARCÍA, Pilar. Aplicaciones de la teledetección en degradación de suelos. España: Universidad Complutense de Madrid. Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, (21): 285-308, 2013. I.S.S.N.: 0212-9426.
- RAYEGANI, [et al]. Remotely sensed data capacities to assess soil degradation. 2016 disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S111098231500071X>.
- RODRÍGUEZ O. y ARREDONDO H. Manual para el manejo y procesamiento de imágenes satelitales obtenidas del sensor remoto Modis de la Nasa, aplicado en estudios de ingeniería civil. Colombia, Bogotá: Pontificie universidad Javeriana, 2005.
- SARRÍA, F., y PALAZÓN, J. Fundamentos de Teledetección. Licenciatura en geografía, 2008.
- SENDRA, F., y MARTINEZ, M. Red de salud de Cuba. Radiación Infrarroja, 2008.
- VIVANCOS, J. [et al.]. Tierra a vista de satélite. Obtenido de Introducción a la Teledetección, 2006.
- XIAO, [et al.]. Development of topsoil grain size index for monitoring desertification in arid land using remote sensing. Academia china de ciencias, China, 2006.

ANEXOS

Tabla 40. Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA				
TITULO	PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES
	PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	INDEPENDIENTE
TELEDETECCIÓN MULTITEMPORAL PARA LA DETERMINACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS EN EL DISTRITO DE PALPA 2019	¿CÓMO LA TELEDETECCIÓN MULTITEMPORAL DETERMINARÁ LOS SUELOS DEGRADADOS EN EL DISTRITO DE PALPA 2019?	APLICAR LA TELEDETECCIÓN MULTITEMPORAL PARA LA DETERMINACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS EN EL DISTRITO DE PALPA 2019	LA TELEDETECCIÓN MULTITEMPORAL DETERMINARÁ LOS SUELOS DEGRADADOS EN EL DISTRITO DE PALPA 2019	TELEDETECCIÓN MULTITEMPORAL
	PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECIFICA	DEPENDIENTE
	¿CUÁL ES LA APLICACIÓN DE LA TELEDETECCIÓN MEDIANTE EL INDSAL (ÍNDICE DE SALINIDAD) PARA LA DETERMINACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS?	APLICAR LA TELEDETECCIÓN MEDIANTE EL INDSAL (ÍNDICE DE SALINIDAD) PARA DETERMINAR SUELOS DEGRADADOS	LA TELEDETECCIÓN MEDIANTE EL INDSAL (ÍNDICE DE SALINIDAD) DETERMINARÁ SUELOS DEGRADADOS	DETERMINACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS
	¿CUÁL ES LA APLICACIÓN DE LA TELEDETECCIÓN MEDIANTE EL IE (ÍNDICE DE EROSIÓN) PARA LA DETERMINACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS?	APLICAR LA TELEDETECCIÓN MEDIANTE EL IE (ÍNDICE DE EROSIÓN) PARA DETERMINAR SUELOS DEGRADADOS	LA TELEDETECCIÓN MEDIANTE EL IE (ÍNDICE DE EROSIÓN) DETERMINARÁ SUELOS DEGRADADOS	
	¿CUÁL ES LA APLICACIÓN DE LA TELEDETECCIÓN MEDIANTE EL NDVI (ÍNDICE DE VEGETACIÓN DE DIFERENCIA NORMALIZADA) PARA LA DETERMINACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS?	APLICAR LA TELEDETECCIÓN MEDIANTE EL NDVI (ÍNDICE DE VEGETACIÓN DE VEGETACIÓN DE DIFERENCIA NORMALIZADA) PARA DETERMINAR SUELOS DEGRADADOS	LA TELEDETECCIÓN MEDIANTE EL NDVI (ÍNDICE DE VEGETACIÓN DE DIFERENCIA NORMALIZADA) DETERMINARÁ SUELOS DEGRADADOS	

Fuente: elaboración propia

Fuente: Elaboración propia.

FICHA: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO MDL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FICHA: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO DEL DISTRITO DE PALPA

MUESTRA DE SUELO _ MDL (MUESTRA DE DEGRADACIÓN LEVE)

EVALUADOR:

FECHA:

LUGAR:

ESTACIÓN	REPE TICIO NES	CANTIDAD DE SUELO (gr)	COLOR	GRANULOMETRÍA	POROSIDAD	TEXTURA			HUMEDAD
						ARCILLA	AREN A	LIMO	
P 01_MDL	1	1kg							
	2	1kg							
	3	1kg							
P 02_MDL	1	1kg							
	2	1kg							
	3	1kg							
P 03_MDL	1	1kg							
	2	1kg							
	3	1kg							
P 04_MDL	1	1kg							
	2	1kg							
	3	1kg							

Fuente: Elaboración Propia

FICHA: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO MDM



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FICHA: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO DEL DISTRITO DE PALPA

MUESTRA DE SUELO _ MDM (MUESTRA DE DEGRADACIÓN MODERADA)

EVALUADOR:

FECHA:

LUGAR:

ESTACIÓN	REPE TICIO NES	CANTIDAD DE SUELO (gr)	COLOR	GRANULOMETRÍA	POROSIDAD	TEXTURA			HUMEDAD
						ARCILLA	AREN A	LIMO	
P 01_MDM	1								
	2								
	3								
P 02_MDM	1								
	2								
	3								
P 03_MDM	1								
	2								
	3								
P 04_MDM	1								
	2								
	3								

Fuente: Elaboración Propia

FICHA: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO MDS

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO									
FICHA: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO DEL DISTRITO DE PALPA									
MUESTRA DE SUELO _ MDS (MUESTRA DE DEGRADACIÓN SEVERA)									
EVALUADOR:					FECHA:				
LUGAR:									
ESTACIÓN	REPE TICIO NES	CANTIDAD DE SUELO (gr)	COLOR	GRANULOMETRÍA	POROSIDAD	TEXTURA			HUMEDAD
						ARCILLA	AREN A	LIMO	
P 01_MDS	1								
	2								
	3								
P 02_MDS	1								
	2								
	3								
P 03_MDS	1								
	2								
	3								
P 04_MDS	1								
	2								
	3								

Fuente: Elaboración Propia



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FICHA: CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL SUELO DEL DISTRITO DE PALPA

MUESTRA DE SUELO _ MDL (MUESTRA DE DEGRADACIÓN LEVE)

EVALUADOR:

FECHA:

LUGAR:

ESTACIÓN	REPETICIONES	CANTIDAD DE SUELO (gr)	PH	MATERIA ORGÁNICA	SALINIDAD	CONDUCTIVIDAD
P 01_MDL	1					
	2					
	3					
P 02_MDL	1					
	2					
	3					
P 03_MDL	1					
	2					
	3					
P 04_MDL	1					
	2					
	3					

FICHA: CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL SUELO MDL

Fuente: Elaboración Propia



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FICHA: CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL SUELO DEL DISTRITO DE PALPA

MUESTRA DE SUELO _ MDM (MUESTRA DE DEGRADACIÓN MODERADO)

EVALUADOR:

FECHA:

LUGAR:

ESTACIÓN	REPETICIONES	CANTIDAD DE SUELO (gr)	PH	MATERIA ORGÁNICA	SALINIDAD	CONDUCTIVIDAD
P 01_MDM	1					
	2					
	3					
P 02_MDM	1					
	2					
	3					
P 03_MDM	1					
	2					
	3					
P 04_MDM	1					
	2					
	3					

FICHA: CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL SUELO MDM

Fuente: Elaboración Propia

FICHA: CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL SUELO MDS

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO						
FICHA: CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL SUELO DEL DISTRITO DE PALPA						
MUESTRA DE SUELO _ MDS (MUESTRA DE DEGRADACIÓN SEVERA)						
EVALUADOR:				FECHA:		
LUGAR:						
ESTACIÓN	REPETICIONES	CANTIDAD DE SUELO (gr)	PH	MATERIA ORGÁNICA	SALINIDAD	CONDUCTIVIDAD
P 01_MDS	1					
	2					
	3					
P 02_MDS	1					
	2					
	3					
P 03_MDS	1					
	2					
	3					
P 04_MDS	1					

	2							
	3							

Fuente: Elaboración Propia

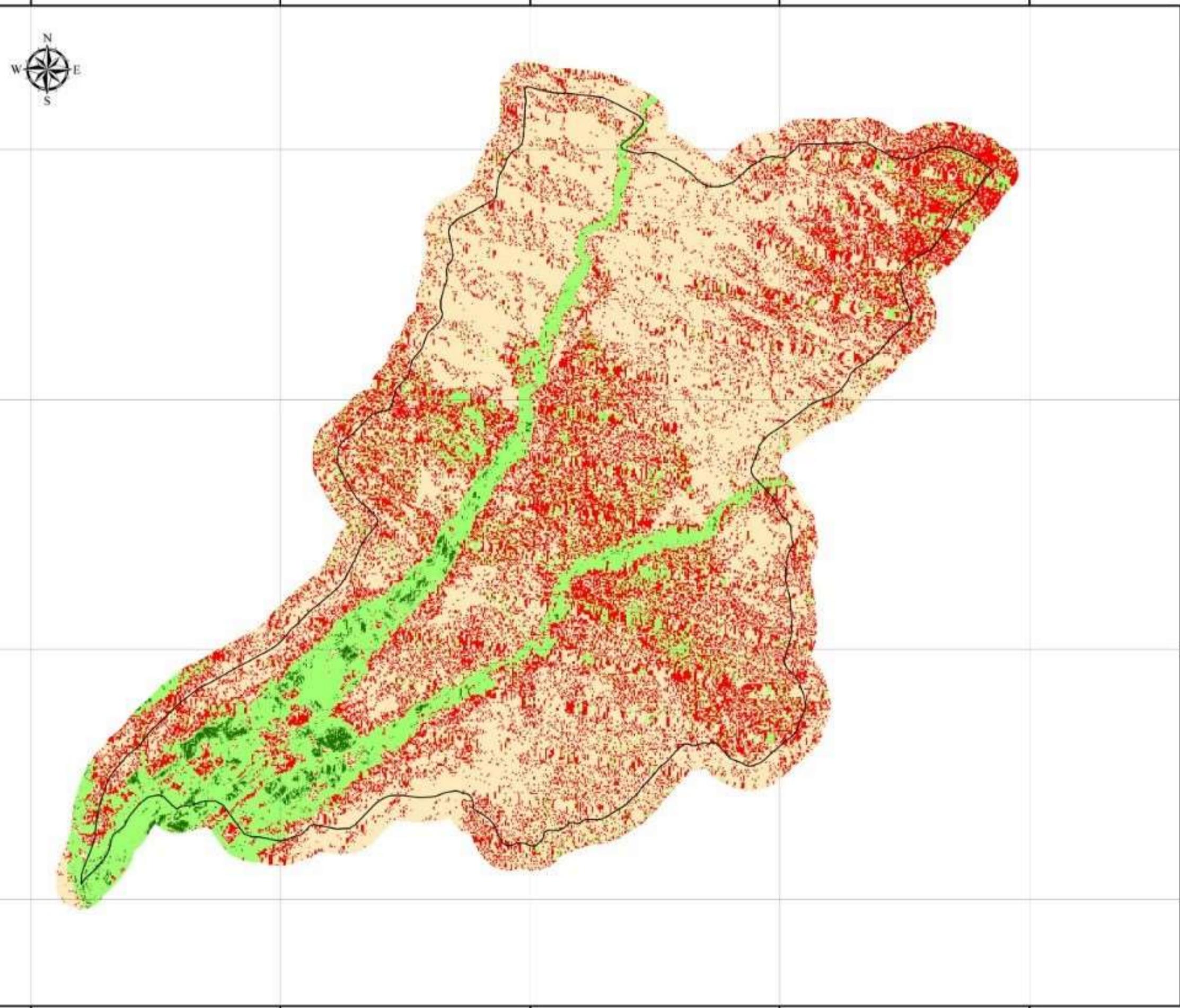
Tabla 42. Especificaciones de Landsat

PLATAFORMA	SENSOR	SUBSISTEMA	BANDA N°	RANGO ESPECTRAL	RESOLUCION ESPACIAL	RESOLUCION ESPECTRAL	RESOLUCION RADIOMETRICA	RESOLUCION TEMPORAL	ANCHO ESCENA
LANDSAT 7	ETM+	AZUL	Band 01	0.45 - 0.52	30 m	08 Bandas	256 niveles (8 bits)	16 días	183 km
		VERDE	Band 02	0.53 - 0.61					
		ROJO	Band 03	0.63 - 0.69					
		NIR	Band 04	0.78 - 0.90					
		SWIR	Band 05	1.55 - 1.75					
			Band 07	2.09 - 2.35					
		TIR	Band 06	10.40 - 12.50	60 m				
PANCHROMATIC	Band 08	0.52 - 0.90	15 m						
LANDSAT 8	OLI Y TIRS	COSTERA	Band 01	0.43 - 0.45	30 m	11 Bandas	65,535 niveles (16 bits)	16 días	185 km
		AZUL	Band 02	0.45 - 0.51					
		VERDE	Band 03	0.53 - 0.59					
		ROJO	Band 04	0.64 - 0.67					
		NIR	Band 05	0.85 - 0.88					
		SWIR	Band 06	1.57 - 1.65					
			Band 07	2.11 - 2.29					
		PANCHROMATIC	Band 08	0.50 - 0.68	15 m				
		CIRRUS	Band 09	1.36 - 1.38	30 m				
		TIR	Band 10	10.60 - 11.19	100 m (*30)				
Band 11	11.50 - 12.51								
LANDSAT 9	OLI-2 Y TIRS-2	COSTERA	Band 01	0.43 - 0.45	30 m	11 Bandas	65,535 niveles (16 bits) POR CONFIRMAR	16 días	185 km
		AZUL	Band 02	0.45 - 0.51					
		VERDE	Band 03	0.53 - 0.59					
		ROJO	Band 04	0.64 - 0.67					
		NIR	Band 05	0.85 - 0.88					
		SWIR	Band 06	1.57 - 1.65					
			Band 07	2.11 - 2.29					
		PANCHROMATIC	Band 08	0.50 - 0.68	15 m				
CIRRUS	Band 09	1.36 - 1.38	30 m						

		TIR	Band 10	10.60 - 11.19	100 m			
			Band 11	11.50 - 12.51				

Fuente: elaboración propia.

475000 480000 485000 490000 495000



8405000
8400000
8395000
8390000

8405000
8400000
8395000
8390000

Leyenda

ETM IndSal 2008
CLASIFICACIÓN

-  Otros Suelos
-  Salinidad del Suelo, Poblaciones y Cerros
-  Vegetación Baja
-  Vegetación Alta
-  Área de influencia directa (500 m.)

Escala: 1/75,000



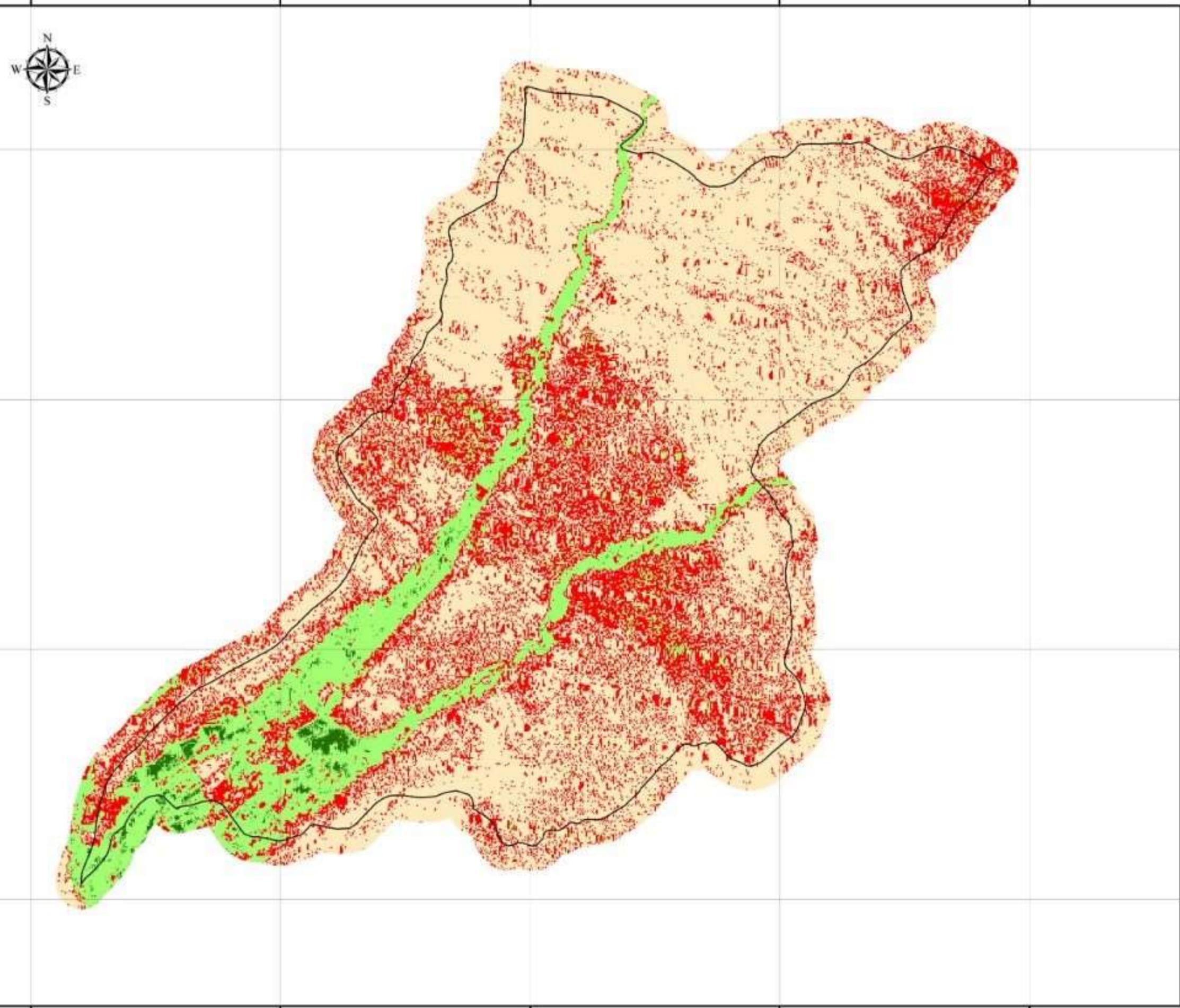
Proyección Universal Transversal Mercator
Datum WGS84 - 18 Sur

MAPA N° 01
IndSal 2008
DEL DISTRITO DE PALPA

Elaboración: Katty Marilú Molina Luna
Escala: 1:75000

475000 480000 485000 490000 495000

475000 480000 485000 490000 495000



Leyenda

ETM IndSal 2011
CLASIFICACIÓN

- Otros Suelos
- Salinidad del Suelo, Poblaciones y Cerros
- Vegetación Baja
- Vegetación Alta
- Área de influencia directa (500 m.)

Escala: 1/75,000



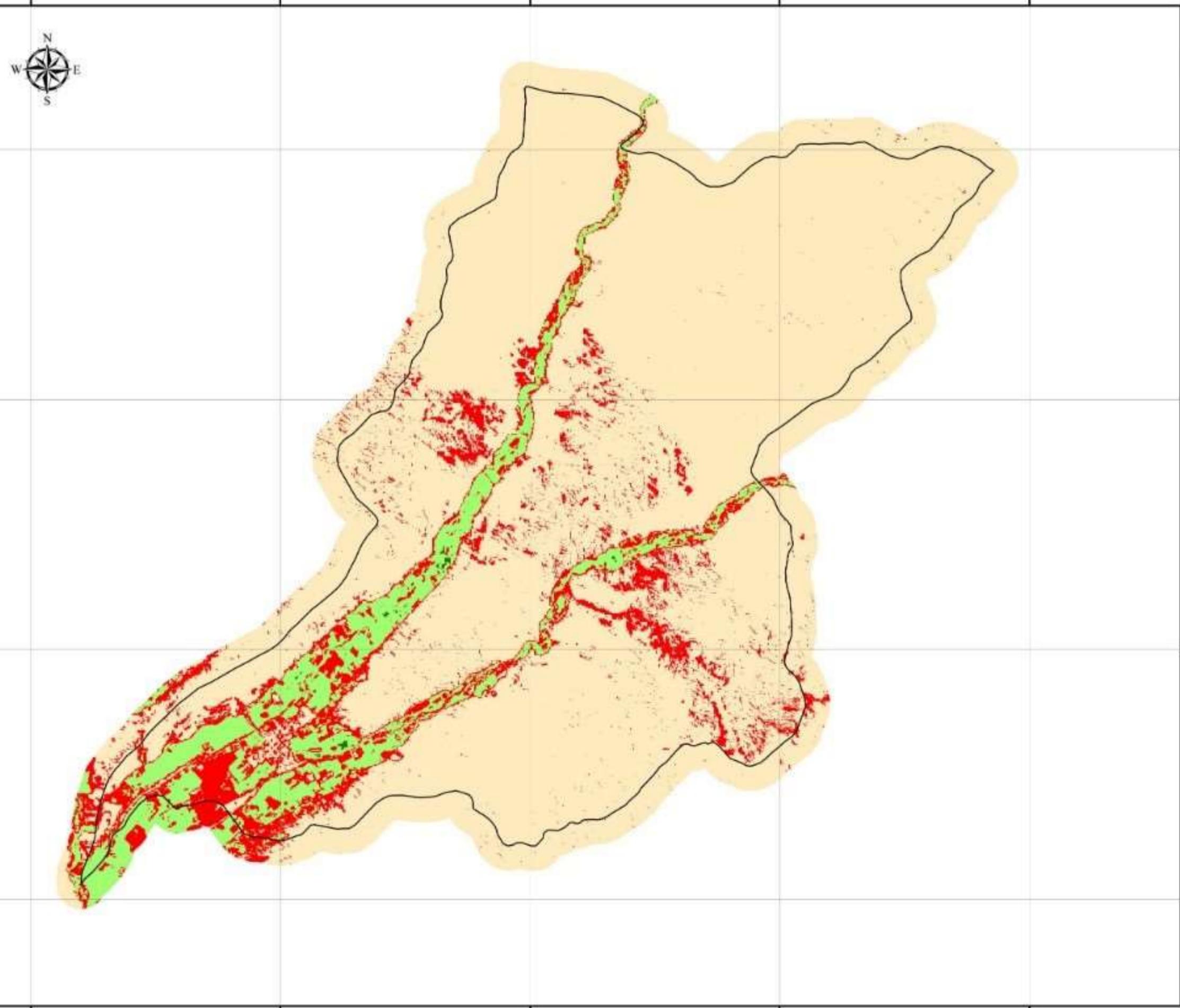
Proyección Universal Transversal Mercator
Datum WGS84 - 18 Sur

MAPA N° 02
IndSal 2011
DEL DISTRITO DE PALPA

Elaboración: Katty Marilú Molina Luna
Escala: 1:75000

475000 480000 485000 490000 495000

475000 480000 485000 490000 495000



8405000
8400000
8395000
8390000

8405000
8400000
8395000
8390000

Leyenda

OLI IndSal 2014
CLASIFICACIÓN

- Otros Suelos
- Salinidad del Suelo, Poblaciones y Cerros
- Vegetación Baja
- Vegetación Alta
- Área de influencia directa (500 m.)

Escala: 1/75,000

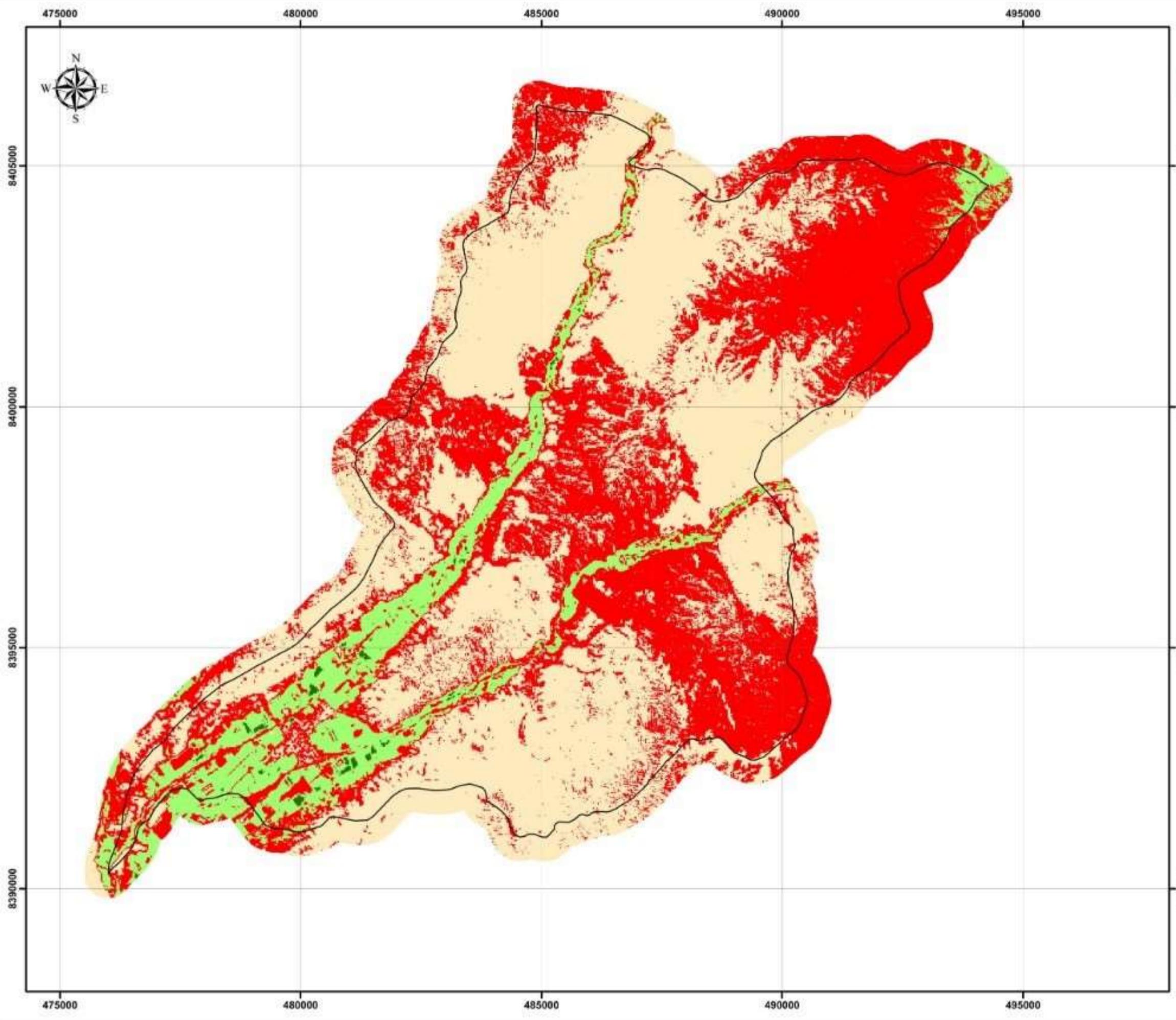


Proyección Universal Transversal Mercator
Datum WGS84 - 18 Sur

MAPA N° 03
IndSal 2014
DEL DISTRITO DE PALPA

Elaboración: Katty Marilú Molina Luna
Escala: 1:75000

475000 480000 485000 490000 495000

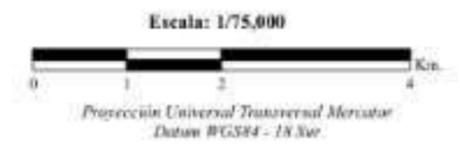


Leyenda

OLI IndSal 2017

CLASIFICACIÓN

- Otros Suelos
- Salinidad del Suelo, Poblaciones y Cerros
- Vegetación Baja
- Vegetación Alta
- Area de influencia directa (500 m.)



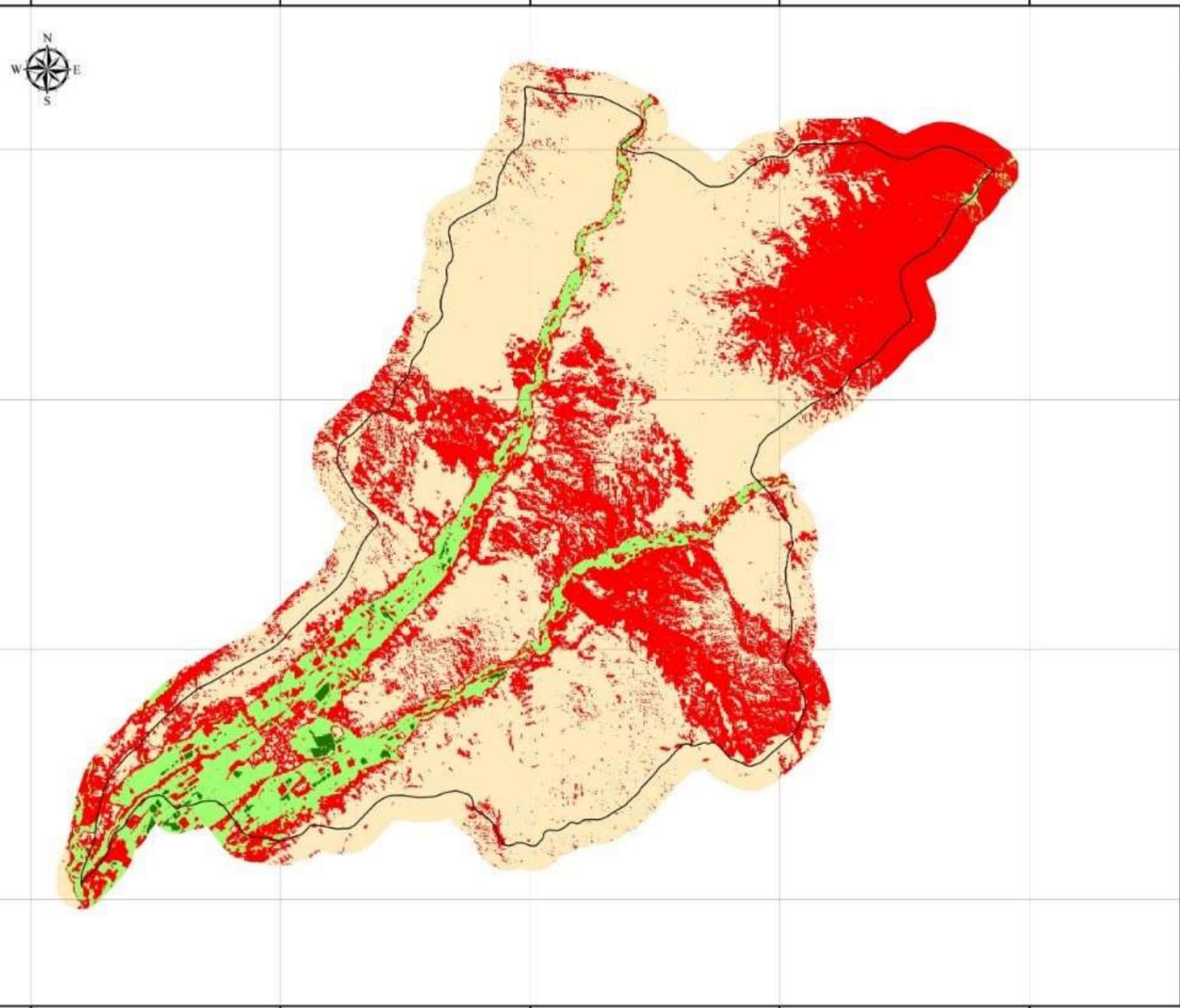
MAPA N° 04

IndSal 2017

DEL DISTRITO DE PALPA

Elaboración: Katty Marilú Molina Luna
Escala: 1:75000

475000 480000 485000 490000 495000



8405000
8400000
8395000
8390000

8405000
8400000
8395000
8390000

Leyenda

OLI IndSal 2019
CLASIFICACIÓN

-  Otros Suelos
-  Salinidad del Suelo, Poblaciones y Cerros
-  Vegetación Baja
-  Vegetación Alta
-  Área de influencia directa (500 m.)

Escala: 1/75,000



Proyección Universal Transversal Mercator
Datum WGS84 - 18 Sur

MAPA N° 05
IndSal 2019
DEL DISTRITO DE PALPA

Elaboración: Katty Marilú Molina Luna
Escala: 1:75000

475000 480000 485000 490000 495000



Leyenda

CLASIFICACIÓN

-  Erosión severa
-  Erosión moderada
-  Erosión leve
-  Erosión no aparente
-  Área de Influencia directa (500 m.)

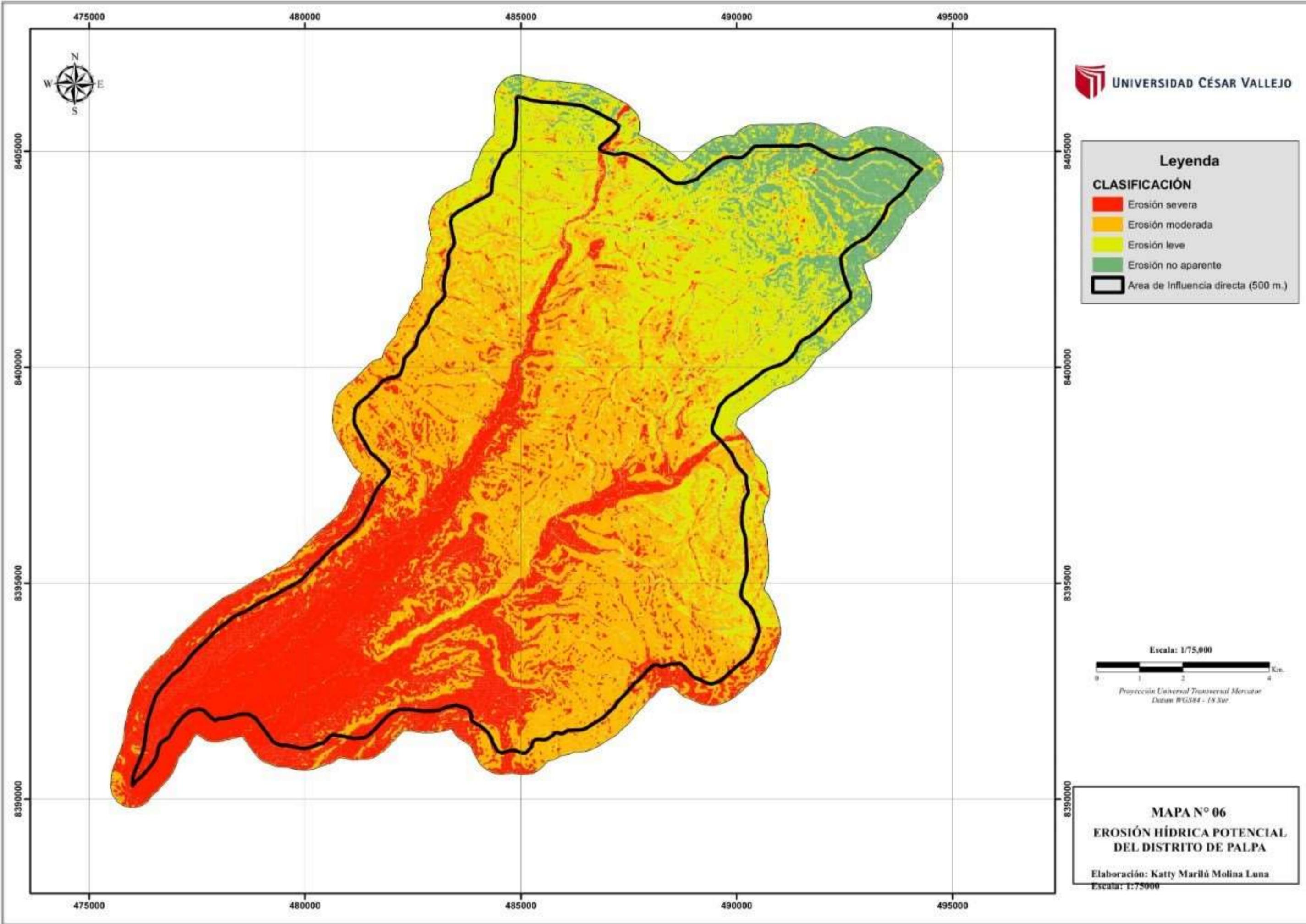
Escala: 1/75,000



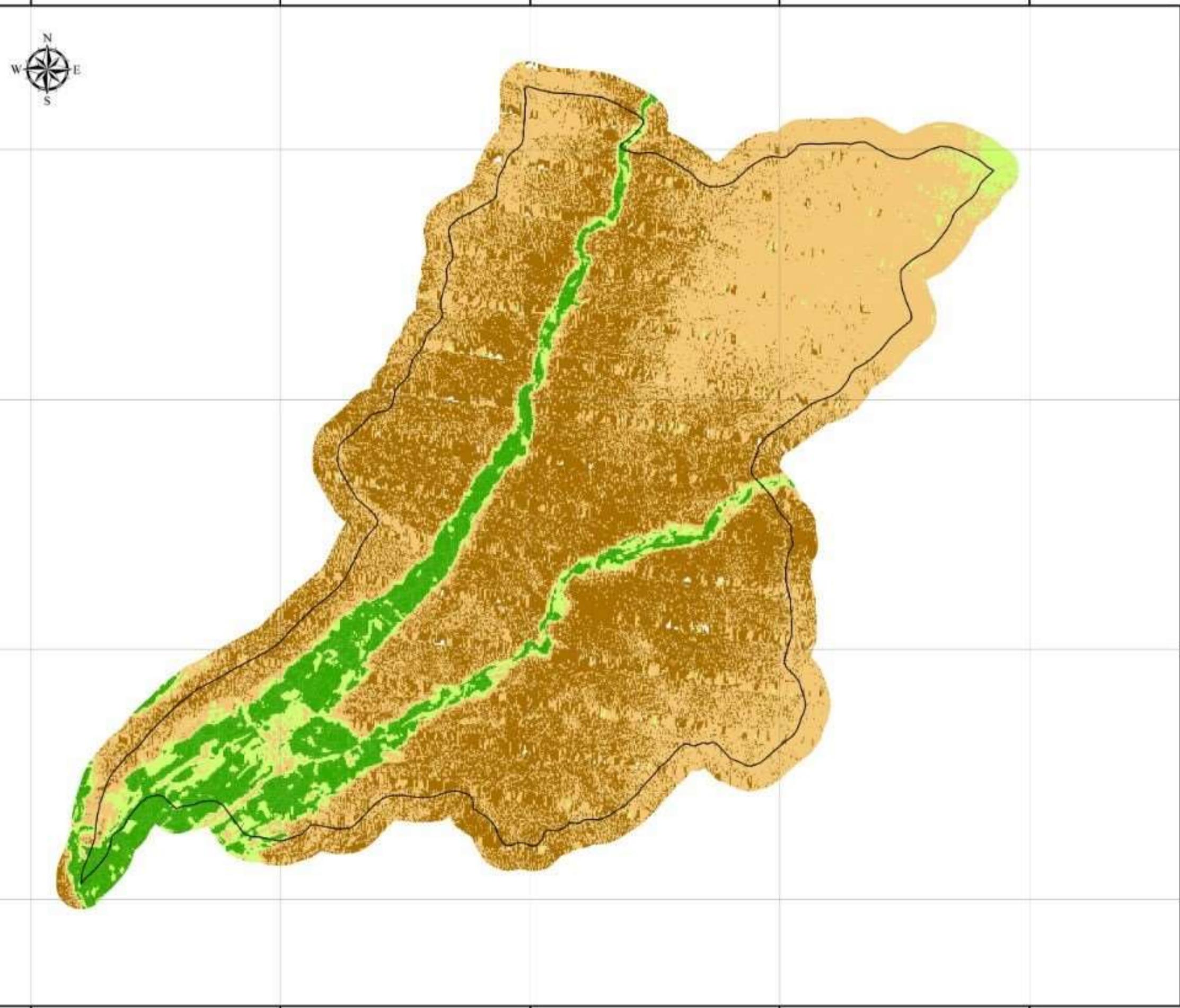
Proyección Universal Transversal Mercator
Datum WGS84 - 18 Sur

MAPA N° 06
EROSIÓN HÍDRICA POTENCIAL
DEL DISTRITO DE PALPA

Elaboración: Katty Marilú Molina Luna
Escala: 1:75000



475000 480000 485000 490000 495000



8405000
8400000
8395000
8390000

8405000
8400000
8395000
8390000

Leyenda
ETM NDVI 2008
CLASIFICACIÓN

-  suelo rocoso y sin vegetación (SV)
-  suelo sin vegetación o ligera (VL)
-  vegetación mediana (VM)
-  vegetación alta (VA)
-  Área de Influencia directa (500 m.)

Escala: 1/75,000



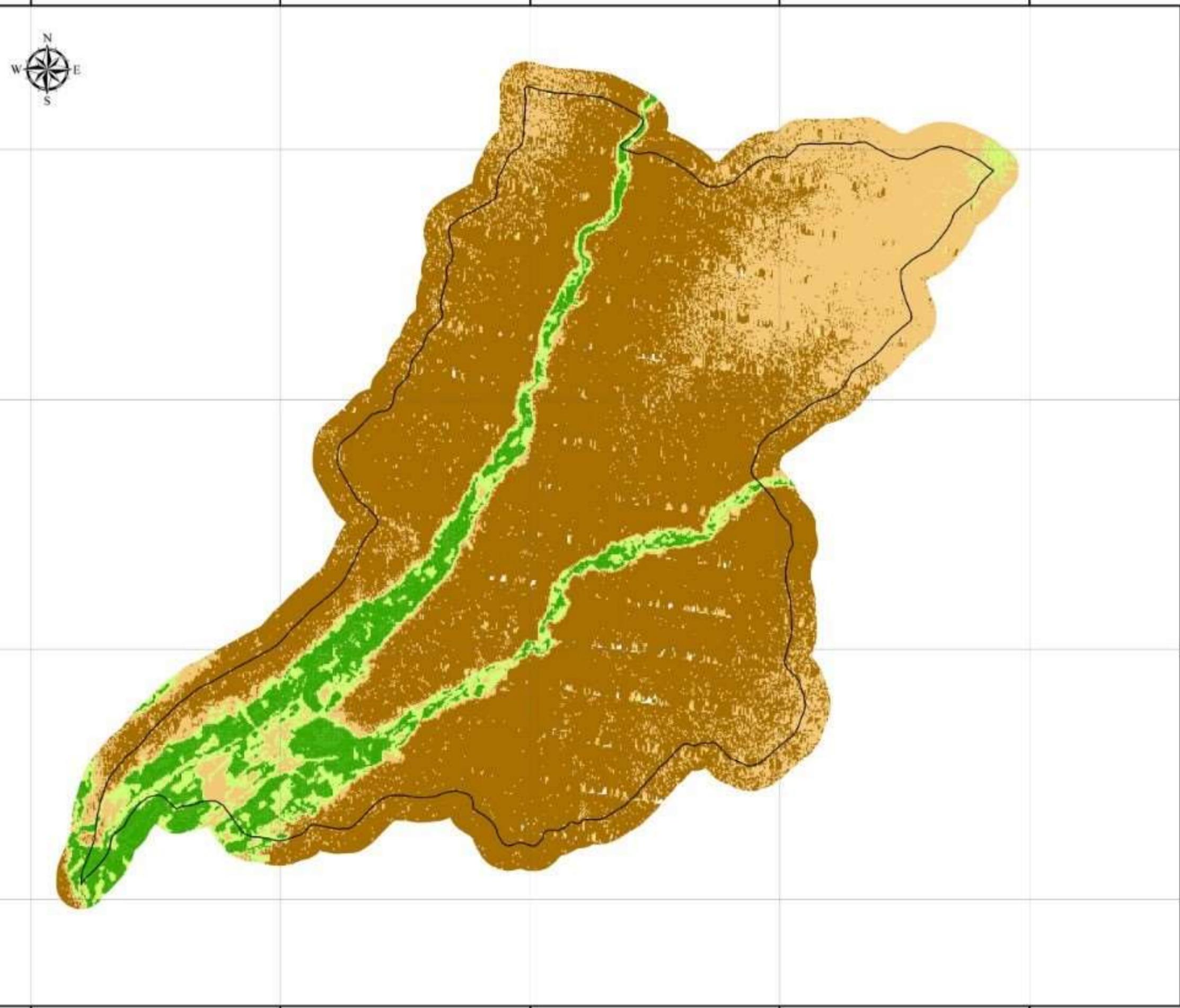
Proyección Universal Transversal Mercator
Datum WGS84 - 18 Sur

MAPA N° 07
NDVI 2008
DEL DISTRITO DE PALPA

Elaboración: Katty Marilú Molina Luna
Escala: 1:75000

475000 480000 485000 490000 495000

475000 480000 485000 490000 495000



8405000
8400000
8395000
8390000

8405000
8400000
8395000
8390000

Leyenda
ETM NDVI 2011
CLASIFICACIÓN

-  suelo rocoso y sin vegetación (SV)
-  suelo sin vegetación o ligera (VL)
-  vegetación mediana (VM)
-  vegetación alta (VA)
-  Área de Influencia directa (500 m.)

Escala: 1/75,000



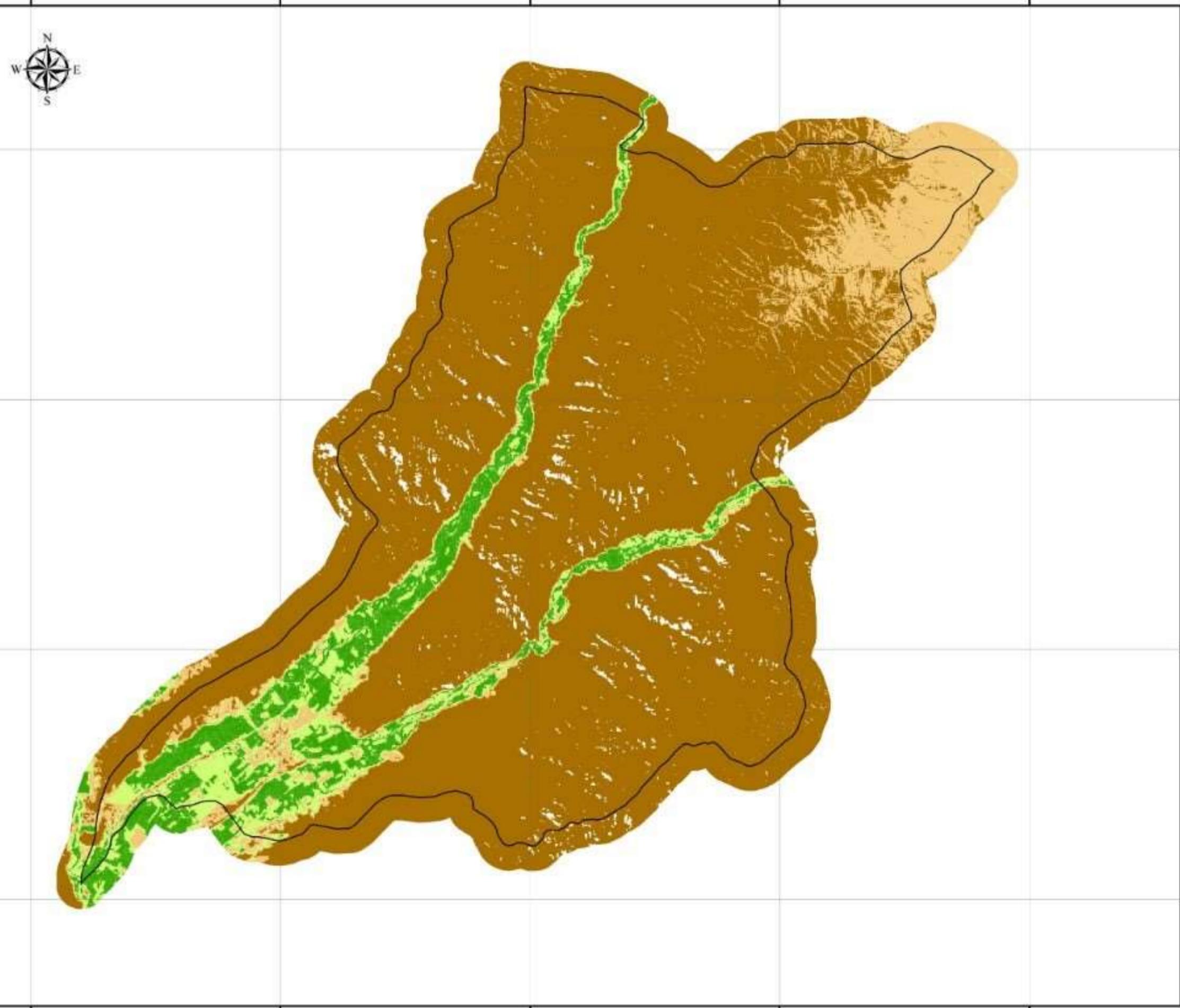
Proyección Universal Transversal Mercator
Datum WGS84 - 18 Sur

MAPA N° 08
NDVI 2011
DEL DISTRITO DE PALPA

Elaboración: Katty Marilú Molina Luna
Escala: 1:75000

475000 480000 485000 490000 495000

475000 480000 485000 490000 495000



8405000
8400000
8395000
8390000

8405000
8400000
8395000
8390000

Leyenda
OLI NDVI 2014
CLASIFICACIÓN

-  suelo rocoso y sin vegetación (SV)
-  suelo sin vegetación o ligera (VL)
-  vegetación mediana (VM)
-  vegetación alta (VA)
-  Área de Influencia directa (500 m.)

Escala: 1/75,000

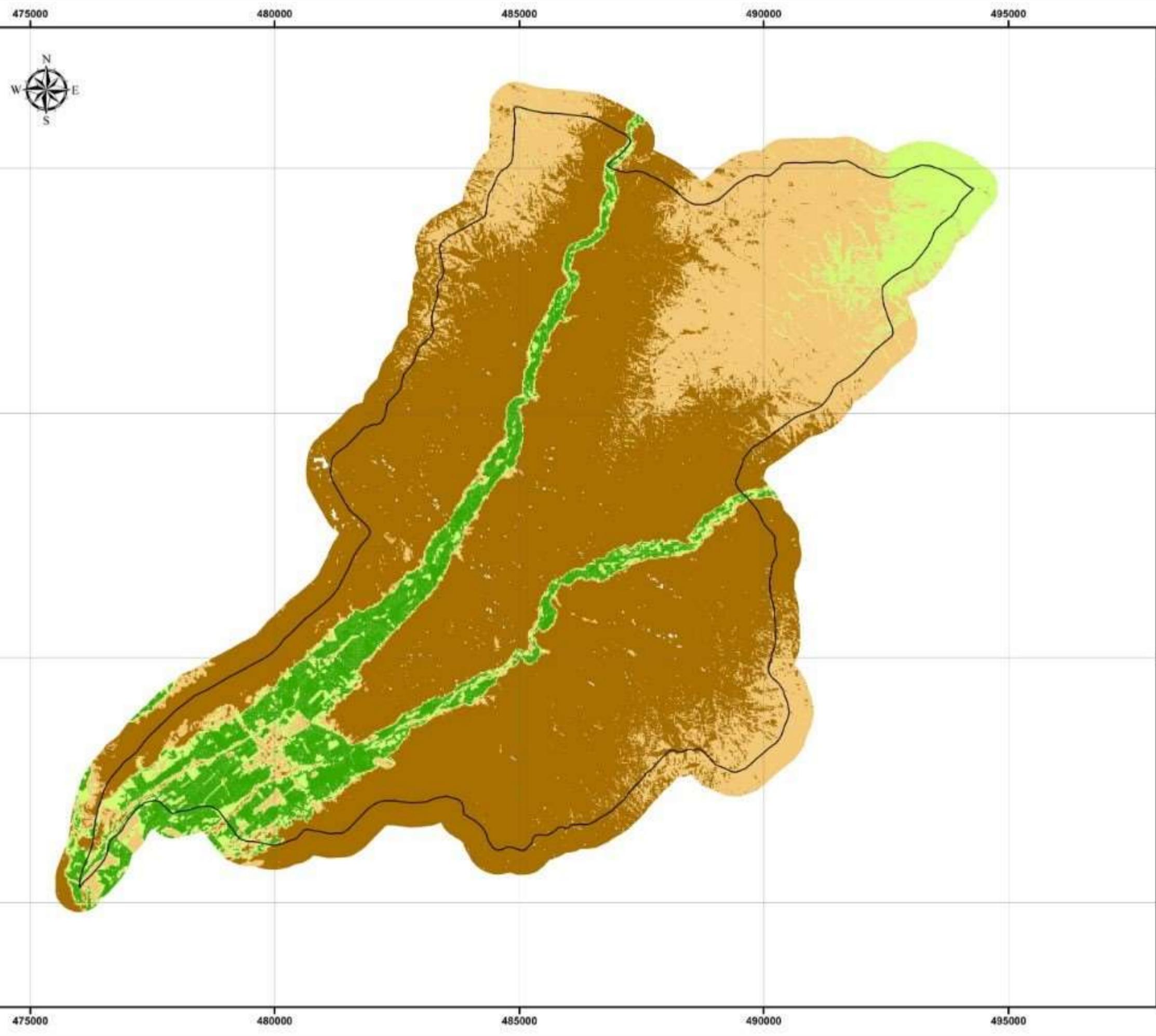


Proyección Universal Transversal Mercator
Datum WGS84 - 18 Sur

MAPA N° 09
NDVI 2014
DEL DISTRITO DE PALPA

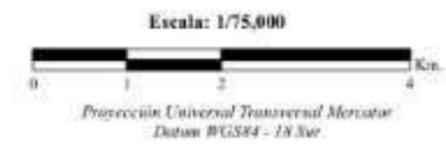
Elaboración: Katty Marilú Molina Luna
Escala: 1:75000

475000 480000 485000 490000 495000



Leyenda
OLI NDVI 2017
CLASIFICACIÓN

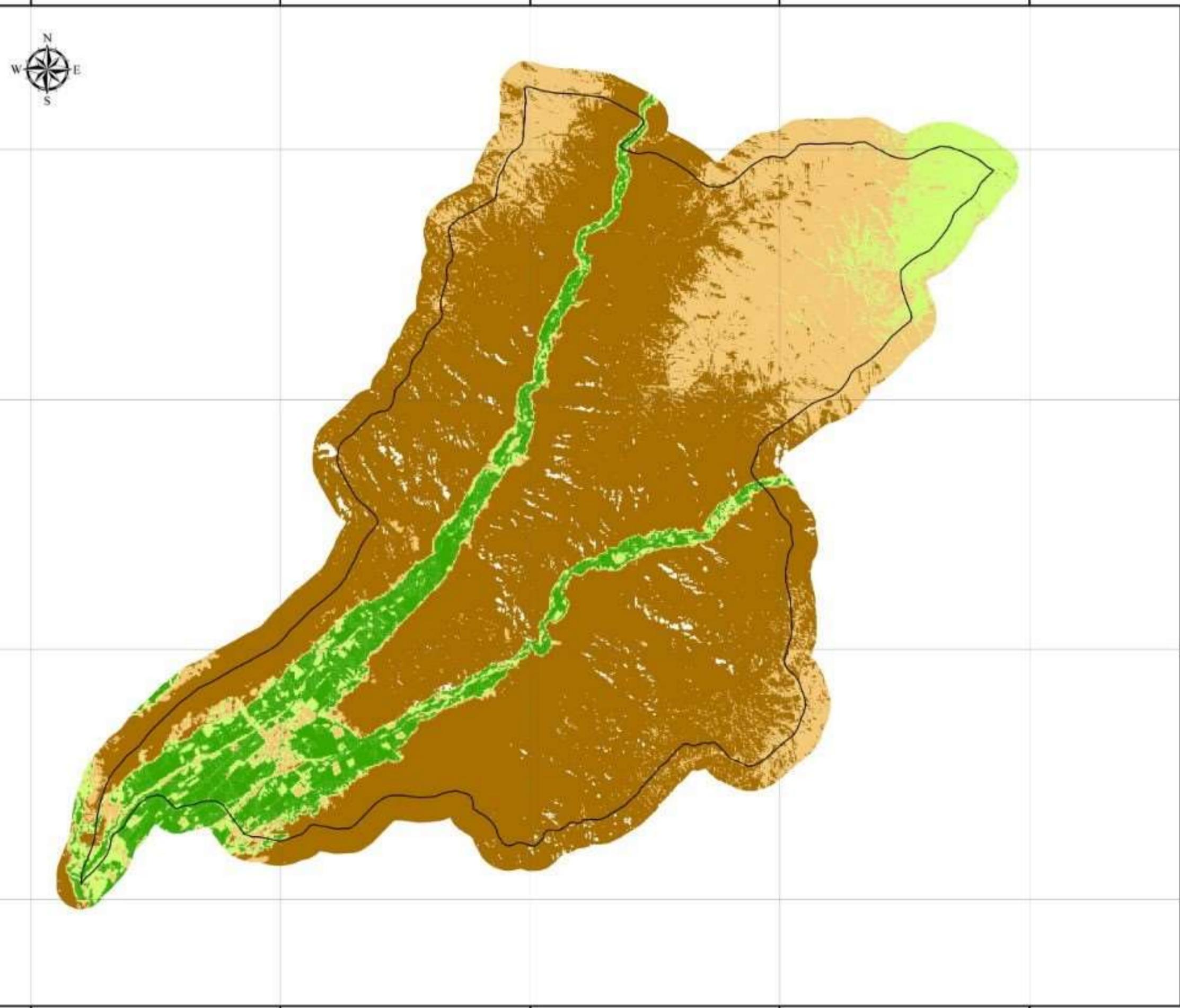
-  suelo rocoso y sin vegetación (SV)
-  suelo sin vegetación o ligera (VL)
-  vegetación mediana (VM)
-  vegetación alta (VA)
-  Área de Influencia directa (500 m.)



MAPA N° 10
NDVI 2017
DEL DISTRITO DE PALPA

Elaboración: Katty Marilú Molina Luna
Escala: 1:75000

475000 480000 485000 490000 495000



8405000
8400000
8395000
8390000

8405000
8400000
8395000
8390000

Leyenda
OLI NDVI 2019
CLASIFICACIÓN

-  suelo rocoso y sin vegetación (SV)
-  suelo sin vegetación o ligera (VL)
-  vegetación mediana (VM)
-  vegetación alta (VA)
-  Área de Influencia directa (500 m.)

Escala: 1/75,000



Proyección Universal Transversal Mercator
Datum WGS84 - 1988

MAPA N° 11
NDVI 2019
DEL DISTRITO DE PALPA

Elaboración: Katty Marilú Molina Luna
Escala: 1:75000

475000 480000 485000 490000 495000

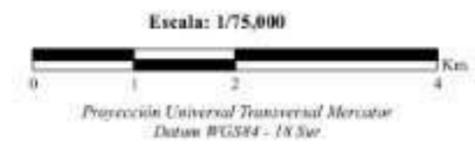


Leyenda

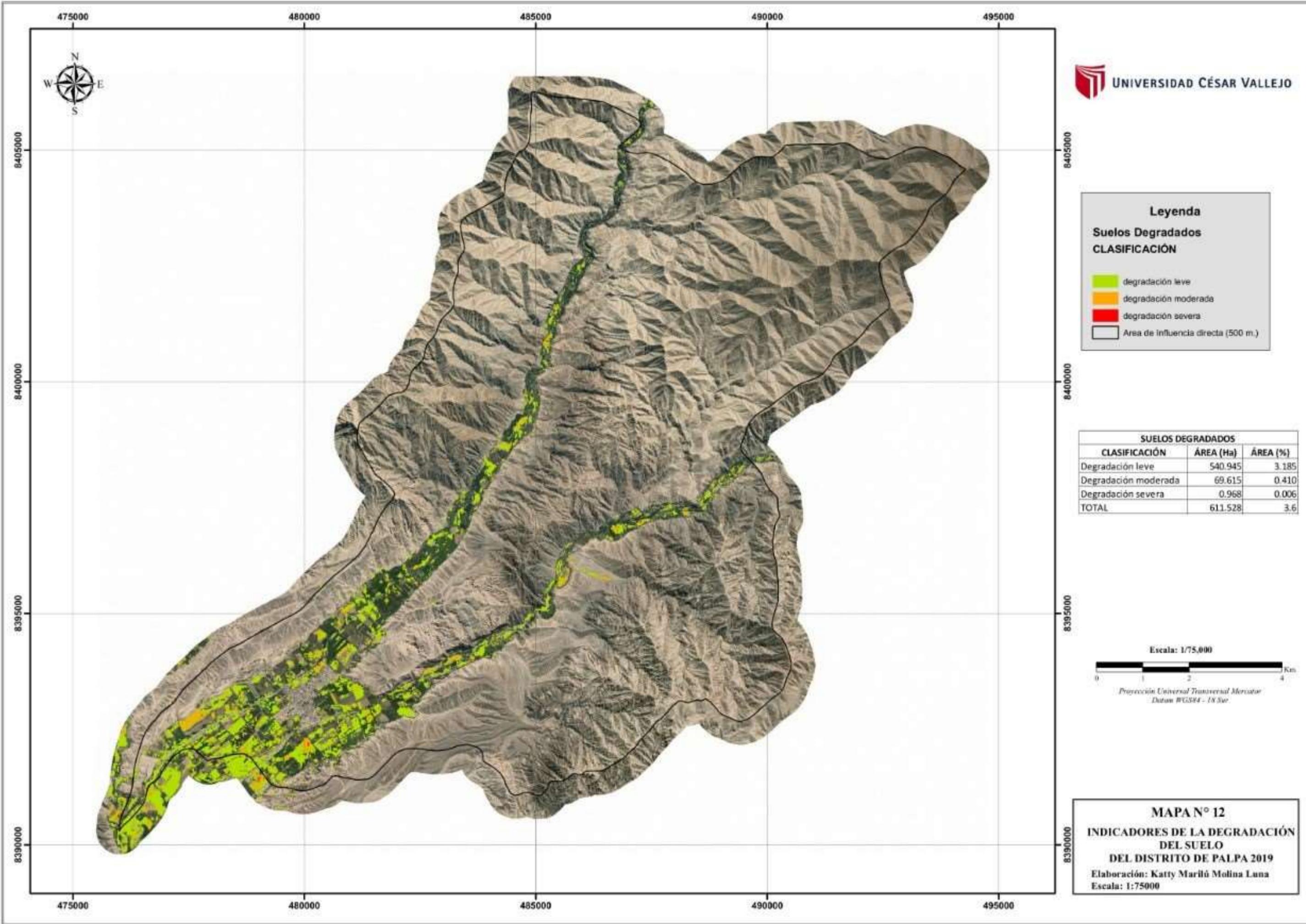
Suelos Degradados
CLASIFICACIÓN

- degradación leve
- degradación moderada
- degradación severa
- Área de influencia directa (500 m.)

SUELOS DEGRADADOS		
CLASIFICACIÓN	ÁREA (Ha)	ÁREA (%)
Degradación leve	540.945	3.185
Degradación moderada	69.615	0.410
Degradación severa	0.968	0.006
TOTAL	611.528	3.6



MAPA N° 12
INDICADORES DE LA DEGRADACIÓN DEL SUELO DEL DISTRITO DE PALPA 2019
Elaboración: Katty Marilú Molina Luna
Escala: 1:75000





Leyenda

 Puntos de Monitoreo

Escala: 1/25,000



Proyección Universal Transversal Mercator
Datum WGS84 - UTM Sur

MAPA N° 13

ACERCAMIENTO DE LOS PUNTOS
DE MONITOREO
DEL DISTRITO DE PALPA 2019

Elaboración: Katty Marilú Molina Luna
Escala: 1:25000

Ensayo N° 001 – KML - 2019
LABORATORIO DE QUÍMICA – UCV
INFORME DE RESULTADOS - MUESTREO DE SUELO

Dirección: Distrito de Palpa, Provincia de Palpa,
Departamento de Ica
Tipo de Ensayos: Análisis Físicoquímicos
Matriz: Suelo
Descripción de la Muestra: Muestra de suelo
Muestra tomada por: Molina Luna, Katty Marilu
Fecha de ingreso de muestra: 15/11/2019
Lugar donde se realizó el ensayo: Laboratorio de Química – UCV.

COLOR

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada		Altitud	Unidad de Medida	Resultado
		X	Y			
P 01_MDL_R1	Muestra	482056	8392919	-	-	4/2 10YR
P 01_MDL_R2	Muestra	482056	8392919	-	-	4/2 10YR
P 01_MDL_R3	Muestra	482056	8392919	-	-	4/2 10YR
P 02_MDL_R1	Muestra	481186	8393230	-	-	3/2 10 YR
P 02_MDL_R2	Muestra	481186	8393230	-	-	4/2 10 YR
P 02_MDL_R3	Muestra	481186	8393230	-	-	3/2 10 YR
P 03_MDL_R1	Muestra	478328	8391857	-	-	4/2 10YR
P 03_MDL_R2	Muestra	478328	8391857	-	-	4/2 10YR
P 03_MDL_R3	Muestra	478328	8391857	-	-	4/2 10YR
P 04_MDL_R1	Muestra	476821	8390980	-	-	3/2 10 YR
P 04_MDL_R2	Muestra	476821	8390980	-	-	3/2 10 YR
P 04_MDL_R3	Muestra	476821	8390980	-	-	3/2 10 YR
P 01_MDM_R1	Muestra	477461	8392676	-	-	3/3 10YR
P 01_MDM_R2	Muestra	477461	8392676	-	-	3/3 10YR
P 01_MDM_R3	Muestra	477461	8392676	-	-	3/3 10YR
P 02_MDM_R1	Muestra	477846	8392846	-	-	3/3 10YR
P 02_MDM_R2	Muestra	477846	8392846	-	-	3/3 10YR
P 02_MDM_R3	Muestra	477846	8392846	-	-	3/3 10YR
P 03_MDM_R1	Muestra	479638	8391908	-	-	3/3 10YR

P 03_MDM_R2	Muestra	479638	8391908	-	-	3/3 10YR
P 03_MDM_R3	487:514	479638	8391908	-	-	3/3 10YR
P 04_MDM_R1	Muestra	482648	8393769	-	-	4/3 10YR
P 04_MDM_R2	Muestra	482648	8393769	-	-	4/4 10YR
P 04_MDM_R3	Muestra	482648	8393769	-	-	4/2 10YR
P 01_MDS_R1	Muestra	480093	8392207	-	-	4/4 10YR
P 01_MDS_R2	Muestra	480093	8392207	-	-	4/4 10YR
P 01_MDS_R3	Muestra	480093	8392207	-	-	4/4 10YR
P 02_MDS_R1	Muestra	480093	8392145	-	-	3/4 10YR
P 02_MDS_R2	Muestra	480093	8392145	-	-	3/4 10YR
P 02_MDS_R3	Muestra	480093	8392145	-	-	3/4 10YR
P 03_MDS_R1	Muestra	480318	8393884	-	-	4/4 10YR
P 03_MDS_R2	Muestra	480318	8393884	-	-	4/3 10YR
P 03_MDS_R3	Muestra	480318	8393884	-	-	4/2 10YR
P 04_MDS_R1	Muestra	479013	8391426	-	-	3/2 10YR
P 04_MDS_R2	Muestra	479013	8391426	-	-	3/2 10YR
P 04_MDS_R3	Muestra	479013	8391426	-	-	3/2 10YR

Método: Munsell

GRANULOMETRIA

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada		Altitud	Unidad de Medida	Resultado
		X	Y			
P 01_MDL_R1	Muestra	482056	8392919	-	10 (1.9 mm)	36.27
					20 (0.84 mm)	44.54
					base	214.3
P 01_MDL_R2	Muestra	482056	8392919	-	10 (1.9 mm)	39.22
					20 (0.84 mm)	48.7

					base	220.87
P 01_MDL_R3	Muestra	482056	8392919	-	10 (1.9 mm)	45.23
					20 (0.84 mm)	54.76
					base	247.09
P 02_MDL_R1	Muestra	481186	8393230	-	10 (1.9 mm)	18.52
					20 (0.84 mm)	37.1
					base	189.72
P 02_MDL_R2	Muestra	481186	8393230	-	10 (1.9 mm)	15.66
					20 (0.84 mm)	33.16
					base	149.09
P 02_MDL_R3	Muestra	481186	8393230	-	10 (1.9 mm)	21.11
					20 (0.84 mm)	40.12
					base	197.08
P 03_MDL_R1	Muestra	478328	8391857	-	10 (1.9 mm)	25.12
					20 (0.84 mm)	45.11
					base	205.76
P 03_MDL_R2	Muestra	478328	8391857	-	10 (1.9 mm)	12.27
					20 (0.84 mm)	29.98
					base	145.09
P 03_MDL_R3	Muestra	478328	8391857	-	10 (1.9 mm)	13.12
					20 (0.84 mm)	31.08
					base	145.76
P 04_MDL_R1	Muestra	476821	8390980	-	10 (1.9 mm)	30.1
					20 (0.84 mm)	49.76
					base	210.06
P 04_MDL_R2	Muestra	476821	8390980	-	10 (1.9 mm)	20.87
					20 (0.84 mm)	40.99

P 01_MDL_R1	Muestra	482056	8392919	-	%	53.21
P 01_MDL_R2	Muestra	482056	8392919	-	%	53.11
P 01_MDL_R3	Muestra	482056	8392919	-	%	53.12
P 02_MDL_R1	Muestra	481186	8393230	-	%	52.38
P 02_MDL_R2	Muestra	481186	8393230	-	%	50.15
P 02_MDL_R3	Muestra	481186	8393230	-	%	52.63
P 03_MDL_R1	Muestra	478328	8391857	-	%	53.51
P 03_MDL_R2	Muestra	478328	8391857	-	%	53.49
P 03_MDL_R3	Muestra	478328	8391857	-	%	53.32
P 04_MDL_R1	Muestra	476821	8390980	-	%	54.64
P 04_MDL_R2	Muestra	476821	8390980	-	%	54.61
P 04_MDL_R3	Muestra	476821	8390980	-	%	54.66
P 01_MDM_R1	Muestra	477461	8392676	-	%	42
P 01_MDM_R2	Muestra	477461	8392676	-	%	39.86
P 01_MDM_R3	Muestra	477461	8392676	-	%	38.11
P 02_MDM_R1	Muestra	477846	8392846	-	%	39.76
P 02_MDM_R2	Muestra	477846	8392846	-	%	39.44
P 02_MDM_R3	Muestra	477846	8392846	-	%	38.76
P 03_MDM_R1	Muestra	479638	8391908	-	%	37.78
P 03_MDM_R2	Muestra	479638	8391908	-	%	38.68
P 03_MDM_R3	Muestra	479638	8391908	-	%	39.74
P 04_MDM_R1	Muestra	482648	8393769	-	%	37.9
P 04_MDM_R2	Muestra	482648	8393769	-	%	40.2
P 04_MDM_R3	Muestra	482648	8393769	-	%	41.65
P 01_MDS_R1	Muestra	480093	8392207	-	%	36.53
P 01_MDS_R2	Muestra	480093	8392207	-	%	36
P 01_MDS_R3	Muestra	480093	8392207	-	%	35.07

P 02_MDS_R1	Muestra	480093	8392145	-	%	33.55
P 02_MDS_R2	Muestra	480093	8392145	-	%	33.21
P 02_MDS_R3	Muestra	480093	8392145	-	%	32.31
P 03_MDS_R1	Muestra	480318	8393884	-	%	37.46
P 03_MDS_R2	Muestra	480318	8393884	-	%	37.46
P 03_MDS_R3	Muestra	480318	8393884	-	%	37.69
P 04_MDS_R1	Muestra	479013	8391426	-	%	34.94
P 04_MDS_R2	Muestra	479013	8391426	-	%	35.18
P 04_MDS_R3	Muestra	479013	8391426	-	%	33.43

Método: Gravimétrica
 Equipo Utilizado: Balanza

HUMEDAD

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada		Altitud	Unidad de Medida	Resultado
		X	Y			
P 01_MDL_R1	Muestra	482056	8392919	-	%	9.52
P 01_MDL_R2	Muestra	482056	8392919	-	%	8.49
P 01_MDL_R3	Muestra	482056	8392919	-	%	11.65
P 02_MDL_R1	Muestra	481186	8393230	-	%	6.48
P 02_MDL_R2	Muestra	481186	8393230	-	%	18.56
P 02_MDL_R3	Muestra	481186	8393230	-	%	17.35
P 03_MDL_R1	Muestra	478328	8391857	-	%	13.86
P 03_MDL_R2	Muestra	478328	8391857	-	%	17.35
P 03_MDL_R3	Muestra	478328	8391857	-	%	18.56
P 04_MDL_R1	Muestra	476821	8390980	-	%	16.16
P 04_MDL_R2	Muestra	476821	8390980	-	%	15.00
P 04_MDL_R3	Muestra	476821	8390980	-	%	13.86
P 01_MDM_R1	Muestra	477461	8392676	-	%	12.75

P 01_MDM_R2	Muestra	477461	8392676	-	%	11.65
P 01_MDM_R3	Muestra	477461	8392676	-	%	12.75
P 02_MDM_R1	Muestra	477846	8392846	-	%	8.49
P 02_MDM_R2	Muestra	477846	8392846	-	%	7.48
P 02_MDM_R3	Muestra	477846	8392846	-	%	8.49
P 03_MDM_R1	Muestra	479638	8391908	-	%	9.52
P 03_MDM_R2	Muestra	479638	8391908	-	%	9.52
P 03_MDM_R3	Muestra	479638	8391908	-	%	8.49
P 04_MDM_R1	Muestra	482648	8393769	-	%	8.35
P 04_MDM_R2	Muestra	482648	8393769	-	%	8.20
P 04_MDM_R3	Muestra	482648	8393769	-	%	8.24
P 01_MDS_R1	Muestra	480093	8392207	-	%	2.68
P 01_MDS_R2	Muestra	480093	8392207	-	%	3.60
P 01_MDS_R3	Muestra	480093	8392207	-	%	1.77
P 02_MDS_R1	Muestra	480093	8392145	-	%	2.68
P 02_MDS_R2	Muestra	480093	8392145	-	%	2.68
P 02_MDS_R3	Muestra	480093	8392145	-	%	1.77
P 03_MDS_R1	Muestra	480318	8393884	-	%	11.65
P 03_MDS_R2	Muestra	480318	8393884	-	%	9.52
P 03_MDS_R3	Muestra	480318	8393884	-	%	13.86
P 04_MDS_R1	Muestra	479013	8391426	-	%	9.52
P 04_MDS_R2	Muestra	479013	8391426	-	%	7.48
P 04_MDS_R3	Muestra	479013	8391426	-	%	6.48

Método: Gravimétrico de contenido de Humedad
Equipo Utilizado: Estufa

pH

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada		Altitud	Unidad de Medida	Resultado
		X	Y			

P 01_MDL_R1	Muestra	482056	8392919	-	-	7.18
P 01_MDL_R2	Muestra	482056	8392919	-	-	7.15
P 01_MDL_R3	Muestra	482056	8392919	-	-	7.16
P 02_MDL_R1	Muestra	481186	8393230	-	-	7.11
P 02_MDL_R2	Muestra	481186	8393230	-	-	7.06
P 02_MDL_R3	Muestra	481186	8393230	-	-	6.97
P 03_MDL_R1	Muestra	478328	8391857	-	-	7.21
P 03_MDL_R2	Muestra	478328	8391857	-	-	7.23
P 03_MDL_R3	Muestra	478328	8391857	-	-	7.2
P 04_MDL_R1	Muestra	476821	8390980	-	-	7.18
P 04_MDL_R2	Muestra	476821	8390980	-	-	7.17
P 04_MDL_R3	Muestra	476821	8390980	-	-	7.18
P 01_MDM_R1	Muestra	477461	8392676	-	-	5.75
P 01_MDM_R2	Muestra	477461	8392676	-	-	5.76
P 01_MDM_R3	Muestra	477461	8392676	-	-	5.76
P 02_MDM_R1	Muestra	477846	8392846	-	-	6.78
P 02_MDM_R2	Muestra	477846	8392846	-	-	6.8
P 02_MDM_R3	Muestra	477846	8392846	-	-	6.79
P 03_MDM_R1	Muestra	479638	8391908	-	-	6.91
P 03_MDM_R2	Muestra	479638	8391908	-	-	6.89
P 03_MDM_R3	Muestra	479638	8391908	-	-	6.91
P 04_MDM_R1	Muestra	482648	8393769	-	-	5.9
P 04_MDM_R2	Muestra	482648	8393769	-	-	5.96
P 04_MDM_R3	Muestra	482648	8393769	-	-	6.29
P 01_MDS_R1	Muestra	480093	8392207	-	-	6.47
P 01_MDS_R2	Muestra	480093	8392207	-	-	6.5
P 01_MDS_R3	Muestra	480093	8392207	-	-	6.49

P 02_MDS_R1	Muestra	480093	8392145	-	-	5.9
P 02_MDS_R2	Muestra	480093	8392145	-	-	5.89
P 02_MDS_R3	Muestra	480093	8392145	-	-	5.88
P 03_MDS_R1	Muestra	480318	8393884	-	-	6.27
P 03_MDS_R2	Muestra	480318	8393884	-	-	6.46
P 03_MDS_R3	Muestra	480318	8393884	-	-	6.47
P 04_MDS_R1	Muestra	479013	8391426	-	-	6.04
P 04_MDS_R2	Muestra	479013	8391426	-	-	6.03
P 04_MDS_R3	Muestra	479013	8391426	-	-	6.04

Equipo Utilizado: Multiparámetro

MATERIA ORGANICA

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada		Altitud	Unidad de Medida	Resultado
		X	Y			
P 01_MDL_R1	Muestra	482056	8392919	-	%	1.96
P 01_MDL_R2	Muestra	482056	8392919	-	%	2.87
P 01_MDL_R3	Muestra	482056	8392919	-	%	2.95
P 02_MDL_R1	Muestra	481186	8393230	-	%	3.33
P 02_MDL_R2	Muestra	481186	8393230	-	%	2.62
P 02_MDL_R3	Muestra	481186	8393230	-	%	2.10
P 03_MDL_R1	Muestra	478328	8391857	-	%	2.92
P 03_MDL_R2	Muestra	478328	8391857	-	%	3.12
P 03_MDL_R3	Muestra	478328	8391857	-	%	3.19
P 04_MDL_R1	Muestra	476821	8390980	-	%	2.09
P 04_MDL_R2	Muestra	476821	8390980	-	%	2.00
P 04_MDL_R3	Muestra	476821	8390980	-	%	1.91
P 01_MDM_R1	Muestra	477461	8392676	-	%	1.90
P 01_MDM_R2	Muestra	477461	8392676	-	%	1.88

P 01_MDM_R3	Muestra	477461	8392676	-	%	1.92
P 02_MDM_R1	Muestra	477846	8392846	-	%	1.77
P 02_MDM_R2	Muestra	477846	8392846	-	%	1.74
P 02_MDM_R3	Muestra	477846	8392846	-	%	2.72
P 03_MDM_R1	Muestra	479638	8391908	-	%	1.81
P 03_MDM_R2	Muestra	479638	8391908	-	%	1.86
P 03_MDM_R3	Muestra	479638	8391908	-	%	1.77
P 04_MDM_R1	Muestra	482648	8393769	-	%	1.85
P 04_MDM_R2	Muestra	482648	8393769	-	%	1.91
P 04_MDM_R3	Muestra	482648	8393769	-	%	1.87
P 01_MDS_R1	Muestra	480093	8392207	-	%	1.79
P 01_MDS_R2	Muestra	480093	8392207	-	%	0.90
P 01_MDS_R3	Muestra	480093	8392207	-	%	1.77
P 02_MDS_R1	Muestra	480093	8392145	-	%	0.89
P 02_MDS_R2	Muestra	480093	8392145	-	%	0.89
P 02_MDS_R3	Muestra	480093	8392145	-	%	0.88
P 03_MDS_R1	Muestra	480318	8393884	-	%	0.97
P 03_MDS_R2	Muestra	480318	8393884	-	%	0.95
P 03_MDS_R3	Muestra	480318	8393884	-	%	0.99
P 04_MDS_R1	Muestra	479013	8391426	-	%	1.90
P 04_MDS_R2	Muestra	479013	8391426	-	%	0.93
P 04_MDS_R3	Muestra	479013	8391426	-	%	0.93

todo: Pérdida de peso por ignición
 tipo Utilizado: Horno Muffa

CONDUCTIVIDAD

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada		Altitud	Unidad de Medida	Resultado
		X	Y			

P 01_MDL_R1	Muestra	482056	8392919	-	uS/cm	2400
P 01_MDL_R2	Muestra	482056	8392919	-	uS/cm	2500
P 01_MDL_R3	Muestra	482056	8392919	-	uS/cm	2300
P 02_MDL_R1	Muestra	481186	8393230	-	uS/cm	2800
P 02_MDL_R2	Muestra	481186	8393230	-	uS/cm	2700
P 02_MDL_R3	Muestra	481186	8393230	-	uS/cm	2500
P 03_MDL_R1	Muestra	478328	8391857	-	uS/cm	2500
P 03_MDL_R2	Muestra	478328	8391857	-	uS/cm	2500
P 03_MDL_R3	Muestra	478328	8391857	-	uS/cm	2500
P 04_MDL_R1	Muestra	476821	8390980	-	uS/cm	2600
P 04_MDL_R2	Muestra	476821	8390980	-	uS/cm	2500
P 04_MDL_R3	Muestra	476821	8390980	-	uS/cm	2600
P 01_MDM_R1	Muestra	477461	8392676	-	uS/cm	2500
P 01_MDM_R2	Muestra	477461	8392676	-	uS/cm	2300
P 01_MDM_R3	Muestra	477461	8392676	-	uS/cm	2300
P 02_MDM_R1	Muestra	477846	8392846	-	uS/cm	2900
P 02_MDM_R2	Muestra	477846	8392846	-	uS/cm	3000
P 02_MDM_R3	Muestra	477846	8392846	-	uS/cm	3000
P 03_MDM_R1	Muestra	479638	8391908	-	uS/cm	2500
P 03_MDM_R2	Muestra	479638	8391908	-	uS/cm	2500
P 03_MDM_R3	Muestra	479638	8391908	-	uS/cm	2400
P 04_MDM_R1	Muestra	482648	8393769	-	uS/cm	3100
P 04_MDM_R2	Muestra	482648	8393769	-	uS/cm	3300
P 04_MDM_R3	Muestra	482648	8393769	-	uS/cm	3100
P 01_MDS_R1	Muestra	480093	8392207	-	uS/cm	3800
P 01_MDS_R2	Muestra	480093	8392207	-	uS/cm	3800
P 01_MDS_R3	Muestra	480093	8392207	-	uS/cm	3800

P 02_MDS_R1	Muestra	480093	8392145	-	uS/cm	4500
P 02_MDS_R2	Muestra	480093	8392145	-	uS/cm	4600
P 02_MDS_R3	Muestra	480093	8392145	-	uS/cm	4600
P 03_MDS_R1	Muestra	480318	8393884	-	uS/cm	4300
P 03_MDS_R2	Muestra	480318	8393884	-	uS/cm	4200
P 03_MDS_R3	Muestra	480318	8393884	-	uS/cm	4200
P 04_MDS_R1	Muestra	479013	8391426	-	uS/cm	4400
P 04_MDS_R2	Muestra	479013	8391426	-	uS/cm	4400
P 04_MDS_R3	Muestra	479013	8391426	-	uS/cm	4600

Equipo Utilizado:

Multiparámetro



Hitler Román Pérez
TECNICO EN LABORATORIO DE CALIDAD
AMBIENTAL



Doctor Wilber Samuel Quijano Pacheco

CIP 20140

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: CABRERA CARRANZA CARLOS FRANCISCO
- 1.2. Cargo e institución donde labora: VICEDECANO UNUSM
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: MEDIO AMBIENTE
- 1.4. Autor(A) de Instrumento: KATLY MARILYN POLINA LUNA

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

/

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Lima, del 2019

Katly

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 17102739. Telf: 54550905

INFORME DE OPINION DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN
I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres del validador Dr. / Mg. CABRERA CAROLINA CANGA FERREROS
 1.2. Cargo e institución donde labora: VICERRECTORA UPELVI
 1.3. Especialidad del validador: MEDICINA FISIOLÓGICA
 1.4. Nombre del instrumento: CADENA DE CUSTODIA - FICHAS DE MUESTREO
 1.5. Título de la Investigación: TELEDETECCION MULTITEMPORAL
 1.6. Autor del instrumento: KATY MARILYN MOLINA LUNA

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											/		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											/		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											/		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											/		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											/		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											/		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											/		*
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											/		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											/		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											/		
PROMEDIO DE VALIDACIÓN												/		

PERTINENCIA DE LOS ITEMS O RECATIVOS DEL INSTRUMENTO

INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN..... IV. OPINION DE APLICABILIDAD

- El instrumento puede ser aplicada tal como está elaborado
 El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado

Lugar y Fecha:


 Firma del experto informante
 DNI No. 750221... Telf.: 991 507179



INFORME DE OPINION DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador Dr. / Mg. JAVE NAKAYO JURGE LEONARDO
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE UCV
 1.3. Especialidad del validador: MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE
 1.4. Nombre del instrumento: CADENA DE CUSTODIA - FILM DE MUESTREO
 1.5. Título de la Investigación: TELEDETECCIÓN MULTITEMPORAL PARA LA DETERMINACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS EN EL DISTRITO PALPA.
 1.6. Autor del instrumento: KATZ MARILYN ROSALBA LUNA

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												✓	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												✓	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												✓	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												✓	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												✓	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												✓	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												✓	*
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												✓	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												✓	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												✓	
PROMEDIO DE VALIDACIÓN													✓	

PERTINENCIA DE LOS ITEMS O RECATIVOS DEL INSTRUMENTO

INSTRUMENTO	SUFICIENTE	MEDIANAMENTE SUFICIENTE	INSUFICIENTE

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN..... IV. OPINION DE APLICABILIDAD

- () El instrumento puede ser aplicada tal como está elaborado
 () El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado

Lugar y Fecha:

Firma del experto informante

DNI No. 01000053 Telf. 994 552 085



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: JAVE NAKAYO JORGE LEONARDO
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE UCV
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: MEDIO AMBIENTE
 1.4. Autor(A) de Instrumento: KATY MARILYN HOUNA LUNA

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

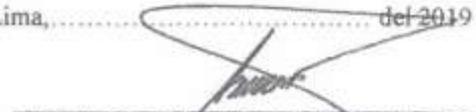
- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

/

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90%

Lima, del 2019


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 DNI No 01066613 Telf.: 994552085

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: ARONCE GARCIA, JUAN JULI
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE - UCV
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: LADENA DE HISTORIA - FICHA DE MUESTREO
 1.4. Autor(A) de Instrumento: KAMY MADRID MOLINA LUNA

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

Si
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima, del 2019

FIRMA DE EXPERTO INFORMANTE
 DNI No Telf. 5 266 28