

**UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**TESIS**

**ANÁLISIS DE CAMBIO DE USO DE SUELO POR ACTIVIDAD MINERA**

**MEDIANTE PERCEPCIÓN REMOTA EN EL DISTRITO DE ANANEA,**

**PERÍODOS 2015 - 2021**

**PRESENTADO POR:**

**CANDY MARISOL COZO NARVAEZ**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

**PUNO – PERÚ**

**2022**



Repositorio Institucional ALCIRA by [Universidad Privada San Carlos](#) is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional](#)

**UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS**

FACULTAD DE INGENIERÍAS

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL****TESIS****ANÁLISIS DE CAMBIO DE USO DE SUELO POR ACTIVIDAD MINERA****MEDIANTE PERCEPCIÓN REMOTA EN EL DISTRITO DE ANANEA,****PERÍODOS 2015 - 2021****PRESENTADO POR:****CANDY MARISOL COZO NARVAEZ****PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:****INGENIERO AMBIENTAL**

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

:   
Dr. ESTEBAN ISIDRO LEON APAZA

PRIMER MIEMBRO

:   
M. Sc. MARLENE CUSI MONTESINOS

SEGUNDO MIEMBRO

:   
Dr. RONNY ALEXANDER GUTIERREZ CASTILLO

ASESOR DE TESIS

:   
M. Sc. FREDY APARICIO CASTILLO SUAQUITA

Área: Ingeniería, Tecnología

Disciplina: Minería y procesamiento de minerales

Especialidad: Contaminación y Mitigación Ambiental Minero-Metalúrgica.

Puno, 29 de septiembre de 2022.

## DEDICATORIA

Dedico esta tesis principalmente a mis padres, Armando Julian Cozo y Juana Narvaez, así mismo a mi hermanos, iniciando por mi hermana Judith Monica Cozo, por su apoyo y motivación en la elaboración de la presente tesis.

A Dios, por los buenos planes, agradables y perfectos que tiene para mí.

### AGRADECIMIENTOS

- A Dios por permitirme tener una bondadosa experiencia en mi formación académica.
- Agradezco a la Universidad Privada San Carlos de la ciudad de Puno por ser mi alma mater.
- A la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, por ser participe en la presente investigación.
- A mis docentes por cinco años de enseñanza y guía durante mi formación académica.
- A mi asesor M. Sc. Fredy Aparicio Castillo Suaquita y a la terna de jurados.
- Así mismo a mis compañeros de clases que compartieron cinco años de educación superior.

**ÍNDICE GENERAL**

	<b>Pág.</b>
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTOS	2
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE ANEXOS	9
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>12</b>

**CAPÍTULO I****PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA  
INVESTIGACIÓN**

<b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>14</b>
<b>1.2. ANTECEDENTES</b>	<b>16</b>
1.2.1. Antecedentes a nivel internacional	16
1.2.2. Antecedentes a nivel nacional	17
1.2.3. Antecedentes a nivel local	20
<b>1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>21</b>

## CAPÍTULO II

## MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

<b>2.1. MARCO TEÓRICO</b>	<b>22</b>
2.1.1. Uso de Suelo	22
2.1.2. Cobertura Vegetal	23
2.1.3. Percepción remota	23
2.1.3.1. Imágenes Satelitales	24
2.1.3.2. Clasificación	24
2.1.4. Programa LANDSAT	25
2.1.5. Software ArcGIS	26
2.1.6. Índice De Kappa (K)	28
2.1.7. Matriz De Confusión	29
2.1.8. Sistema de Información Geográfica	29
2.1.9. Teledetección	30
2.1.10. Sensores Remotos	30
<b>2.2. MARCO CONCEPTUAL</b>	<b>30</b>
<b>2.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>31</b>

## CAPÍTULO III

## METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

<b>3.1. ZONA DE ESTUDIO</b>	<b>32</b>
<b>3.2. TAMAÑO DE MUESTRA</b>	<b>32</b>
3.2.1. Población	32
3.2.2. Muestra.	33

<b>3.3. METODO Y TECNICAS</b>	<b>33</b>
3.3.1. Tipo de Investigación.	33
3.3.2. Diseño de Investigación.	33
3.3.3. Método.	34
3.3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	35
<b>3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES</b>	<b>37</b>
<b>3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO</b>	<b>40</b>
<b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS</b>	
<b>4.1. IDENTIFICACIÓN DE LAS PRINCIPALES CATEGORÍAS DE COBERTURA Y USO DE SUELO EN EL DISTRITO DE ANANEA, PERIODOS 2015 - 2021.</b>	<b>41</b>
4.1.1. Categorías de cobertura y uso de suelo en el área en estudio	42
<b>4.2. DETERMINACIÓN DE LA MAGNITUD DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO POR ACTIVIDAD MINERA EN EL DISTRITO DE ANANEA OCURRIDOS EN LOS PERÍODOS 2015 - 2021.</b>	<b>59</b>
4.2.1. Indicadores de validación	65
<b>4.3. PRUEBA ESTADÍSTICA</b>	<b>66</b>
4.3.1. Formulación de la hipótesis estadística	66
<b>4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>	<b>68</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>71</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>73</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>74</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>79</b>
	5

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 01:</b> Valoración del índice de Kappa	29
<b>Tabla 02:</b> Datos a considerar Valoración del índice de Kappa	37
<b>Tabla 03:</b> Área de cobertura y uso de suelos (%) entre los periodos de 2010 - 2021	38
<b>Tabla 04:</b> Área de cobertura y uso de suelos (%) entre los periodos de 2010 - 2021	57
<b>Tabla 05:</b> Valoración el índice Kappa	65
<b>Tabla 06:</b> Prueba estadística de regresión lineal	68

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 01:</b> Representación de información geográfica	25
<b>Figura 02:</b> Mapa de cobertura y uso de suelos al año 2010 del distrito de Ananea	44
<b>Figura 03:</b> Mapa de cobertura y uso de suelos al año 2011 del distrito de Ananea	45
<b>Figura 04:</b> Mapa de cobertura y uso de suelos al año 2012 del distrito de Ananea	46
<b>Figura 05:</b> Mapa de cobertura y uso de suelos al año 2013 del distrito de Ananea	47
<b>Figura 06:</b> Mapa de cobertura y uso de suelos al año 2014 del distrito de Ananea	48
<b>Figura 07:</b> Mapa de cobertura y uso de suelos al año 2015 del distrito de Ananea	49
<b>Figura 08:</b> Mapa de cobertura y uso de suelos al año 2016 del distrito de Ananea	50
<b>Figura 09:</b> Mapa de cobertura y uso de suelos al año 2017 del distrito de Ananea	51
<b>Figura 10:</b> Mapa de cobertura y uso de suelos al año 2018 del distrito de Ananea	52
<b>Figura 11:</b> Mapa de cobertura y uso de suelos al año 2019 del distrito de Ananea	53
<b>Figura 12:</b> Mapa de cobertura y uso de suelos al año 2020 del distrito de Ananea	54
<b>Figura 13:</b> Mapa de cobertura y uso de suelos al año 2021 del distrito de Ananea	55
<b>Figura 14:</b> Área de cobertura y uso de suelos (%) entre los periodos de 2010 - 2021	58
<b>Figura 15:</b> Cambio de uso de suelo por actividad minera periodo 2010 – 2012	60
<b>Figura 16:</b> Cambio de uso de suelo por actividad minera periodo 2013 – 2015	61
<b>Figura 17:</b> Cambio de uso de suelo por actividad minera periodo 2016 – 2018	62
<b>Figura 18:</b> Cambio de uso de suelo por actividad minera periodo 2019 – 2021	63

<b>Figura 19:</b> Tendencia de cambio de uso de suelo por actividad minera periodo 2010 – 2021	64
<b>Figura 20:</b> Cobertura y uso de suelos Glaciar del distrito de Ananea	94
<b>Figura 21:</b> Cobertura y uso de suelos Glaciar del distrito de Ananea	94
<b>Figura 22:</b> Cobertura y uso de suelos Tierras desnudas (Áreas erosionadas, degradadas y afloramientos rocosos) del distrito de Ananea	95
<b>Figura 23:</b> Cobertura y uso de suelos Herbazal “Ichu” del distrito de Ananea	95
<b>Figura 24:</b> Cobertura y uso de suelos Lagunas, lagos y ciénagas naturales del distrito de Ananea	96
<b>Figura 25:</b> Cobertura y uso de suelos Tierras desnudas (Áreas erosionadas, degradadas y afloramientos rocosos) del distrito de Ananea	96
<b>Figura 26:</b> Cobertura y uso de suelos Tierras desnudas (Áreas erosionadas, degradadas y afloramientos rocosos) del distrito de Ananea	97
<b>Figura 27:</b> Cobertura y uso de suelos Turberas y bofedales del distrito de Ananea	97
<b>Figura 28:</b> Cobertura y uso de suelos áreas arenosas naturales del distrito de Ananea	98
<b>Figura 29:</b> Cobertura y uso de suelos áreas de extracción de minería e hidrocarburos del distrito de Ananea	98
<b>Figura 30:</b> Cobertura y uso de suelos áreas de extracción de minería e hidrocarburos del distrito de Ananea	96

## ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
<b>Anexo 01:</b> Matriz de consistencia	80
<b>Anexo 02:</b> Validación Índice KAPPA para el año 2010	82
<b>Anexo 03:</b> Validación Índice KAPPA para el año 2011	83
<b>Anexo 04:</b> Validación Índice KAPPA para el año 2012	84
<b>Anexo 05:</b> Validación Índice KAPPA para el año 2013	85
<b>Anexo 06:</b> Validación Índice KAPPA para el año 2014	86
<b>Anexo 07:</b> Validación Índice KAPPA para el año 2015	87
<b>Anexo 08:</b> Validación Índice KAPPA para el año 2016	88
<b>Anexo 09:</b> Validación Índice KAPPA para el año 2017	89
<b>Anexo 10:</b> Validación Índice KAPPA para el año 2018	90
<b>Anexo 11:</b> Validación Índice KAPPA para el año 2019	91
<b>Anexo 12:</b> Validación Índice KAPPA para el año 2020	92
<b>Anexo 13:</b> Validación Índice KAPPA para el año 2021	93
<b>Anexo 14:</b> Panel fotográfico	94

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó a razón de que en el distrito de Ananea existe un cambio de la cobertura y uso de suelos por la actividad minera; planteando el objetivo general de analizar el cambio de uso de suelo por actividad minera mediante percepción remota en el distrito de Ananea, periodos 2015 - 2021; con método de obtención de datos mediante la descarga de imágenes satelitales Landsat y Sentinel de la agencia espacial NASA y de la unión europea, y con apoyo de los (SIG) - Software ArcGIS; siendo la población en estudio el distrito de Ananea; el cual abarca una extensión territorial de 923.56 km<sup>2</sup>; se realizó su procesamiento realizando las correcciones radiométricas y atmosféricas para mejorar la resolución de cada imagen satelital; consecutivamente identificando las categorías de cobertura y uso de suelo con la herramienta clasificación supervisada del software; obteniendo las superficies de los distintos usos de suelo para los distintos períodos de tiempo; posteriormente se verificaron los resultados por medio de una matriz de confusión y del índice KAPPA en el software ArcGIS; y con ello determinando la magnitud del cambio de uso del suelo por actividad minera; siendo resultante en el área en estudio categorías de cobertura y uso de suelos: glaciario, herbazal (Ichu), lagunas, lagos y ciénagas naturales, tierras desnudas, turberas y bofedales, áreas arenosas naturales, áreas de extracción de minería; con una precisión del 100% y un valor de índice Kappa de 1.000; caracterizada como una concordancia muy buena entre la realidad y la imagen satelital; y además presentando una magnitud del cambio de uso del suelo por actividad minera entre los periodos 2015 - 2021. Concluyendo que el cambio de uso de suelos por actividad minera presenta una tasa de crecimiento anual de 1.39% mediante percepción remota en el distrito de Ananea (Periodo 2015 – 2021).

**Palabras clave:** Actividad minera, cambio de uso de suelos, percepción remota, software ArcGIS

## ABSTRACT

The present research work was conducted because in the district of Ananea there is a change in land cover and land use due to mining activity; raising the general objective of analyzing the change in land use due to mining activity through remote sensing in the district of Ananea, periods 2015 - 2021; with the method of obtaining data by downloading Landsat and Sentinel satellite images from the NASA space agency and the European Union, and with the support of (GIS) - ArcGIS Software; being the population under study the district of Ananea; which covers a land area of 923. 56 km<sup>2</sup>; its processing was carried out by making radiometric and atmospheric corrections to improve the resolution of each satellite image; consecutively identifying the categories of land cover and land use with the supervised classification tool of the software; obtaining the surfaces of the different land uses for the different periods of time; subsequently the results were verified by means of a confusion matrix and the KAPPA index in the ArcGIS software; and with this determining the magnitude of the change in land use by mining activity; resulting in the area under study categories of land cover and land use: Glacier, grassland (Ichu), lagoons, lakes and natural marshes, bare lands, peatlands and bofedales, natural sandy areas, mining extraction areas; with an accuracy of 100% and a Kappa index value of 1.000; characterized as a very good concordance between reality and the satellite image; and also presenting a magnitude of land use change by mining activity between the periods 2015 - 2021. Concluding that the change in land use due to mining activity presents an annual growth rate of 1.39% through remote sensing in the district of Ananea (Period 2015 - 2021).

**Key words:** Mining activity, land use change, remote sensing, ArcGIS software.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente la provisión de servicios ambientales, la fragmentación de la biota y la biodiversidad han sido afectados directamente por el cambio de uso de la tierra, que también se ha identificado como una de las principales causas contribuyentes (Cano et al. 2017).

Desde alrededor de cincuenta años, la cultura humana ha proliferado aprovechando el potencial de los recursos, con suelos aún fructíferos, con una densa y diversa cubierta vegetal, que efectuaban importantes oficios como la regulación climática, la infiltración de aguas de escurrimiento por medio de los estratos del suelo, la promoción de la presencia de acuíferos, fomento del suelo y conservación del suelo. Es indudable que los cambios en la cobertura y uso del suelo es el resultado de las alteraciones humanas en los ecosistemas; Sin embargo, con el tiempo, las culturas humanas han deforestado la cubierta vegetal y han realizado suficientes modificaciones en el uso de la tierra en su desesperación por sobrevivir (Rojas, 2017).

Ante todo ello se ofrece los (SIG) que son "tecnologías" o "sistemas" que respaldan la toma de decisiones en diversos contextos sociales. Consienten constituir y visualizar datos espaciales en un espacio geográfico, incluyendo tipologías topográficas, uso de suelo, servicios públicos, población, entre otros, y es viable localizarlo y visualizarlo de modo posible y rápido, visualización remota de la corteza, evaluación de patrones, etc, con beneficios en relación a costos, insumos y poco tiempo de prestación de los mismos (Carrillo & Choquehuanca, 2019).

Siendo ejemplo la libre disponibilidad de fotos satelitales Landsat y Sentinel de la representación espacial de la NASA y la Unión Europea que sirve como ejemplo de esto; con el uso de SIG, estas imágenes permiten analizar e instituir los cambios que fueron ocasionados en una región. durante un largo período de tiempo. Este enfoque "multitemporal" permite la identificación de cambios a lo largo del tiempo, infiriendo ya sea

el desarrollo del entorno natural o los efectos de la actividad humana en ese entorno (Pizarro, 2018).

En la Región Puno, particularmente, como es el caso del distrito de Ananea, no cuentan con estudios sobre el cambio de uso de suelo por actividad minera mediante visualización remota de manera multianual; debido a que no existen políticas para el uso de suelos con respecto a la actividad minera; que les afiance a tomar elecciones que produzcan el agrado del Pueblo; armonizado con el medio ambiente para fomentar el desarrollo sostenible; por lo que sale el requerimiento de efectuar este estudio.

Por ello el presente estudio se encuentra conformado por IV capítulos, que se mencionan; el capítulo I, establece el planteamiento del problema, enunciando el problema, además antecedentes y objetivos de la investigación. También, el capítulo II, especifica temas que se relacionan al tema de estudio (marco teórico) conceptual e hipótesis de la investigación, continuando con el capítulo III, en donde se contempla la metodología de la investigación; el cual especifica el procedimiento realizado en el estudio. En el capítulo IV, donde está precisada la exposición y análisis de los resultados, y su discusión respectiva. Finalmente, las conclusiones y recomendaciones.

## CAPÍTULO I

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

#### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La situación problemática a nivel mundial en Cuba según Montes & Ulloa (2013), señala que la creciente capacidad de los seres humanos para modificar el medio ambiente natural ha creado una inestabilidad entre el daño causado y la resiliencia del medio para recuperarse de él, sin embargo, es claro que no se puede depender de la minería, ya que es una tarea fundamental dedicada a la extracción de georrecursos para dotar a la población de los materiales esenciales para optimizar su calidad de vida, su desarrollo y su propósito, así mismo en España González et al. (2008), sugiere que la extracción de estos recursos trae consigo una serie de cambios ambientales que en ocasiones pueden ser muy negativos.

La situación problemática en América según Armendariz (2016), indica que la minería en México está enfocada a metales preciosos e industriales, se realizan a gran nivel y primariamente en minería a tajo abierto. Provoca cambios geográficos y impactos ambientales, resaltando: contaminación lénticas y lólicas con metales pesados y otros componentes, drenaje ácido, des-vegetación, gran cantidad de escombros contaminantes, disminución de los recursos hídricos, emisiones constantes de gases y

polvo al ambiente por medio de la extracción y el proceso. También de lo anterior, los padecimientos humanos impactan las acciones económicas locales y generan alejamiento y pobreza.

En el ámbito nacional; Salazar (2019), señala que la expansión urbana es la operación de giro radical del uso del suelo, por lo que se relaciona con problemas ambientales. Complejidad de los cambios de uso de la tierra causados por el crecimiento rápido y no regulada. Por lo tanto, en áreas de altos ingresos económicos mineros, el crecimiento urbano es caótico, principalmente debido al movimiento de individuos de áreas rurales a urbanas y cambios geofísicos en el ecosistema local que ocurren en áreas no planificadas.

En el ámbito local, Huanca (2018), señala que la la minería en el centro de la localidad de La Rinconada, que cuenta con la minería artesanal y otra minería de escala pequeña, tiene un impacto importante en el agua y el suelo durante el proceso de explotación, esto es un problema por las actividades que se realizan, como: mala disposición de los asentamientos, uso indebido del mercurio en los cuerpos de agua o en la atmósfera liberadas, estas constituyen grandes amenazas para las personas que subsisten en el seno del ecosistema.

En la zona de estudio conocida como la ciudad dorada de los andes que se encuentra a 4660 msnm; donde existen habitantes en condiciones precarias, en la cual la modificación de uso de suelo por actividad minera es el principal dilema ocasionado por la minería ilegal y desorden en la densificación urbana, para lo cual se realiza el análisis multitemporal de la situación actual con respecto al cambio de suelo y la densificación urbana con las fotografías de Landsat y Sentinel como muestra de investigación por el método de percepción remota.

## Formulación del problema

### Problema general

¿Cuál es el cambio de uso de suelo por actividad minera mediante percepción remota en el distrito de Ananea, periodos 2015 - 2021?

### Problemas específicos:

- ¿Cuáles son las principales categorías de cobertura y uso de suelo en el distrito de Ananea, periodos 2015 - 2021?
- ¿En qué medida es la magnitud de la alteración del cambio de uso del suelo ocasionado por la actividad minera en el distrito de Ananea, periodos 2015 - 2021?

## 1.2. ANTECEDENTES

### 1.2.1. Antecedentes a nivel internacional

En el ámbito internacional; Cano et al. (2017), fijó como objetivo general determinar la tasa de crecimiento urbano del estado de Hidalgo en México de 2000 a 2014 e identificar áreas de expansión potenciales basadas en imágenes Landsat. El método de procesamiento de imágenes se utiliza para extraer información temática de la cobertura de uso del suelo desde datos de teledetección, así como el análisis y detección de cambios en el crecimiento urbano, mediante el proceso de preclasificación de superposición de la capa de vectores-raster previamente obtenida. En otras palabras, el mapa de utilización de la ciudad en 2000 se actualiza al empalme del mapa estatal en 2014, y la segunda capa vectorial se obtiene a través de la digitalización. El resultado es una razón de crecimiento estatal del 26,7% durante este período. Esto significa que la ciudad se ha expandido 7.240,32 hectáreas por 14 años, con una razón de crecimiento anual promedio de 517,45 hectáreas. No obstante, no existe un registro previo de la

razón de expansión urbana, estos dígitos indican que la expansión urbana se está acelerando, probablemente debido al desarrollo de la población.

En medio internacional Wellington (2017), en su tesis como objetivo general fue utilizar información geográfica y sistemas de teledetección para analizar las propensiones de cambio de uso de la tierra en la parte sur del estado de Samborondo de 2000 a 2017. La aplicación de tecnología y métodos de investigación científica utilizando tecnología satelital en el campo ambiental nos permite comprender el desarrollo global y sentir los cambios que se presentan en la superficie terrestre, como el impacto del cambio geográfico y el cambio climático. Los resultados muestran que las áreas urbanas superan el 21% de Haas. Aumentó al 59,12% entre 2000 y 2017. Por el contrario, la tasa de cobertura vegetal se redujo drásticamente de 11,04% en 2000 (2017) a 2,93% en 2017.

En el ámbito internacional Pizarro (2018), fijó como objetivo general, evaluar los cambios en el uso de la tierra y la expansión urbana en la provincia de Los Andes en Valparaíso entre 1986 y 2016 para estimar en qué medida estos cambios se vieron afectados por las actividades mineras. Aplicando la matriz de confusión - KAPPA y los métodos de índice estadístico, se obtienen los siguientes resultados: Entre 1986 y 2016 se incrementó el uso de la superficie y la cobertura de tierra; el uso de la tierra urbano se expandió en un 15% de 3% en 1986 a 2016. El área sin vegetación aumentó en 0.4 % del 2% y el 9% en 1986 al 3,3% en 2016. El uso y cobertura del suelo que redujo su área fueron; El uso de la tierra agrícola disminuyó en 7 puntos porcentuales de 80% en 1986 a 73% en 2016, la superficie de los cuerpos de agua se mantuvo en 0.4% y finalmente el área de suelo arbustivo disminuyó en 9 puntos porcentuales de 14% en 1986 año hasta 5% en 2016.

### **1.2.2. Antecedentes a nivel nacional**

En el ámbito nacional Briones (2018), fijó como propósito evaluar cambios en la cobertura y uso de la tierra en el área de Namora desde 2000 hasta 2016 por medio de mapas con entendimiento de imágenes satelitales (Landsat TM) y ejecución de algoritmos de

máxima probabilidad. Aplicando una metodología basada en la adquisición de imágenes Landsat 8 y 5 trabajamos en los cinco pasos de clasificación descritos en el Gráfico (1). El sistema de informe geodésico y el sistema de coordenadas UTM. La traducción de la imagen del satélite Landsat TM y la zona de mapeo mínima que se puede mapear es de 5ha. Software utilizado para el estudio: ENVI para segmentación, ArcGIS 10.4 para el proceso de datos vectorial digital, RGui 2.15 para examen estadístico, aplicación de algoritmos de reclasificación. Lo resultante se logró identificando las posteriores coberturas y uso del suelo. Estructuras urbanas continuas, prados, zonas agrícolas desniveladas, plantaciones, pastizales, matorrales, afloramientos de rocas. El mayor porcentaje de categorías se obtuvo para mosaicos de pastos y cultivos. Según el modelo de uso de suelo y cobertura vegetal del 28%, 9151,86 ha, que corresponde al 58,10%, cambiaron y se mantuvieron sin cambios. Equivale a 6600,30 ha, 41,90%.

En el contexto nacional Rojas (2017), se fijó como general valorar la modificación de la cobertura y el uso de la tierra en Ichokan desde 1989 hasta 2015. Aplicando análisis remota, y metodologías de trabajo de campo, resultando que exhiben las clases de cobertura categorizados jerárquicamente en 3 escalas en 2015: Esta es la vegetación que constituye la mayor parte de la expansión, ya que el 48,2% del territorio, como se explicó anteriormente, tiene un terreno accidentado en la mayor parte del área del distrito, lo que es adecuado para este tipo de desarrollo. para lograr proporcionar un medio ambiente. De igual forma, la segunda mayor área de cobertura es la heterogénea área agrícola, con una superficie de 2464,82 hectáreas, que representan el 36,2% del total de la superficie terrestre, cifra que ha ido en aumento. Estas dos áreas de cobertura son las áreas con mayor expansión porque representan una proporción considerable de la ocupación de tierras de este año.

En contexto nacional Sernaque & Sandoval (2020), fijó el objetivo de implementar un SIG para optimizar la realización del Plan de Manejo Urbano en la ciudad de Carlos Fermín Fitzcarrald - Ancash. Aplicando una metodología de análisis de datos utilizable que se

tenía, los científicos pudieron calcular tantos modelos raster, vectoriales e hidrológicos, los científicos pudieron crear compuestos para efectuar cálculos de datos de análisis espaciales desafortunadas, el resultado fue que traicionaron los lamentables fallos que presentó el municipio con la realización de planes de mínima trascendencia social que no satisfacían los requerimientos básicos de la sociedad.

En contexto nacional Gamarra (2017), su objetivo general era proporcionar al área de San Ramón conocimientos fundamentales e información trascendental para obtener disposiciones a través de la comprensión del uso y la cobertura del suelo, aplicando una metodología de reclasificación, para el modelo de cobertura y uso de la tierra. De acuerdo con los hallazgos del estudio, la clasificación supervisada empleando el algoritmo Random Forest siendo una alternativa confiable y efectiva para usar cuando se usan sensores pasivos para clasificar imágenes satelitales y es necesario delinear la cobertura de la tierra en la amazonía peruana. Este método también se puede utilizar en otras partes del país.

En el contexto nacional Giraldo & Vasquez (2019), fijó como objetivo general conocer el área afectada por la minería del río Ramis, mediante imágenes de satélite. Aplicando una metodología de tecnologías de teledetección que constituyen herramientas eficientes, se obtuvieron los resultados mostrándonos que la superior expansión del territorio del área explotada por la minería informal ocurre entre los años 2009 a 2011 - 908,49 ha, que forma en torno al 38,6% de la superficie inquieta por la minería desde 1984 - 2015, que exhibe investigaciones con datos anuales elevados a 450 ha. Hay otros períodos con registros considerablemente altos como 1984-1986, 2005-2006, 2008-2009, 2011-2013, 2013-2014 y 2014-2015, cuya área trastornada superó las 100 hectáreas.

En el contexto nacional Torre & Rivas (2019), fijó como objetivo general estimar la pérdida de cobertura vegetal por análisis remota en el área de Satipo - Satipofunin 2015 y 2018. Aplicando método de recolección de datos es trabajo de campo y el levantamiento

topográfico se realiza en puntos sin cobertura de vegetación, y se obtienen los resultados del levantamiento. La clasificación supervisada se puede utilizar como un método alternativo eficaz para clasificar varias categorías. El área se puede determinar sin ir al sitio y se puede aplicar a diferentes regiones del país.

### 1.2.3. Antecedentes a nivel local

En el ámbito local Carrillo & Choquehuanca (2019), fijó como objetivo evaluar la dinámica de la extensión urbana de la ciudad en Puno de 1980 a 2017 empleando tecnología de teledetección por medio de imágenes satelitales y estudio multianual. Se empleó el procedimiento de vectorización visual basado en datos espectrales de imágenes de satélite Landsat y una clasificación supervisada de probabilidades máximas. El % del área total de la ciudad da un promedio de 31.0645 hectáreas/año.

En el ámbito local Alata (2018), tiene como propósito general realizar análisis multitemporales utilizando tecnología de teledetección y SIG para la degradación del uso de la tierra debido a las actividades mineras ilegales informales en las áreas de Ananea y Kuyokuyo de 1975 a 2017. Se establece como, método de clasificación monitoreado con base en información espectral con base en los resultados de manipulación e investigación de imágenes satelitales, modelos de regresión lineal y valores de reflectancia en la banda roja e infrarroja próxima, el área alterada por la minera informal es de 8.064,32 hectáreas. 5,47% de la expansión total del territorio, avanzando en promedio 131,1 hectáreas de cambio cada año la adquisición del mapa temático ha alcanzado un rango muy aceptable, el índice Kappa resultante osciló entre 0,91 y 0,99, y la exactitud global estuvo entre 94,77% y 97,58%, la imagen MSAVI con Landsat 8 fue: (-0,27 a 0,79) y con Sentinel 2 (- 0,17 a 0,58) r, estas proporciones indican áreas sin vegetación hasta una cobertura vegetal idónea.

### 1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

#### **Objetivo General:**

Analizar el cambio de uso de suelo por actividad minera mediante percepción remota en el distrito de Ananea, periodos 2015 - 2021.

#### **Objetivos Específicos:**

- Identificar las principales categorías de cobertura y uso de suelo en el distrito de Ananea, periodos, 2015 - 2021.
- Determinar la magnitud del cambio de uso del suelo por actividad minera en el distrito de Ananea ocurridos en los períodos 2015 - 2021.

## CAPÍTULO II

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

#### 2.1. MARCO TEÓRICO

##### 2.1.1. Uso de Suelo

Según Wellington (2017), la clasificación asignada al terreno se da según lo que se muestra en la tierra. Las variaciones en la superficie del suelo ocurren como consecuencia de eventos naturales o antrópicos con el objetivo de: crear, cambiar o preservar su origen establecido.

##### ❖ Entorno Urbano

Según Defilippi (2020), el estudio del entorno urbano es importante porque las herramientas de recopilación de datos como las herramientas para medir el problema deben diseñarse y ambas deben ser aprobadas por la ciencia. Un problema técnico y social también proviene de mejorar los procedimientos de planificación urbana y repensar las ciudades en términos de sostenibilidad.

##### ❖ Zonas Mineras

De acuerdo Mayo et al. (2007), actualmente geólogos y técnicos de minas están organizando excursiones para explorar minerales (minas) y realizar estudios geológicos

en áreas con grietas y fallas debido a su alto potencial. Debido a los patrones geológicos coincidentes, esta explotación puede indicar que los indígenas precolombinos estaban al tanto de este hecho y buscaban vetas en áreas con fallas.

Según Rodríguez (2013), el desarrollo minero inadecuado ha creado procesos de remoción masiva que crean responsabilidades ambientales que causan desastres y destruyen los paisajes, la calidad del aire y agua.

#### ❖ **Vegetación Altoandina**

Según Anthelme et al. (2015), la vegetación alta de los Andes no es solo una consecuencia de las condiciones ambientales actuales, sino también un legado de su distribución histórica. Esto depende de las condiciones ambientales pasadas y su origen geográfico. Están ubicados a una altitud de más de 5000 msnm.

#### **2.1.2. Cobertura Vegetal**

De acuerdo a Velázquez et al. (2010), la vegetación es una representación evolutiva de una colección de especies de plantas en un lugar determinado y en un momento determinado. Por tanto, es un estado o indicador de un estado del ecosistema. La representación del espacio-tiempo es la cubierta vegetal. La cobertura vegetal y el uso de la tierra son el uso antrópico de la expresión de especies nativas o exóticas y el ambiente biofísico de la zona. Este es uno de los signos espaciales más importantes del paisaje natural y cultural del territorio.

#### **2.1.3. Percepción remota**

De acuerdo a Villegas (2008), la percepción remota es una ciencia que adquiere información sin relación físico con propósitos distantes y se confina a la medición de radiación electromagnética como luz visible, rayos infrarrojos, ondas de radio y calor. Según esta definición, debe existir un contacto energético entre el sensor y la superficie terrestre, por medio de la reflexión de energía solar o por la manifestación del propio

sensor. La superficie terrestre recibe este haz de energía que ha recogido el sensor, y es allí donde la señal debe ser registrada y finalmente analizada para una aplicación específica.

#### **2.1.3.1. Imágenes Satelitales**

Según Chahua (2019), Se crea una imagen satelital cuando la radiación solar de varias longitudes de onda es recolectada por sensores pasivos mientras examina la superficie de la Tierra, que se constituyen en conjuntos en función de sus propiedades (bandas espectrales) en cada dispositivo de recopilación de datos y como resultado los datos en "conjuntos de píxeles digitales" organizados (también conocidos como "ásteres") crean una imagen. Como resultado, "ND (Nivel digital)" es el lenguaje de procesamiento utilizado para toda esta transformación.

#### **2.1.3.2. Clasificación**

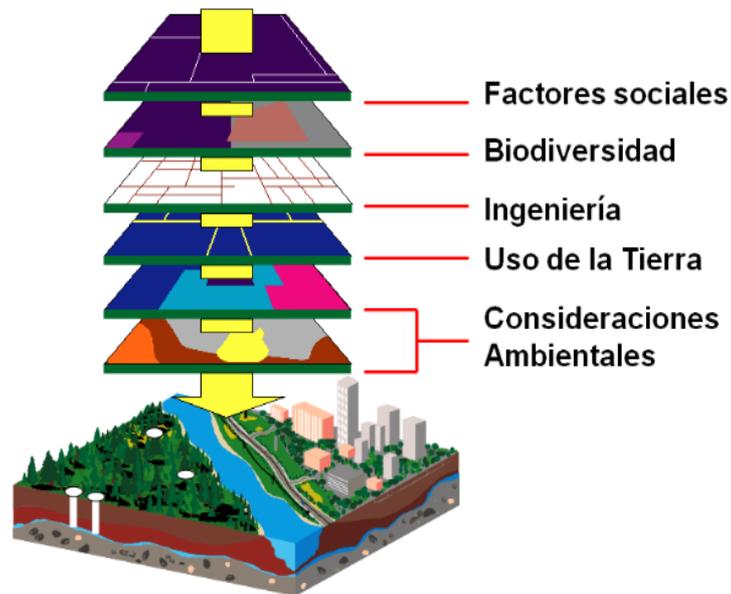
De acuerdo Torre & Rivas (2019), es la secuencia de ordenar píxeles en clase o números de clasificación, por lo que se basa en sus valores numéricos; en otras palabras, un píxel coincide con una serie de características, y estas características se asignan a esa clase o clasificación. El objetivo de la categorización es crear mapas temáticos a partir de fotografías que incluyan datos.

##### **❖ Clasificación no supervisada**

Abburu & Babu (2015), la capacidad de identificar las categorías espectrales contenidas en la imagen es una característica de este método. La diferencia con esta técnica es que no solicita sapiencias previas del campo de estudio. El foco de la interposición manual es la interpretación de los resultados obtenidos.

### ❖ Clasificación supervisada

Morales et al. (2016), las partes de entrenamiento y mapeo del enfoque de clasificación supervisada dependen del conocimiento previo de la cobertura y las estadísticas correspondientes a cada categoría espectral de la imagen.



**Figura 01:** Representación de información geográfica

**FUENTE:** Puerta et al. (2011).

#### 2.1.4. Programa LANDSAT

El programa Landsat de EE. UU. Es una página de la NASA y el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS), que ofrece la mayor colección de datos de observación de la Tierra del mundo. Desde sus orígenes en 1975 hasta el presente, continúa proporcionando imágenes científicamente valiosas en la Tierra (IGN, 2021).

### ❖ Imágenes Satélite LANDSAT- 8

IGN (2021), El lanzamiento orbital de Landsat 8 tuvo lugar el 11 de febrero de 2013. El OLI y el Thermal Infrared Sensor son los instrumentos a bordo de este satélite (TIRS). Estos sensores suministran imágenes con una resolución de 30 metros (calor), 100

metros (visible), infrarrojo próximo e infrarrojo de onda próxima y 15 metros (pancromático). Además de las bandas tradicionales, el sensor OLI proporciona una banda para detectar cirros en la atmósfera y una banda para observar la costa.

#### ❖ **Imágenes Sentinel - 2**

Delegido et al. (2016), El nuevo satélite Sentinel-2 (S2) de la ESA incluye 13 bandas, siendo 4 (azul, verde, roja e infrarrojo cercano) tienen una reflectancia espacial de 10 m, y seis de las cuales (incluidas las bandas en el borde rojo y en SWIR) tienen una resolución de 20 m. mientras que los otros tres tienen 60m para detección de nubes y ajuste atmosférico. El 23 de junio de 2015, el satélite inicial de la serie S2 se puso en órbita. Los usuarios pueden examinar y analizar las fotos de S2 utilizando un conjunto de herramientas gratuitas que la ESA ha puesto a disposición.

#### **2.1.5. Software ArcGIS**

Bosch (2018), afirma ser una pieza de software del SIG que ofrece datos espaciales que se pueden exhibir de varias maneras, incluidas tablas y gráficos. También afirma tener equipos para exhibir mapas con calidad de exposición, con ciertos ejemplos adquiridos. incluyendo mapeo, análisis espacial, etc.

#### ❖ **Combinación de bandas**

Las diferentes bandas espectrales que componen las fotos satelitales se pueden combinar para proporcionar imágenes adicionales. El programa de representar de imágenes contiene equipos particulares que le logran mezclar las bandas y proporcionar para cada banda un color de representación único para llevar a cabo esta operación. Se pueden crear fotografías en color verdadero que se asemejan a fotografías aéreas en color combinando las bandas espectrales azul, verde y roja relevantes (Bosch, 2018).

Para la imagen Landsat, para edificar esta foto, las bandas 1-2-3 se agrupan y a cada banda se le asigna un color correspondiente, es decir, azul, verde y rojo. De tal forma,

Este patrón se rompe con la imagen de color falso , que en su lugar asigna el color verde, azul, y rojo a varias bandas. Combinando Landsat 2-3-4 bandas, se obtienen imágenes en falso color, que se utilizan ampliamente para interpretar imágenes de satélite y asignar un color a cada persona. La banda 2 registra la radiación verde, la banda 3 registra la radiación roja y la banda 4 registra la radiación azul, verde y roja, respectivamente (que registra la radiación infrarroja) (Bosch, 2018).

Se pueden combinar diferentes bandas espectrales de las fotos satelitales para proporcionar imágenes adicionales. Los softwares de representación de imágenes ofrecen instrucciones particulares que consienten fusionar bandas y darle un color de representación único para llevar a cabo esta función (Briones, 2018).

Se puede crear una imagen en color genuina que se asemeje a una toma aérea en color combinando las bandas espectrales que corresponden al verde, azul, y rojo. Las bandas 1-2-3 se fusionan en las imágenes de Landsat y cada banda recibe su color correspondiente, que en este caso es azul, verde o rojo (Briones, 2018).

Por lo tanto, una imagen en color falso no se adhiere a este patrón; en cambio, se asignan varias bandas espectrales a los tonos azul, verde y rojo. Al mezclar las bandas Landsat 2-3-4, se produce una imagen en color falso que se emplea comúnmente en la interpretación de imágenes satelitales y asignando a cada una un color. La banda 2 (registra la radiación verde) recibe el color azul, la banda 3 (registra la radiación roja ) y la banda 4 (registra la radiación verde ) el color verde (la que registra la radiación infrarroja cercana ) (Briones, 2018).

Debido a que la vegetación activa refleja la mayor parte de la irradiación infrarroja proxima incidente, resultante una imagen de colores falsos en la que la masa floral de las regiones selváticas parecerá de color rojiso oscuro, mientras que la masa floral bajo estrés (debido a enfermedades o sequías) aparecerá de color amarillento. Los ríos con agua pura también se verán negros, mientras que los ríos con mucha arena se verán

azules. Por último, pero no menos importante, esta imagen representará espacios abiertos desprovistos de flora en azul grisáceo y pastos y áreas agrícolas en rojo brillante (Briones, 2018).

### 2.1.6. Índice De Kappa (K)

Morales et al. (2016), la investigación mundial de matrices de confusión se lleva a cabo utilizando técnicas analíticas categóricas multivariadas para examinar muchas correlaciones entre varias categorías. La estadística kappa (k) es uno de los marcadores más utilizados en este sentido. Medir la discrepancia entre el mapa observado y la concordancia entre la realidad y las expectativas. Intente ignorar los efectos de las variables aleatorias y minimice la bondad del ajuste basándose únicamente en la precisión de la clasificación. El propósito de esta prueba es estimar si la categorización ha identificado con precisión la categoría de interés en comparación con lo que se habría descubierto mediante una asignación aleatoria. Morales et al. (2016), tal y como se describe en la ecuación.

$$k = \frac{N \sum X_{ii} - \sum (X_{ii} * X_{+i})}{N^2 - \sum (X_{i} * X_{+i})}$$

Donde:

N es la suma de los datos recopilados,  $X_{ii}$  es el acuerdo observado y  $(X_{i} * X_{+i})$  representa el acuerdo previsto (producto de marginales).

**Tabla 01:** Valoración del índice de Kappa

Índice Kappa	Fuerza de concordancia
0.00	Pobre
0.01 - 0.20	Leve
0.21 - 0.40	Aceptable
0.41 - 0.60	Moderada
0.61 - 0.80	Considerable
0.81 - 1.00	Casi perfecta

**FUENTE:** Torre & Rivas (2019)

### 2.1.7. Matriz De Confusión

Briones (2018), consciente a comparar dos calificaciones: una establecida por el consumidor como cimiento y la otra, siendo evaluada. Se crea una matriz de comparación de las categorías hechas a partir de clasificación, generalmente ubicadas en diferentes sectores o en todo el mapa y se comparan las categorías de cada categorización. Se producen tres categorías de precisión utilizando la matriz de confusión: precisión global, precisión del usuario y precisión del producto .

### 2.1.8. Sistema de Información Geográfica

De acuerdo a Morales et al. (2016), en este tipo de estudios, el Sistema de Información Geográfica (SIG) se ha transformado en un instrumento útil para la evaluación y la toma de decisiones, porque el procesamiento de datos geográficos es su principal característica. La investigación sobre la conservación de la biodiversidad tiene un gran potencial para beneficiarse del procesamiento de datos geográficos utilizando SIG en la actualidad.

Según Rodríguez & Olivella (2010), los sistemas que almacenan datos geográficos son utilizados por los SIG (datos espaciales sobre qué es lo mismo, datos georreferenciados). Son especialmente buenos para resolver problemas espaciales, exhibir, actuar y ayudar en la toma de decisiones.

#### **2.1.9. Teledetección**

Según Rodríguez & Olivella (2010), la teledetección está conectada con otras tecnologías de recopilación y procesamiento de información geográfica. La técnica de detección remota, a menudo conocida como detección remota, permite la interpretación manual o automática de datos de plataformas como satélites o aviones para producir fotografías de la superficie del globo. Los sensores capturan imágenes de satélite, una fuente de información para la percepción.

#### **2.1.10. Sensores Remotos**

De acuerdo a Rodríguez & Olivella (2010), los sensores remotos se emplean para compilar datos de la superficie y el cielo del globo desde satélites que giran alrededor del planeta. Los sensores difieren en cuanto a la cantidad de espectro electromagnético que pueden detectar y el nivel de detalle que pueden percibir. Los signos se envían a estaciones emisoras de la corteza terrestre, el cual se manipulan y convierten en imágenes para su transmisión a la audiencia prevista.

### **2.2. MARCO CONCEPTUAL**

#### **2.2.1. Actividad minera**

Es el conjunto de tareas involucradas en la búsqueda y extracción de minerales del suelo y subsuelo. La exploración es la primera etapa de esta actividad y permite el descubrimiento de recursos minerales, así como la estimación de su cantidad y calidad. Los minerales obtenidos deben tener una composición que permita su procesamiento y comercialización y los gastos de operación no deben exceder las ganancias previstas,

para que se explore un lugar determinado. La prospección, el muestreo y el reconocimiento son las primeras actividades exploratorias (Carrillo & Choquehuanca, 2019).

### **2.2.2. Cambio de uso de suelos**

El cambio de uso de la tierra, también conocido como modificación del uso de la tierra, es el asunto de alteración de la cubierta floral del suelo para utilizarlo para otros fines, como la ganadería y la producción agrícola. Este tema ha sido el foco de varios estudios e investigaciones que emplean "nuevos enfoques y procesos estadísticos" y tecnologías adicionales como sistemas de información geográfica (SIG) y mapeo (Wellington, 2017).

## **2.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **2.3.1. Hipótesis General:**

El análisis del cambio de uso de suelo por la actividad minera mediante percepción remota es significativo en el distrito de Ananea, periodos 2015 - 2021.

### **2.3.2. Hipótesis Específicos:**

- Las principales categorías de cobertura y uso de suelo son zonas mineras y vegetación altoandina en el distrito de Ananea, periodos 2015 - 2021.
- La alteración del cambio de uso de suelo ocasionado por la actividad minera, es perjudicial en el distrito de Ananea ocurridos en los periodos 2015 - 2021.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. ZONA DE ESTUDIO

El presente proyecto se desarrolló en el distrito de Ananea, ubicada en las coordenadas UTM E: 451929.140 y N: 8382410.331 con una altitud de 5022 m.s.n.m en la zona denominada, la ciudad más alta del mundo.

**Límites:** limita por el Norte: provincia Sandía; Esté: Bolivia; Sur: provincia de Huancané; y por el Oeste con la: Provincia de Azángaro.

El clima del área de estudio es frígido con constantes heladas y semiseco, se determina por la existencia de una temporada de lluvias y una temporada de estiaje, en donde se registra temperaturas mínimas de hasta  $-27^{\circ}$  (SENAMHI, 2021).

#### 3.2. TAMAÑO DE MUESTRA

##### 3.2.1. Población

Según Supo (2014), es un grupo de todos los componentes que son de interés para una encuesta y estos elementos se definen como la unidad de estudio. Por ello la población en estudio está definida el cambio de uso de suelos por actividad minera en el distrito de Ananea; el cual abarca una extensión territorial de 923.56 km<sup>2</sup>.

### **3.2.2. Muestra.**

Según Arias (2012), la muestra es un subgrupo limitado característico extraído de la población asequible; pudiese ser la misma especificada a la población según el caso lo amerite.

En la presente investigación; se ha previsto que la muestra sea la misma unidad que la población; siendo definida por el cambio de uso de suelos por actividad minera en el distrito de Ananea; el cual abarca una extensión territorial de 923.56 km<sup>2</sup>.

## **3.3. METODO Y TECNICAS**

### **3.3.1. Tipo de Investigación.**

Descriptivo.

Según Guevara et al. (2020), el tipo de investigación que utiliza criterios sistemáticos para determinar la estructura o el comportamiento de conjuntos homogéneos de eventos con el fin de describir algunas de sus propiedades básicas, ofreciendo un conocimiento sistemático equivalente al de otras fuentes .

### **3.3.2. Diseño de Investigación.**

No Experimental.

Según Álvarez (2020), menciona que el diseño no experimental es cuando no existe manejo de las variables por parte del investigador.

Además según Gómez (2018), explica que el propósito de la investigación no experimental es observar los eventos a medida que ocurren en su entorno natural y luego estudiarlos. En un experimento, el investigador crea a propósito una situación en la que varias personas están expuestas.

Según Álvarez (2020), el no experimental longitudinal, se mide en dos o más ocasiones la o las variables estudiadas. Se compara los valores de las variables en diferentes ocasiones ya sea futuro y presente o presente y pasado; además, subdividen en retrospectivo y prospectivo. Pueden ser; de tendencias, evolución de grupo (cohorte) y Panel.

En el presente estudio no se efectuó la manipulación de variables de estudio; variable independiente actividad minera y variable dependiente cambio de uso de suelo por ende se considera investigación de diseño no experimental.

### **3.3.3. Método.**

Según Colomé & Femenia (2018), de igual forma se plantea que el método inductivo se refiere a la habilidad de razón basándose en la inducción, por ello se parte de indicios específicos para crear conclusiones específicas. El método deductivo se define de dos maneras: la primera es diciendo que es el razonamiento que va de lo general a lo particular; la segunda es diciendo que es la diligencia de una regla para generar un resultado.

#### **Identificar las principales categorías de cobertura y uso de suelo en el distrito de Ananea, periodos 2015 - 2021.**

Para el desarrollo de la presente investigación se descargó imágenes satelitales entre los periodos del 2015 hasta el 2021 respectivamente para obtener resultados más representativos de dos satélites; siendo la primera las imágenes satelitales Landsat; que fueron descargados del sitio web EarthExplorer del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS); escogiendo las imágenes satelitales que presenten condiciones adecuadas como es el caso de la baja nubosidad, condiciones climáticas adecuadas como es la temporada de estiaje, entre otras; y con respecto al segundo satélite se

descargó del satélite Sentinel - 2 del sitio web ESA COPERNICUS; al igual que el anterior se escogió imágenes satelitales con baja nubosidad y condiciones climáticas adecuadas.

Para cada imagen satelital obtenida del satélite Landsat; se realizaron las correcciones radiométricas y atmosféricas; no obstante, en el caso del Sentinel - 2; no se la realizó debido a que dicho satélite ya se realiza la descarga con las correcciones especificadas:

Consecutivamente en el Software ArcGIS; se identificó las categorías de cobertura y uso de suelo clasificando cada imagen satelital mediante la herramienta ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Multivariate > Iso Cluster Unsupervised Classification; realizando una clasificación de cada categoría de cobertura y uso de suelos.

**Determinar la magnitud del cambio de uso del suelo por actividad minera en el distrito de Ananea ocurridos en los periodos 2015 - 2021.**

Con respecto al segundo objetivo se determinó la magnitud del cambio de uso del suelo por actividad minera en el distrito de Ananea, mediante la separación de la cobertura de áreas de extracción minera de las demás categorías de cobertura y uso de suelos de manera anual para establecer una tendencia decreciente o creciente respectivamente.

### **3.3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **Técnicas**

Según Lopez (2011), indica que la técnica será un grupo de mecanismos, herramientas y sistemas para administrar, recopilar, almacenar, reelaborar y transmitir datos. Además de los procedimientos, existe un conjunto de lineamientos y normas, pero su importancia es diferente. Por lo tanto, en este estudio se aplicarán las siguientes metodologías :

- Observación directa.
- Percepción remota.

### **Instrumentos de recolección de datos**

Según Fidias (2016), manifiesta que es un instrumento de compilación de información de recurso, equipo (en papel o digital) empleado para recopilar, registrar o acopiar datos se define como:

- Estudio visual.
- Sistema de información geográfica (SIG).

### **Técnicas de análisis (opcional según la característica del estudio)**

- Clasificación Supervisado En Software (ArcGIS)
- Matriz De Confusión
- Índice De Kappa
- Validación en campo (Fotografías)

#### **a) Visita Exploratorio I**

La visita exploratoria se realizó por medio de recorrido por la zona de estudio, de acuerdo a las categorías y uso de suelos planteados en la presente investigación, esto se detalla en las fotografías anexadas en el presente estudio.

### **Validación de instrumento**

La validez interna es el concepto de que el puntaje general del instrumento debe coincidir con el puntaje parcial de cada uno de sus componentes para que el instrumento sea considerado válido Supo (2014).

**Tabla 02:** Datos a considerar Valoración del índice de Kappa.

<b>Rangos</b>	<b>Magnitud</b>
0.81 a 1.00	Muy Alta
0.61 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderna
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a 0.20	Muy Baja

**FUENTE:** Santos (2017).

### 3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

**Variable independiente:** Actividad Minera.

**Variable dependiente:** Cambio de uso de suelo.

Tabla 03: Operacionalización de variables.

Variable	Definición	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Unidad de medida
<b>Variable independiente:</b>	Según Pineda (2011), el término " actividad minera "	La variable independiente: actividad minera se refiere a un grupo de operaciones que incluyen el descubrimiento y extracción de minerales del suelo y subsuelo que alteran el medio ambiente al causar deforestación, contaminación del agua y contaminación del aire.	Magnitud del cambio de uso de suelos por actividad minera.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Periodo 2015</li> <li>• Periodo 2016</li> <li>• Periodo 2017</li> <li>• Periodo 2018</li> <li>• Periodo 2019</li> <li>• Periodo 2020</li> <li>• Periodo 2021</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Km<sup>2</sup></li> </ul>

<p><b>Variable dependiente:</b> Cambio de uso de suelo.</p> <p>de uso de la tierra es la culminación de los cambios en el suelo provocados por eventos tanto naturales como humanos. La idea se relaciona con lo que sucede como resultado de la actividad socioeconómica sobre una cubierta terrestre</p>	<p>Según Pineda (2011), En un sentido práctico, el cambio de uso de la tierra es la culminación de los cambios en el suelo provocados por eventos tanto naturales como humanos. La idea se relaciona con lo que sucede como resultado de la actividad socioeconómica sobre una cubierta terrestre</p>	<p>La variable independiente: actividad Minera, se operacionaliza por medio de las categorías de cobertura y uso de suelos; Glaciares, Herbazal (Ichu), Lagunas lagos y ciénagas naturales, Tierras desnudas (áreas erosionadas, degradadas y afloramientos rocosos), Turberas y bofedales, Áreas arenosas naturales y áreas de extracción de minería); obtenida mediante el método de clasificación supervisada en el Software ArcGIS.</p>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Glaciares</li> <li>• Herbazal (Ichu)</li> <li>• Lagunas lagos y ciénagas naturales</li> <li>• Tierras desnudas (áreas erosionadas, degradadas y afloramientos rocosos)</li> <li>• Turberas y bofedales</li> <li>• Áreas arenosas naturales</li> <li>• Áreas de extracción de minería.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• %</li> </ul>

### 3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO

Para contrastar las hipótesis, se procedió del siguiente modo; teniendo en cuenta que se quiere analizar el cambio de uso de suelo por la actividad minera mediante percepción remota en el distrito de Ananea, se usó el procedimiento estadístico de prueba de hipótesis Regresión Lineal Simple, en el software IBM SPSS Statistics 22, aplicando el siguiente criterio.

- **Criterio para decidir:**

P-valor  $\leq \alpha$ , se rechaza la  $H_0$  (Se acepta la  $H_1$ )

P-valor  $> \alpha$ , se acepta la  $H_0$  (Se rechaza la  $H_1$ )

## CAPÍTULO IV

### EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Según los resultados se cumplió con los objetivos planteados para el periodo de análisis 2015 al 2021; y además se indica que se amplió el rango de análisis entre los periodos 2010 al 2021; para la identificación de las principales categorías de cobertura y uso de suelo en el distrito de Ananea y la magnitud del cambio de uso del suelo por actividad minera en el distrito de Ananea; a razón de que se dispuso trabajar con imágenes satelitales sentinel 2, no obstante no se encontró datos de imágenes con baja nubosidad en ciertos años; por ello se dispuso el uso de imágenes satelitales Landsat así como también de sentinel 2.

#### **4.1. IDENTIFICACIÓN DE LAS PRINCIPALES CATEGORÍAS DE COBERTURA Y USO DE SUELO EN EL DISTRITO DE ANANEA, PERIODOS 2015 - 2021.**

En relación al primer objetivo: "Identificar las principales categorías de cobertura y uso de suelo en el distrito de Ananea, periodos 2015 - 2021"; para su cumplimiento se realizó la descarga de imágenes satelitales del área en estudio; siendo esta de dos satélites: Landsat y Sentinel.

Además recalcar que se ha trabajado con las categorías de cobertura y uso de suelo en el distrito de Ananea entre los periodos 2010 hasta el 2021; todo ello a razón de que los

resultados a obtener sean de mayor representatividad y de mayor precisión; presentando los siguientes resultados:

#### 4.1.1. Categorías de cobertura y uso de suelo en el área en estudio

Las principales categorías de uso de suelo que se presenta en el área en estudio son:

- **Cobertura glaciar-**. El área en estudio presenta una masa gruesa de hielo en las zonas de mayor altitud; que resulta de la compactación y recristalización de la nieve, mostrando signos de flujo reciente o anterior , y revelando la presencia de gruesas capas de hielo de agua que se mueven lentamente (**Figura 20 y 21**).
- **Cobertura Herbazal (ichu)-**. La cobertura de suelos herbazal comprende los pastos; siendo en este caso en el área en estudio la presencia de Ichu en mayor proporción; todo ello característico del altiplano puneño; también puede describirse como la cubierta gruesa o abierta formada por una comunidad de plantas formada principalmente por componentes herbáceos que evolucionaron naturalmente en una variedad de densidades y sustratos (**Figura 22 y 23**).
- **Lagunas, lagos y ciénagas naturales-**. En el área en estudio se presenta los lagunas, lagos y ciénagas naturales; las que son charcos de agua dulce que no están conectados al mar ni al océano y que, en cambio, se nutren del flujo de ríos o arroyos, la escorrentía de lluvia y, en algunos casos, la filtración ascendente de agua subterránea.o (**Figura 24**).
- **Tierras desnudas-**. Las tierras desnudas son áreas con poca o ninguna cubierta vegetal; en su mayoría se componen de suelos áridos y quemados, cubierta de suelo arenoso y afloramientos rocosos, pudiendo ser cubierta de hielo y nieve. (**Figura 25 y 26**).
- **Turberas y bofedales-**. Son tipos de humedales en el cual el manto freático está muy

cerca a nivel del suelo compuesto por turberas o suelo orgánico; ubicadas principalmente en las zonas altoandinas; siendo este el caso del área en estudio.

- **Áreas arenosas naturales-**. Son suelos arenosos que tienen una textura granular de hasta 50 cm de profundidad y como consecuencia, tienen una baja capacidad de retención de nutrientes y agua (**Figura 27**).
- **Áreas de extracción de minería-**. Está representada por áreas donde se realiza la explotación y recolección de los minerales que han formado depósitos en la tierra y subsuelo a lo largo del tiempo; siendo la cobertura típica de este uso de la tierra en el área de estudio (**Figura 28 y 29**).



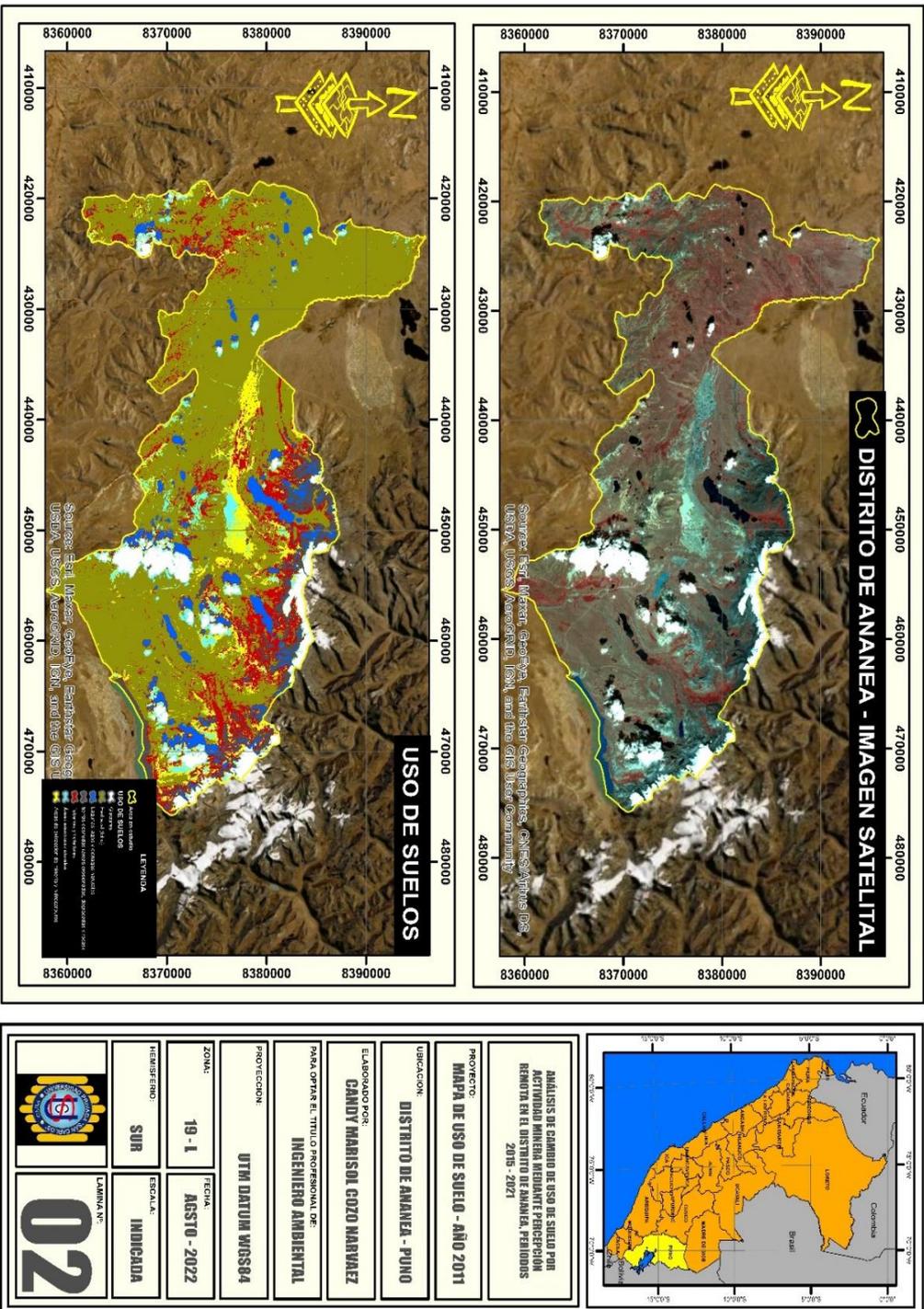


Figura 03: Mapa de cobertura y uso de suelos al año 2011 del distrito de Ananea.

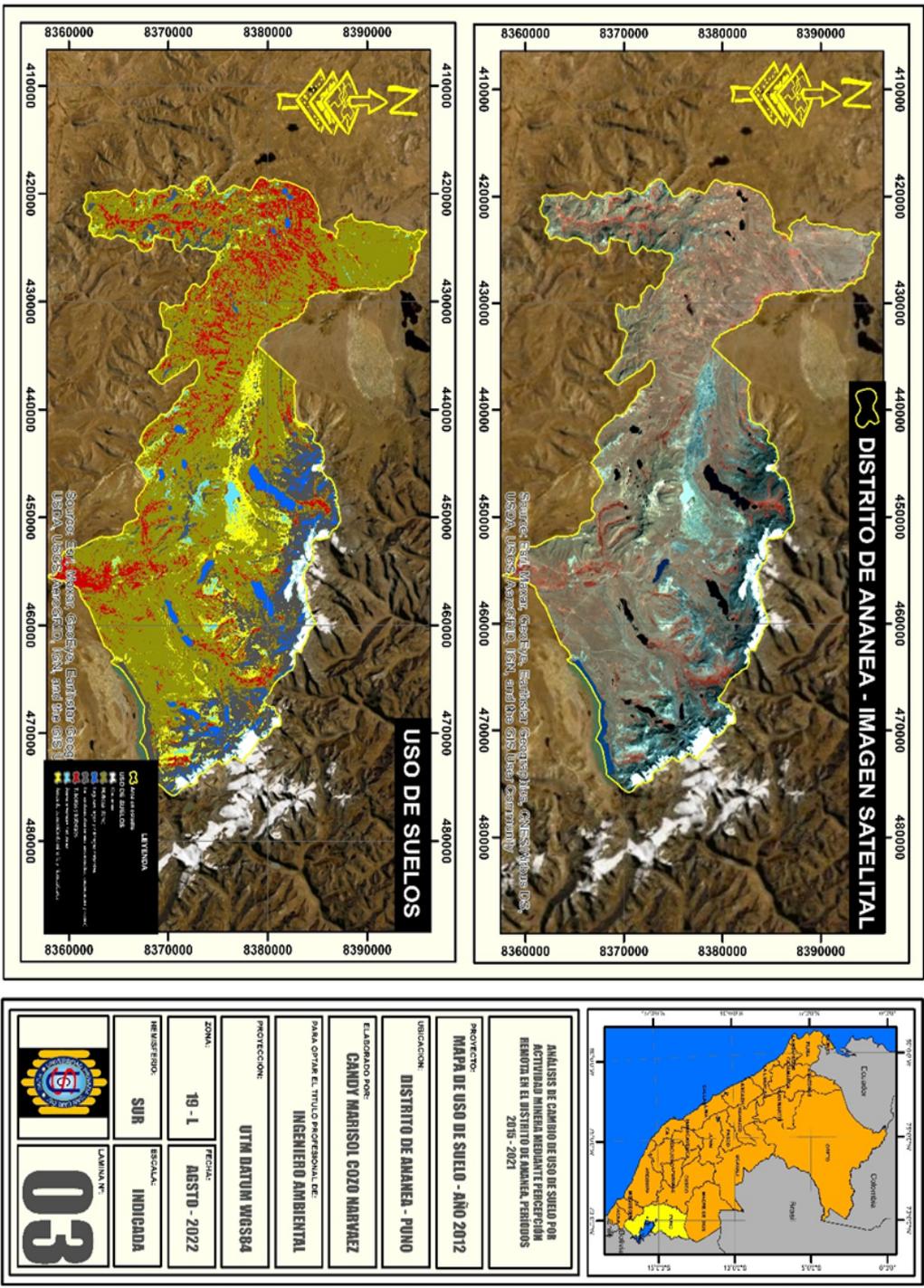


Figura 04: Mapa de cobertura y uso de suelos al año 2012 del distrito de Ananea

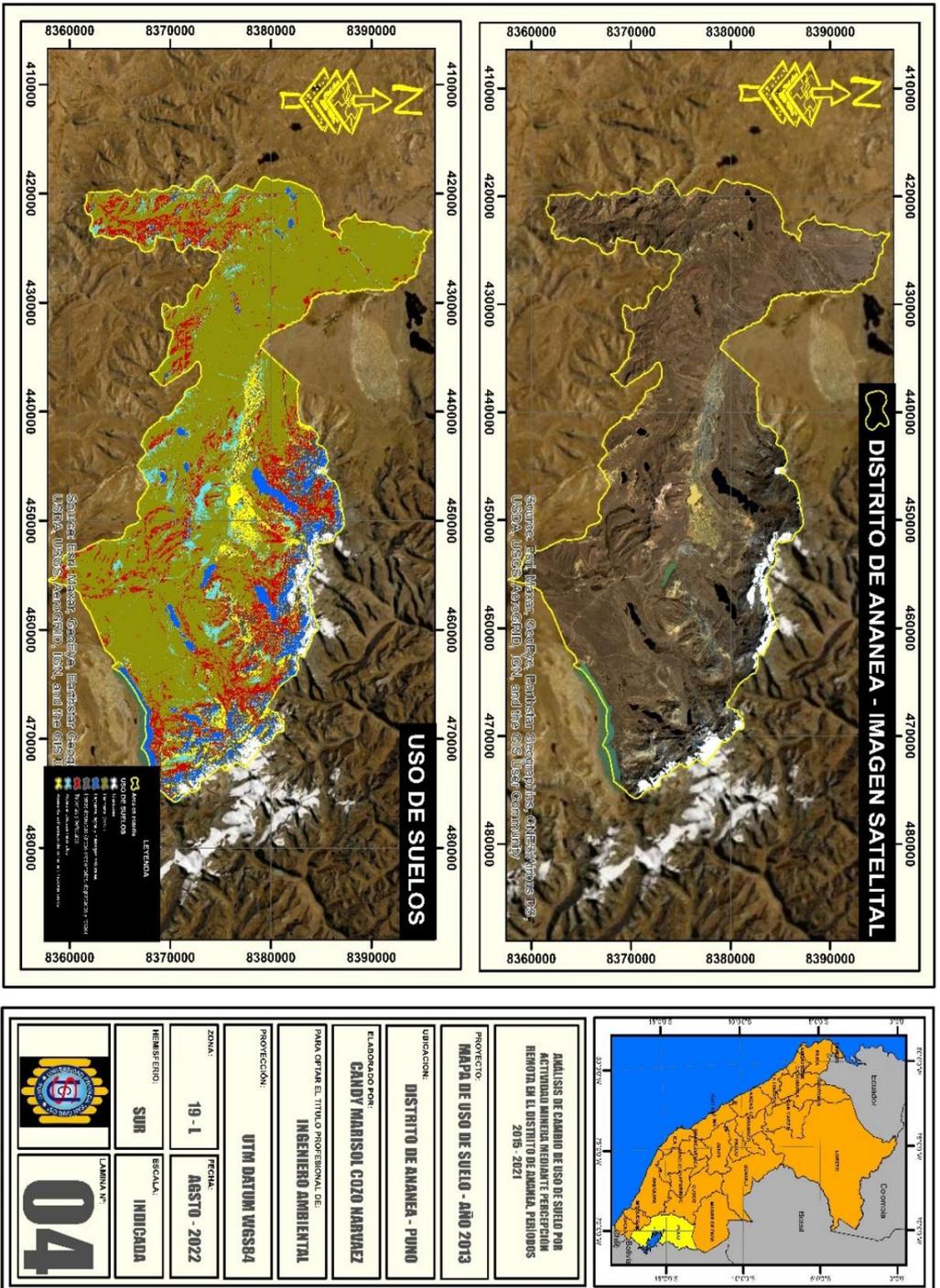


Figura 05: Mapa de cobertura y uso de suelos al año 2013 del distrito de Ananea.

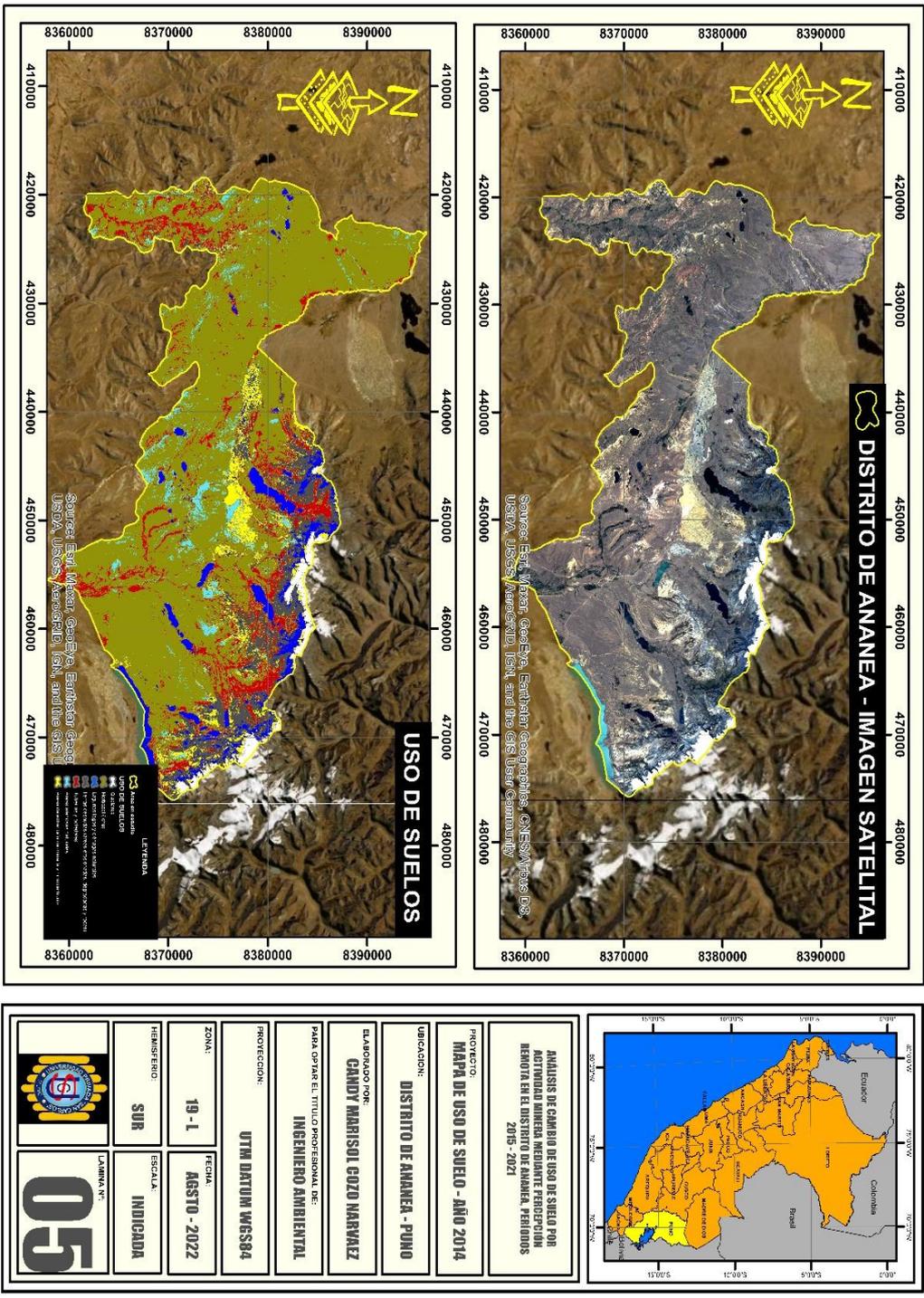


Figura 06: Mapa de cobertura y uso de suelos al año 2014 del distrito de Ananea.

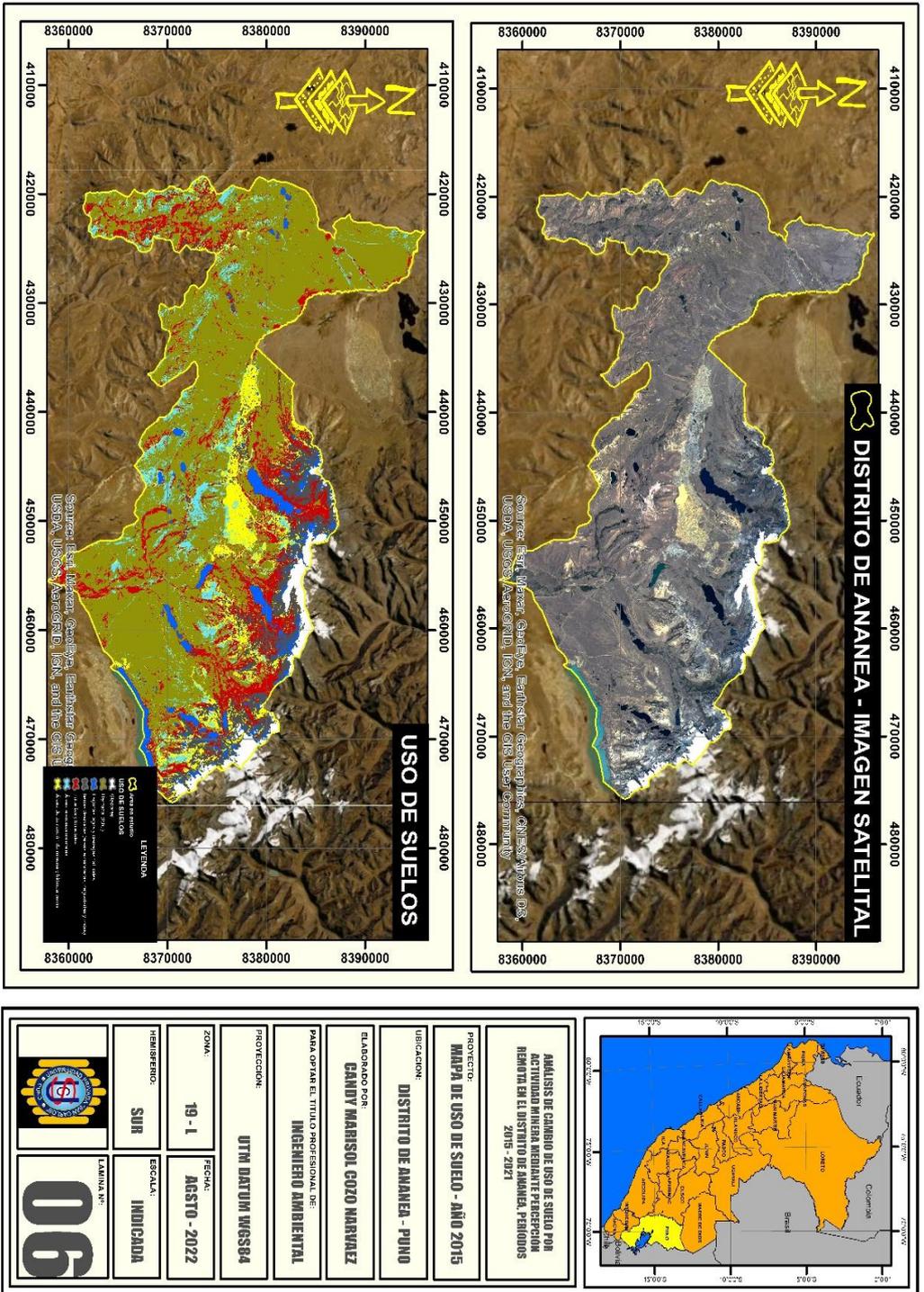


Figura 07: Mapa de cobertura y uso de suelos al año 2015 del distrito de Ananea.

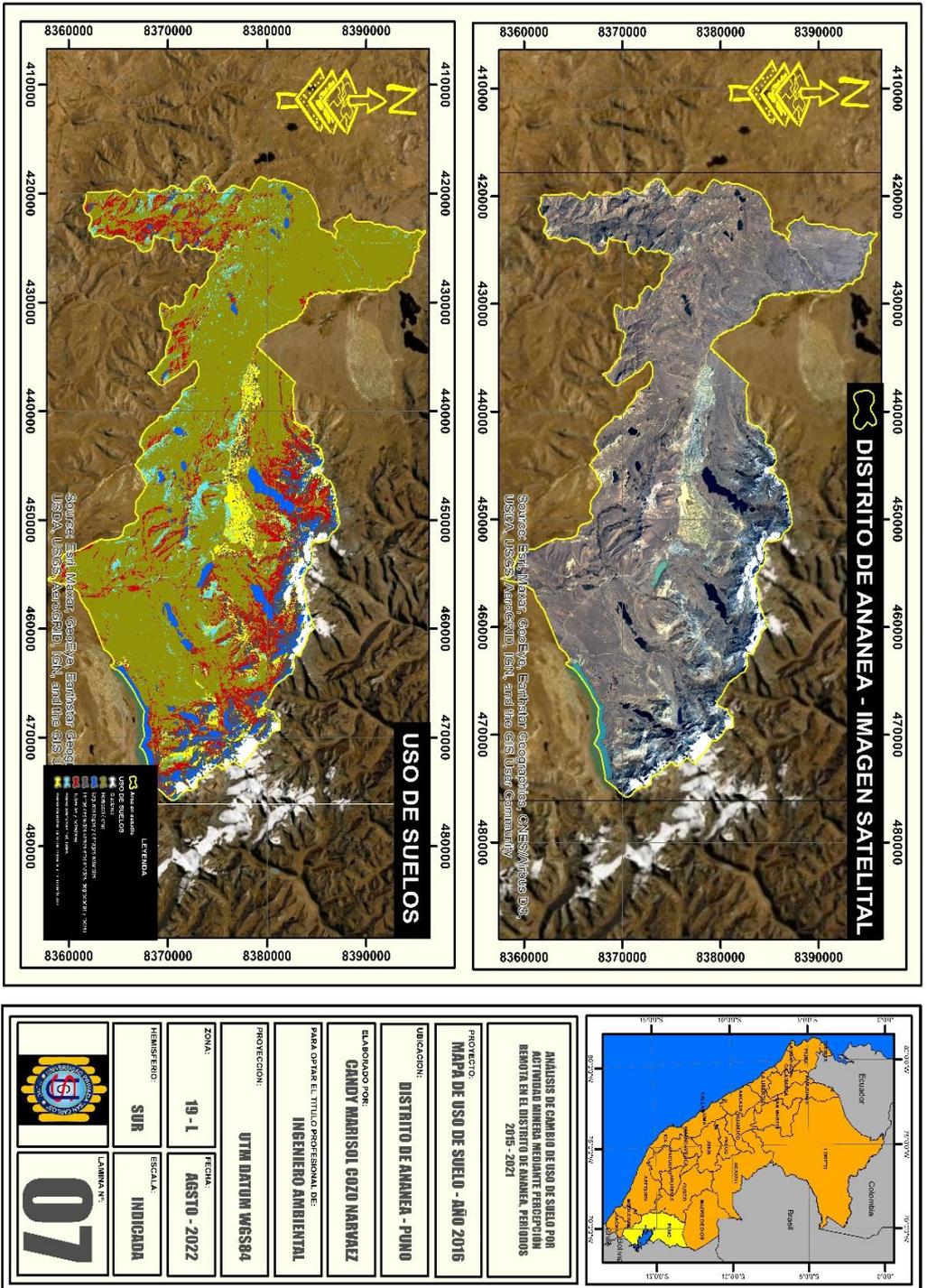


Figura 08: Mapa de cobertura y uso de suelos al año 2016 del distrito de Ananea.

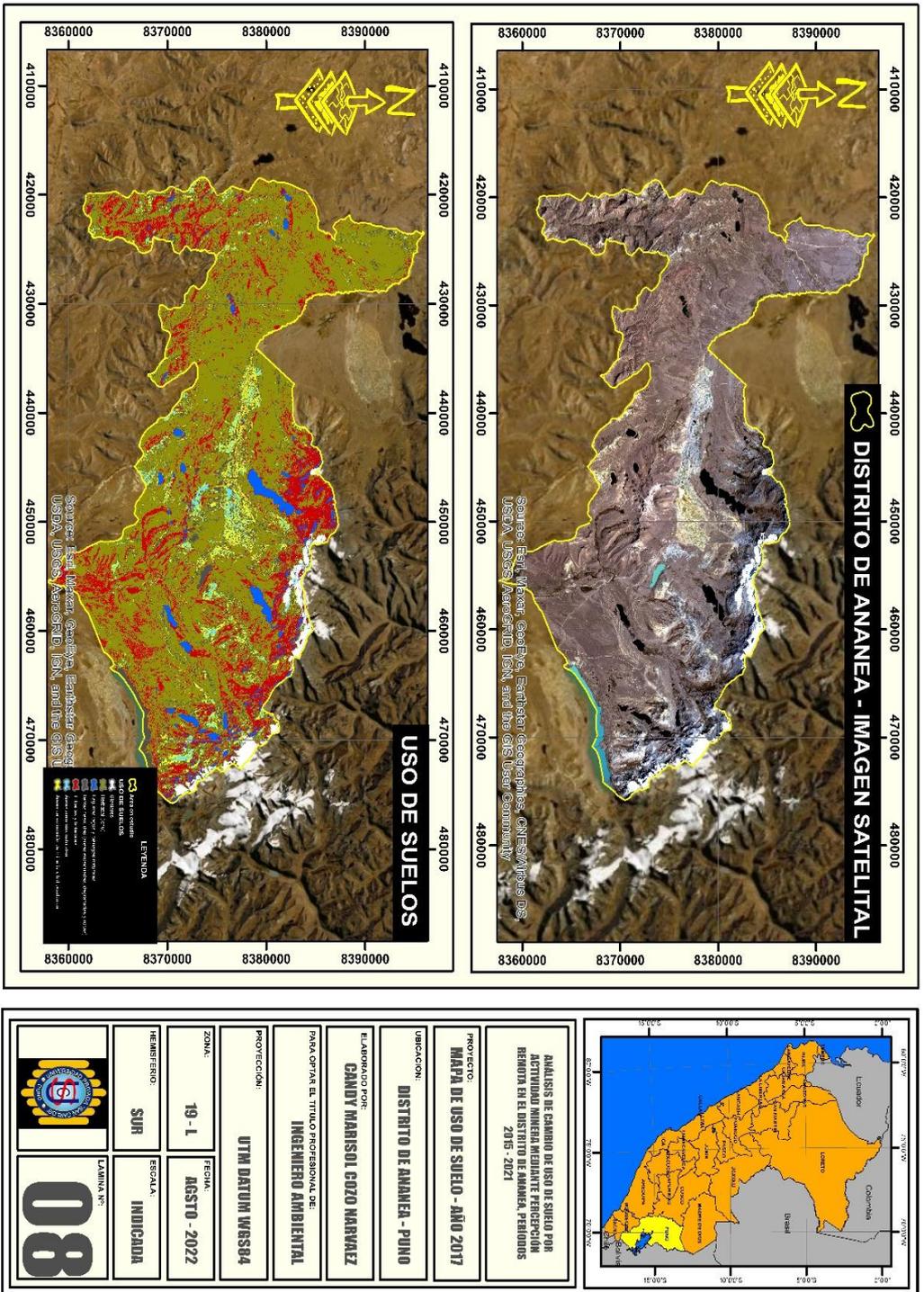


Figura 09: Mapa de cobertura y uso de suelos al año 2017 del distrito de Ananea.



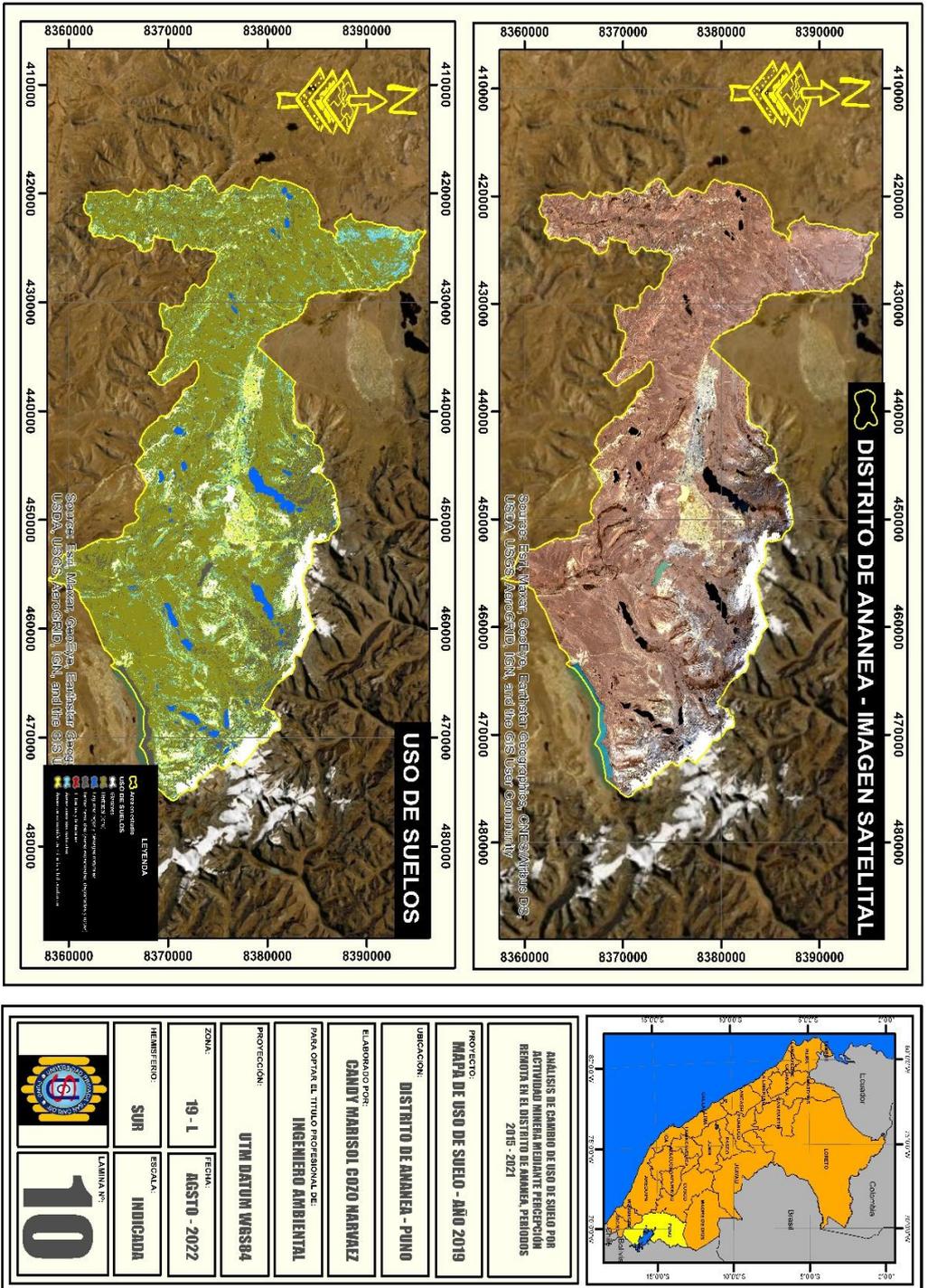


Figura 11: Mapa de cobertura y uso de suelos al año 2019 del distrito de Ananea.

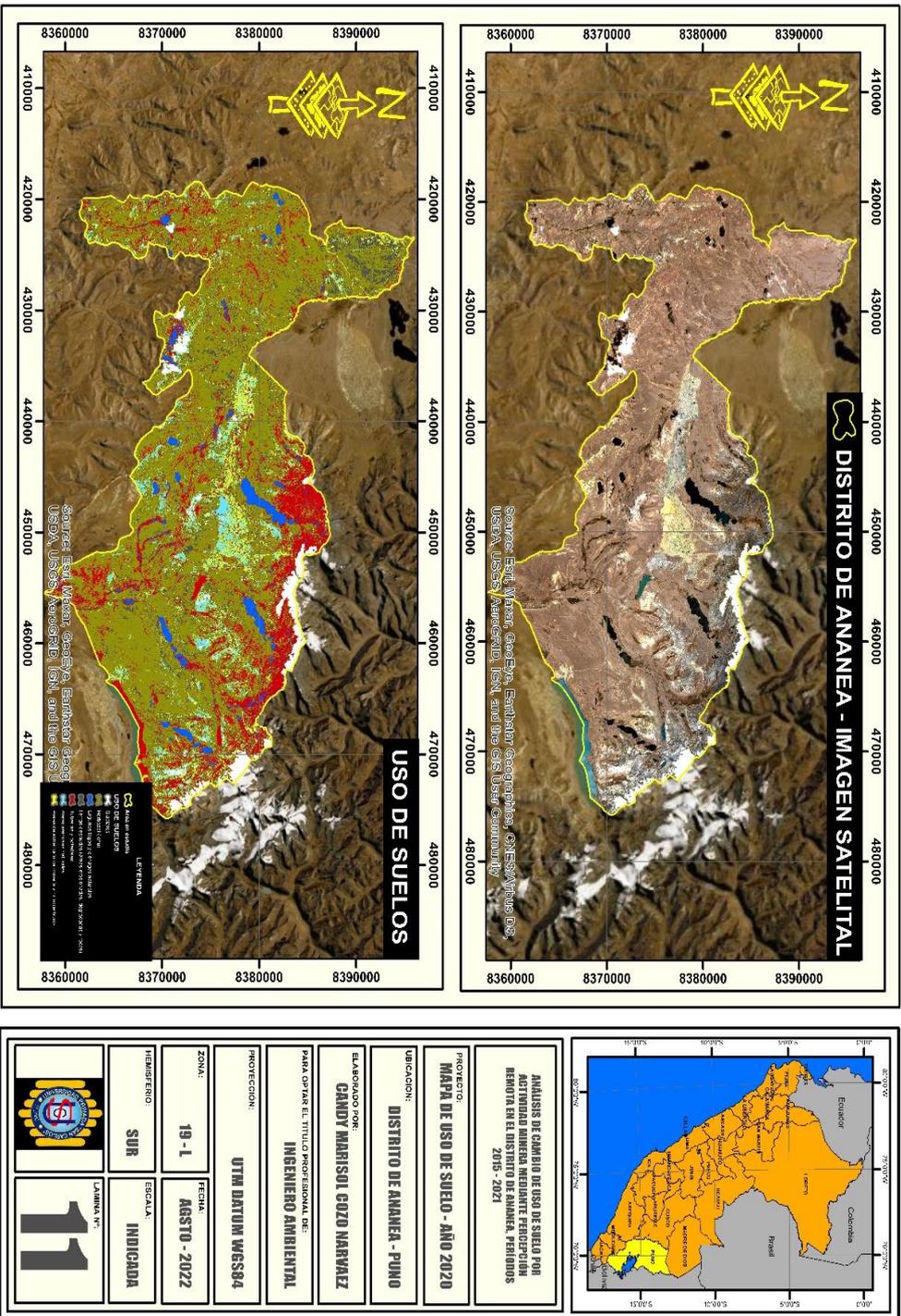


Figura 12: Mapa de cobertura y uso de suelos al año 2020 del distrito de Ananea.

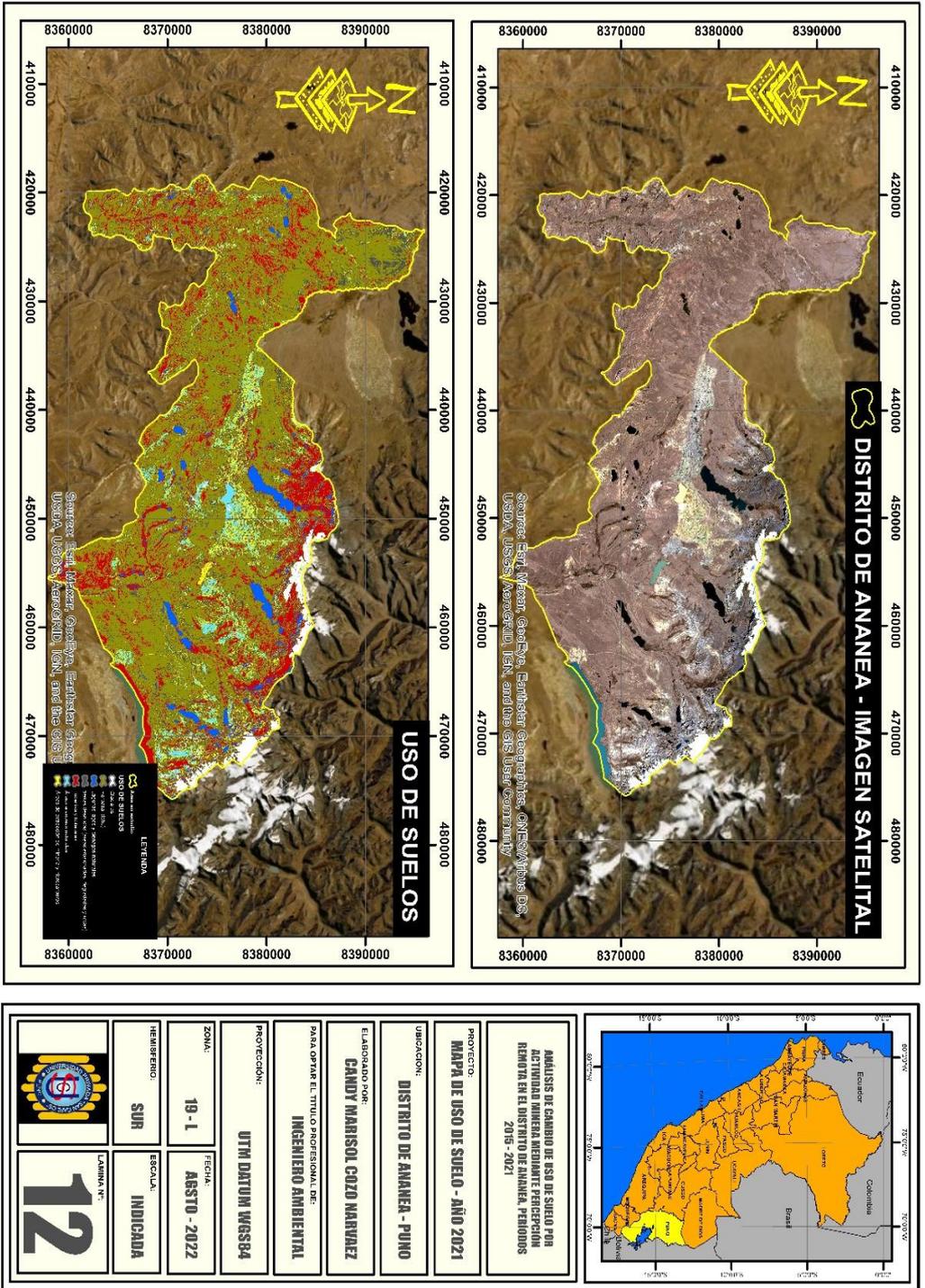


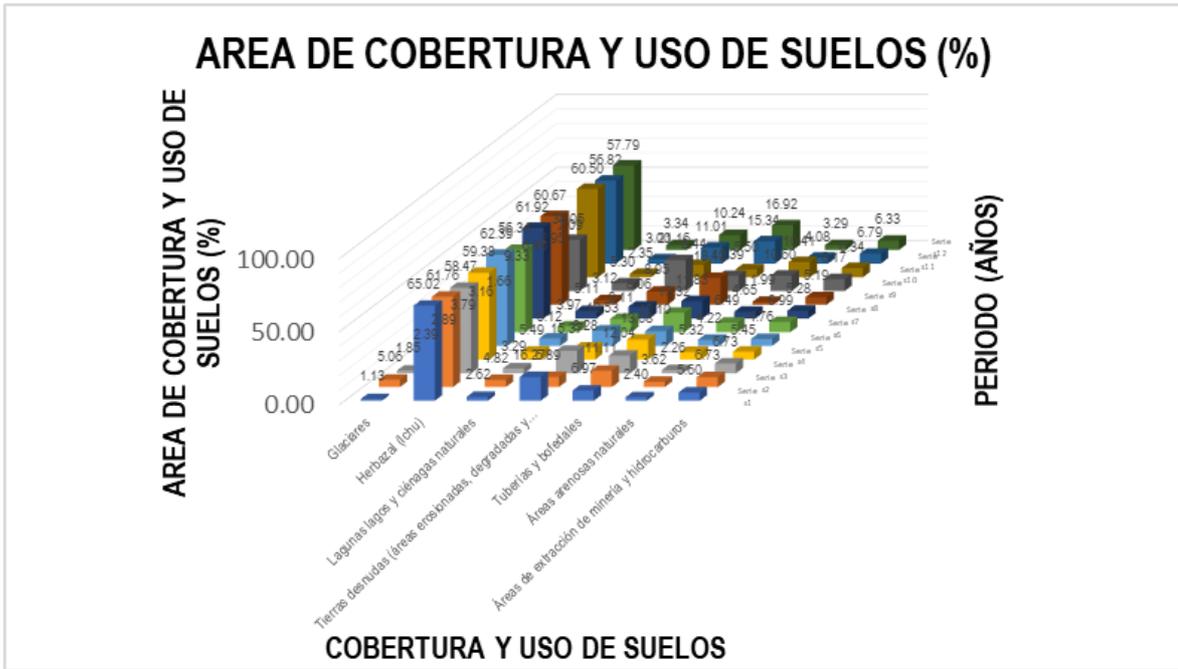
Figura 13: Mapa de cobertura y uso de suelos al año 2021 del distrito de Ananea

En las figuras 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, y 13; se aprecia el mapa de cobertura y uso de suelos entre los periodos 2010 a 2021 del distrito de Ananea; indicando que el color blanco representa a la cobertura glaciaria; el color verde a la cobertura herbazal (Ichu); el color azul representa las lagunas, lagos y ciénagas naturales; el color gris a las áreas desnudas (áreas erosionadas, degradadas y afloramientos rocosos); el color café representa a las Tuberías y bofedales; el color celeste representa a las áreas arenosas naturales y el color amarillo representa a las áreas de extracción de minería e hidrocarburos.

En la tabla 4, se aprecia el área de cobertura y uso de suelos (%) entre los periodos de 2010 – 2021; indicando que el área de cobertura glaciaria está en disminución con el pasar del tiempo; además con respecto a la cobertura y uso de suelos Herbazal (Ichu) está entre un rango de 35.05% a 65.02% de extensión del área en estudio; también la extensión porcentual de la cobertura de Lagunas lagos y ciénagas naturales está en disminución; también la cobertura de tierras desnudas (áreas erosionadas, degradadas y afloramientos rocosos); se presenta en un rango de 6.89% a 21.16% del área en estudio; por otro lado también hay un aumento de las Tuberías y bofedales producto de la pérdida glaciaria; con respecto a las áreas arenosas naturales está en un rango de 1.99% y 10.60% de la extensión territorial; y finalmente hay un aumento progresivo de las áreas de extracción de minería e hidrocarburos.

Tabla 04: Área de cobertura y uso de suelos (%) entre los periodos de 2010 - 2021.

Cobertura y uso de suelo	ÁREA DE COBERTURA Y USO DE SUELOS (%) ENTRE LOS PERIODOS DE 2010 - 2021											
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Glaciares	1.13	5.06	1.85	2.39	2.89	3.79	3.16	1.66	9.33	6.46	2.95	2.09
Herbazal (Ichu)	65.02	61.76	58.47	59.38	62.39	56.34	61.92	60.67	35.05	60.50	56.82	57.79
Lagunas lagos y ciénagas naturales	2.62	4.82	3.29	5.49	5.12	3.97	5.11	3.12	5.30	2.35	3.00	3.34
Tierras desnudas (áreas erosionadas, degradadas y afloramientos rocosos)	16.27	6.89	15.37	8.28	10.53	9.11	8.06	8.95	21.16	8.44	11.01	10.24
Turberas y bofedales	6.97	11.11	12.04	13.68	10.10	13.32	11.83	18.42	10.39	5.50	15.34	16.92
Áreas arenosas naturales	2.40	3.62	2.26	5.32	4.22	6.49	4.65	1.99	10.60	10.41	4.08	3.29
Áreas de extracción de minería	5.60	6.73	6.73	5.45	4.76	6.99	5.28	5.19	8.17	6.34	6.79	6.33
ÁREA TOTAL (%)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00



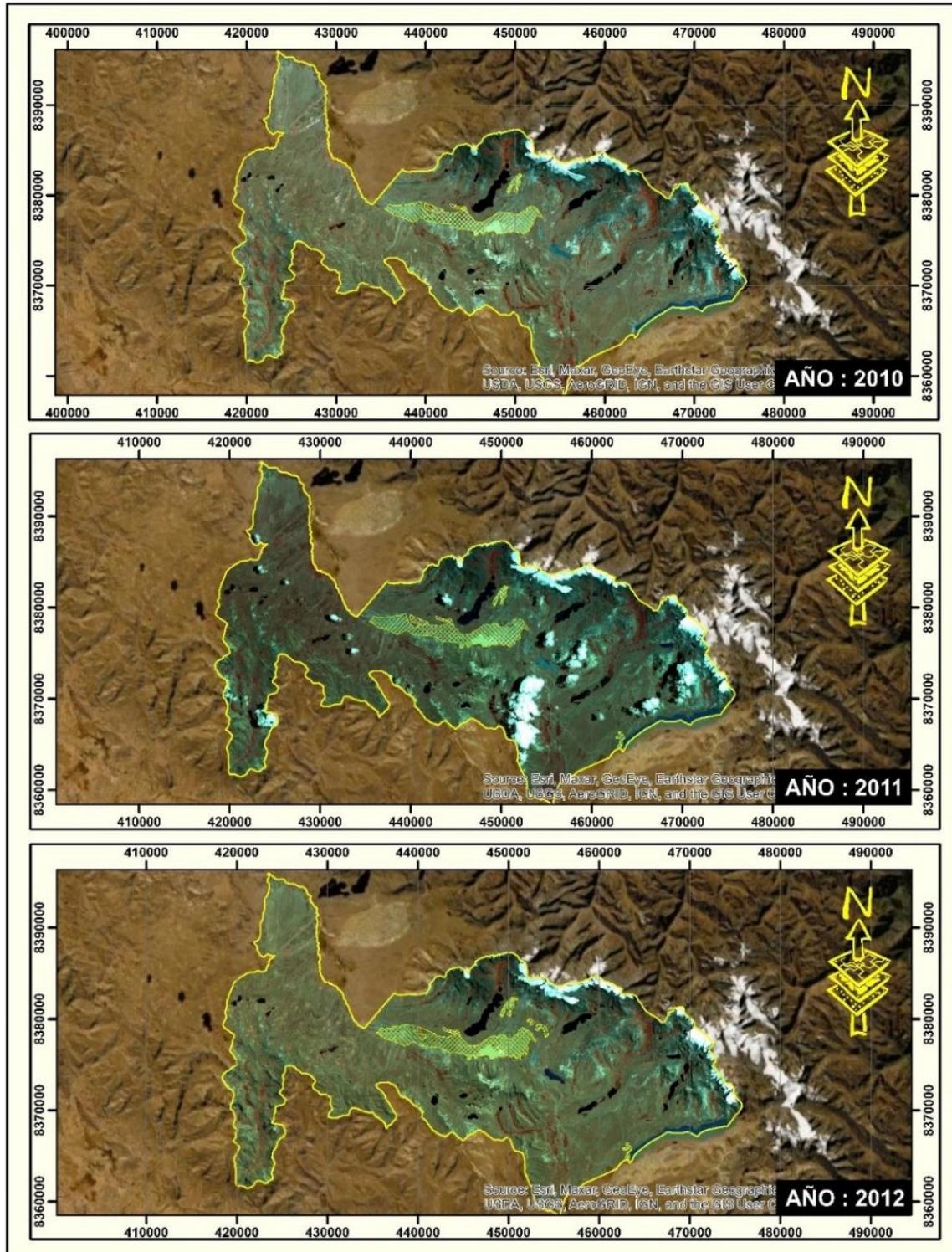
**Figura 14:** Área de cobertura y uso de suelos (%) entre los periodos de 2010 - 2021

En las figura 15; se aprecia el Área de cobertura y uso de suelos (%) entre los periodos de 2010 – 2021 de manera gráfica; indicando que en toda la extensión del Distrito de Ananea, predomina la cobertura Herbazal caracterizada por el Ichu; en un rango superior al 50% del área; le sigue las tuberías y bofedales; luego las tierras desnudas (áreas erosionadas, degradadas y afloramientos rocosos); posteriormente las Áreas de extracción de minería que sigue en crecimiento de su extensión; seguidamente las áreas arenosas naturales; luego las lagunas lagos y ciénagas naturales y finalmente en menor proporción los Glaciares.

#### **4.2. DETERMINACIÓN DE LA MAGNITUD DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO POR ACTIVIDAD MINERA EN EL DISTRITO DE ANANEA OCURRIDOS EN LOS PERÍODOS 2015 - 2021.**

En relación al segundo objetivo: “Determinar la magnitud del cambio de uso del suelo por actividad minera en el distrito de Ananea ocurridos en los períodos 2015 - 2021”; para su cumplimiento se realizó la zonificación de las áreas de extracción minera en el distrito de Ananea en el Software ArcGIS; para así conocer el comportamiento del cambio de uso de suelo por actividad minera.

También cabe recalcar que se ha trabajado con la magnitud del cambio de uso del suelo por actividad minera en el distrito de Ananea entre los periodos 2010 hasta el 2021; al igual que el anterior caso mencionado; todo ello a razón de que los resultados a obtener sean de mayor representatividad y de mayor precisión; presentando los siguientes resultados:



**Figura 15:** Cambio de uso de suelo por actividad minera periodo 2010 – 2012

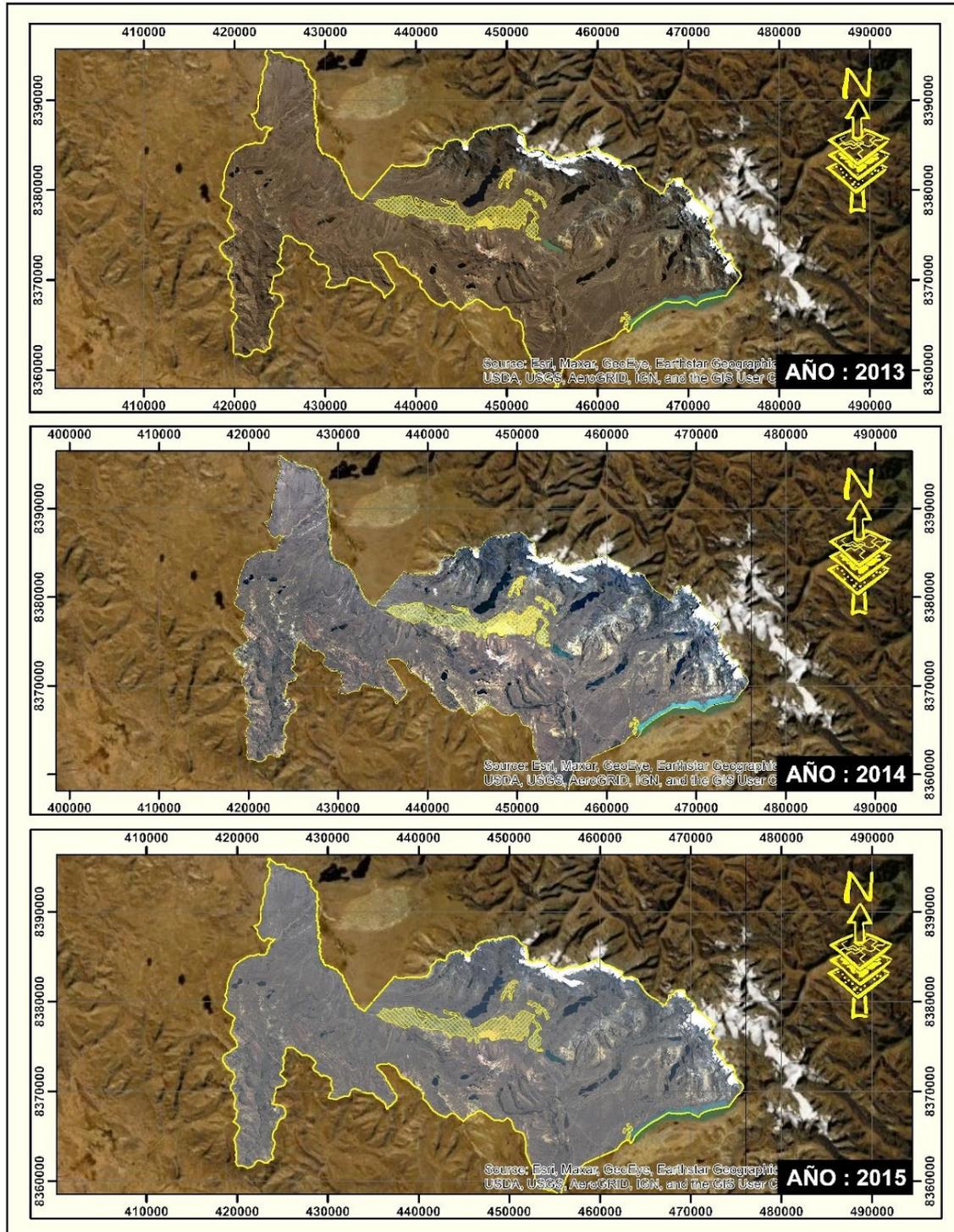


Figura 16: Cambio de uso de suelo por actividad minera periodo 2013 – 2015

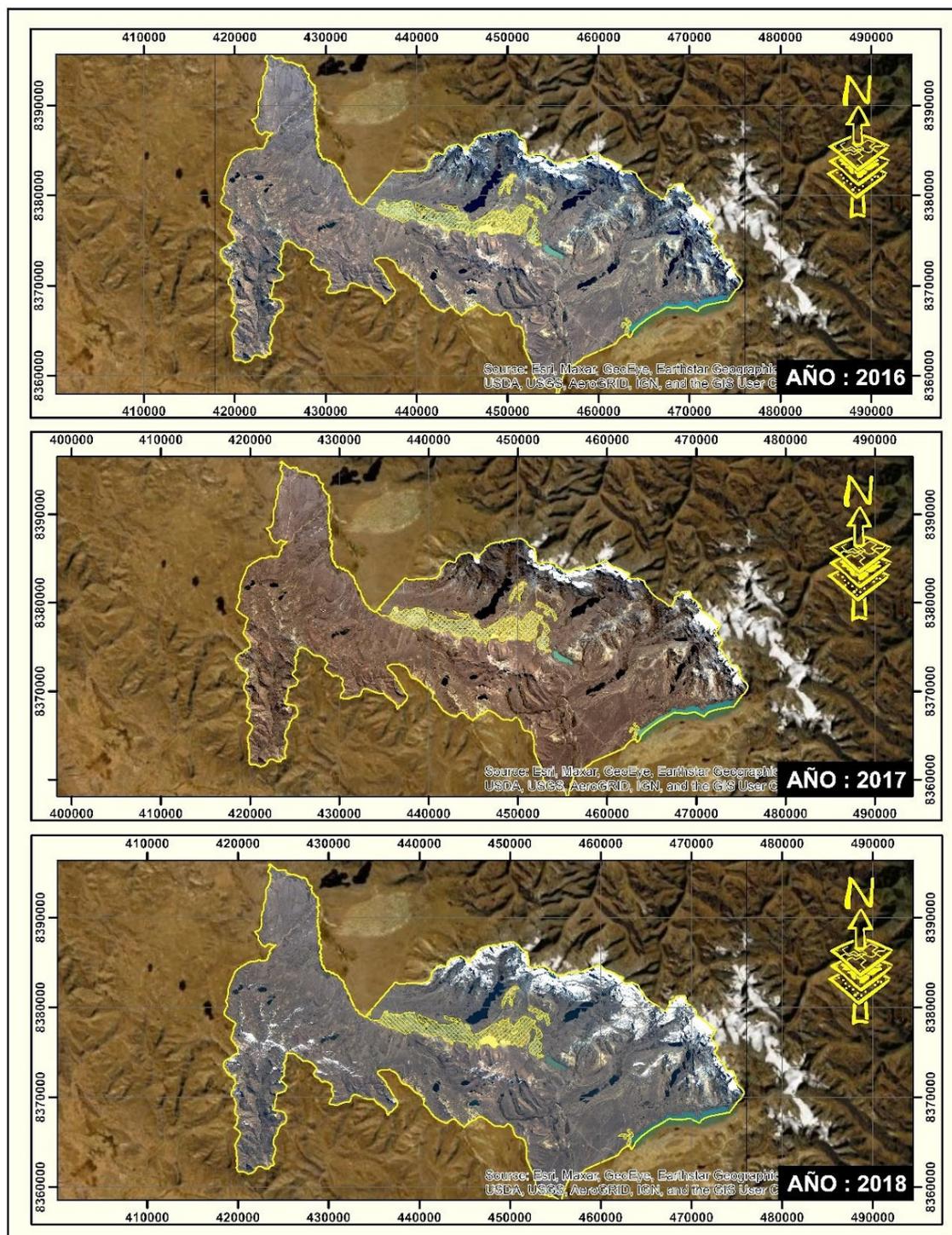


Figura 17: Cambio de uso de suelo por actividad minera periodo 2016 – 2018

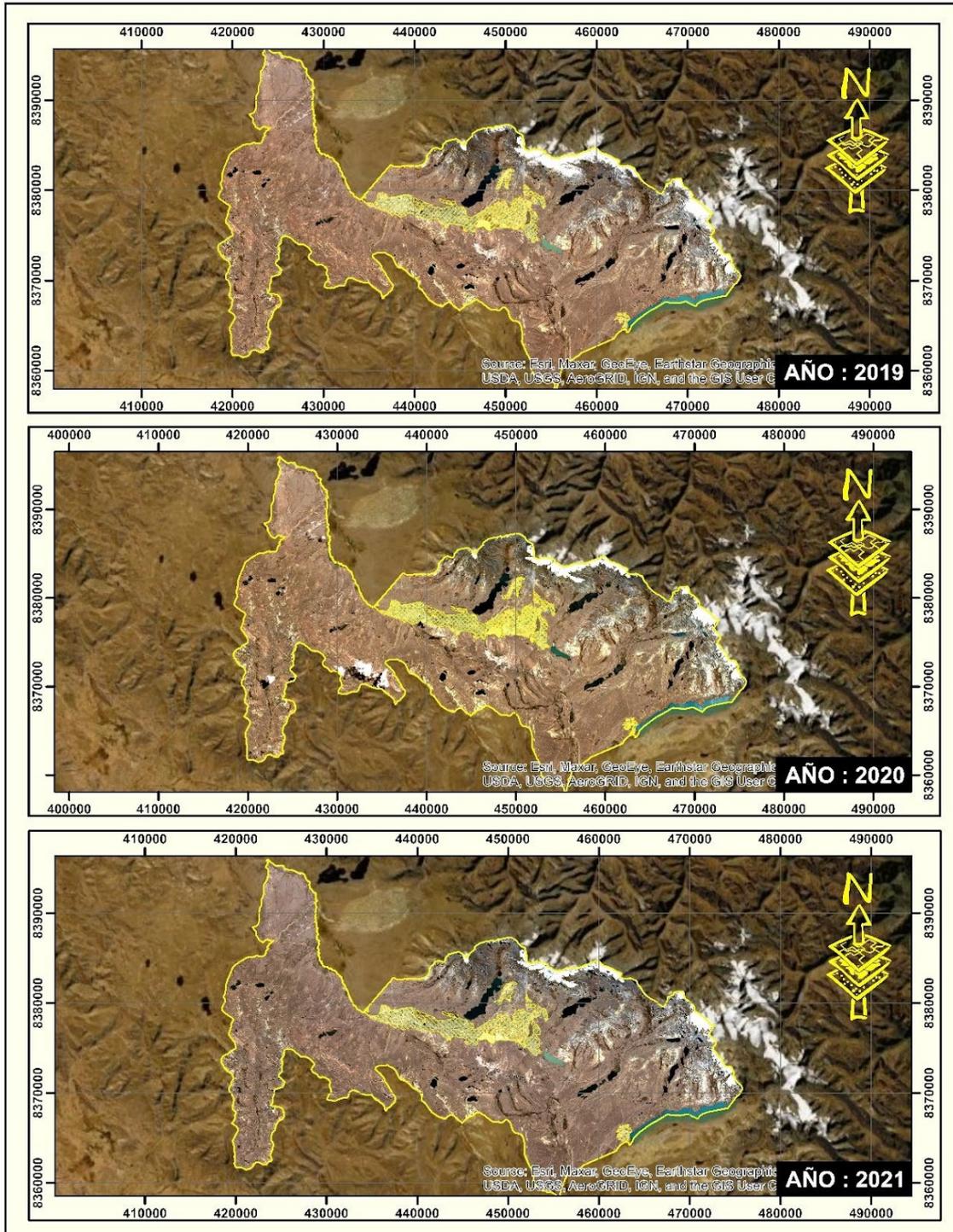


Figura 18: Cambio de uso de suelo por actividad minera periodo 2019 – 2021

En las figuras 15, 16, 17 y 18; se aprecian el cambio de uso de suelos por actividad minera desde el año 2010 al año 2021 del distrito de Ananea respectivamente; indicando que al año 2010 presentó una cobertura de actividad minera de 30.27km<sup>2</sup>; siendo el más inferior a los demás años precedentes; el año 2011 una cobertura de actividad minera de 31.20km<sup>2</sup>; el año 2012 una cobertura de actividad minera de 33.44km<sup>2</sup>; el año 2013 una cobertura de actividad minera de 36.07km<sup>2</sup>; el año 2014 una cobertura de actividad minera de 36.66km<sup>2</sup>; el año 2015 una cobertura de actividad minera de 37.49km<sup>2</sup>; el año 2016 una cobertura de actividad minera de 38.17km<sup>2</sup>; el año 2017 una cobertura de actividad minera de 38.70km<sup>2</sup>; el año 2018 una cobertura de actividad minera de 39.94km<sup>2</sup>; el año 2019 una cobertura de actividad minera de 43.32km<sup>2</sup>; el año 2020 una cobertura de actividad minera de 44.71km<sup>2</sup> y para el año 2021 una cobertura de actividad minera de 46.85km<sup>2</sup>; manifestando que con el pasar de los años la actividad minera en el distrito de Ananea tiene a aumentar.



**Figura 19:** Tendencia de cambio de uso de suelo por actividad minera periodo 2010 – 2021

En la figura 20, se aprecia la tendencia de cambio de uso de suelos por actividad minera entre los periodos 2010 a 2021; indicando que se visualiza una tendencia creciente de expansión de la actividad minera; presentándose una tasa de crecimiento de 1.39% de manera anual; y con el pasar de los años, ya sea 2022, 2023 u otros años; presentara una pérdida de la cobertura de uso de suelos superior al año anterior con respecto a la actividad minera; si no se desarrolla una extracción minera de manera sostenible.

#### 4.2.1. Indicadores de validación

Para la validación y tener una exactitud de los mapas entre los periodos (2010 – 2021) se realizó a través de métricas cuantitativas de evaluación: la matriz de confusión, el índice Kappa (IK); presentando los siguientes resultados.

**Tabla 05:** Valoración el índice Kappa

<b>Año (Distrito de Ananea)</b>	<b>Precisión</b>	<b>Índice Kappa (IK)</b>	<b>Referencia</b>
2010	100%	1.00	<b>Anexo 2</b>
2011	100%	1.00	<b>Anexo 3</b>
2012	100%	1.00	<b>Anexo 4</b>
2013	100%	1.00	<b>Anexo 5</b>
2014	100%	1.00	<b>Anexo 6</b>
2015	100%	1.00	<b>Anexo 7</b>
2016	100%	1.00	<b>Anexo 8</b>
2017	100%	1.00	<b>Anexo 9</b>
2018	100%	1.00	<b>Anexo 10</b>
2019	100%	1.00	<b>Anexo 11</b>
2020	100%	1.00	<b>Anexo 12</b>
2021	100%	1.00	<b>Anexo 13</b>

En la tabla 5; se aprecia la valoración del índice Kappa; indicando que las categorías de cobertura y uso de suelos entre los periodos del 2010 al 2021; presentan un valor de 1.000; siendo indicativo de una concordancia muy buena, entre las imágenes satelitales con la realidad; con una precisión del 100%.

### 4.3. PRUEBA ESTADÍSTICA

#### 4.3.1. Formulación de la hipótesis estadística

##### Hipótesis general

$H_A$  = El análisis del cambio de uso de suelo por la actividad minera mediante percepción remota es significativo en el distrito de Ananea, periodos 2015 - 2021.

$H_N$  = El análisis del cambio de uso de suelo por la actividad minera mediante percepción remota no es significativo en el distrito de Ananea, periodos 2015 - 2021.

##### Hipótesis específicas

$H_A$  = Las principales categorías de cobertura y uso de suelo son zonas mineras y vegetación altoandina en el distrito de Ananea, periodos 2015 - 2021.

$H_N$  = Las principales categorías de cobertura y uso de suelo no son zonas mineras y vegetación altoandina en el distrito de Ananea, periodos 2015 - 2021.

$H_A$  = La alteración del cambio de uso de suelo ocasionado por la actividad minera, es perjudicial en el distrito de Ananea ocurridos en los periodos 2015 - 2021.

$H_N$  = La alteración del cambio de uso de suelo ocasionado por la actividad minera, no es perjudicial en el distrito de Ananea ocurridos en los periodos 2015 - 2021.

**En la tabla 6**, se aprecia la prueba estadística de regresión lineal del cambio de uso de suelo por la actividad minera; indicando que de acuerdo a la prueba estadística se ha

obtenido un valor de significancia de p- valor 0.00, comparado con el valor alfa 0.05 es menor. Por lo tanto, se acepta:

❖ **hipótesis general:**

**Hipótesis alterna** = El análisis del cambio de uso de suelo por la actividad minera mediante percepción remota es significativo en el distrito de Ananea, periodos 2015 - 2021

P-valor  $\leq \alpha$ , se rechaza la HN (Se acepta la HA)

P-valor  $> \alpha$ , se acepta la HN (Se rechaza la HA)

De igual manera en la **tabla 6**, se indica que se ha obtenido igualmente un P- valor 0.00, comparando con el alfa 0.05 para las principales categorías de cobertura y uso de suelo son zonas mineras y vegetación altoandina.

❖ **hipótesis específicas**

Por lo tanto también se acepta la:

**Hipótesis alterna** = Las principales categorías de cobertura y uso de suelo son zonas mineras y vegetación altoandina en el distrito de Ananea, periodos 2015 - 2021.

Y finalmente de igual manera en la **Tabla 6**, se indica que se ha obtenido un p valor 0.00 para la alteración del cambio de uso de suelos por actividad minera; e igualmente manifestando que se acepta la hipótesis planteada .

**Hipótesis alterna** = La alteración del cambio de uso de suelo ocasionado por la actividad minera, es perjudicial en el distrito de Ananea ocurridos en los periodos 2015 - 2021.

**Tabla 06:** Prueba estadística de regresión lineal

		Coeficientes <sup>a</sup>			t	Sig.
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		
		B	Error estándar	Beta		
1	(Constante)	7,000	,503	,000	13,907	,000
	Uso de suelo por la actividad minera (2010 - 2021)	2,959	,022	,000	,000	,000
2	Principales categorías de cobertura y uso de suelo son zonas mineras y vegetación altoandina (2010 - 2021)	4,343	,459	,000	9,596	,000
3	Alteración del cambio de uso de suelos por actividad minera	1,975	,011	,000	0,000	,000

**FUENTE:** Matriz de datos SPSS.

#### 4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En base a los resultados se presenta un cambio de uso de suelos principalmente por el crecimiento de la actividad minera en el distrito de Ananea; dichos resultados con respecto al estudio realizado por Pizarro (2018), presentan características similares el cual en su estudio encontró cambios de uso de suelo entre los períodos 1986 al año 2016

referido a las actividades antrópicas, principalmente por la actividad minera; estableciendo que la urbanización y la actividad minera en Los Andes están relacionadas de Chile; además en función al estudio realizado por Alata (2018), también se asemejan; el cual en base a los datos espectrales de las imágenes satelitales la superficie afectada por la minería ilícita y no declarada representa el 5,47% de la superficie total del territorio; aumentando año tras año en los distrito de Ananea y Cuyo Cuyo; debido a que la extracción de minerales no presentan ningún control; también con respecto al estudio realizado por Torre & Rivas (2019); también presentan características similares; presentando una pérdida de cobertura vegetal del 13% al 6% de todo el distrito a razón del crecimiento de la agricultura y minería informal entre los periodos de 2015 y 2018; a razón principalmente de estas variables (agricultura y minería); igualmente dichos resultados comparados con el estudio realizado por Rojas (2017), también presentan características similares el cual generó mapas de cobertura del suelo y cambio de uso de la tierra entre 1989 y 2015, destacándose como el cambio más notable la conversión de vegetación natural a áreas agrícolas. Se ha demostrado que la agricultura intensiva se está dando como resultado de los suelos desnudos y abandonados y cultivos que no se pueden sostener a largo plazo, lo que obliga a las personas a buscar nuevas tierras; además con respecto al estudio realizado por Cano et al. (2017), el cual halló un resultado del 25.7% del crecimiento de las urbes del estado de Hidalgo - Mexico durante 14 años; indicando que estas cifras indican que la expansión urbana se está acelerando, todo ello debido al crecimiento de la población; al igual que el estudio realizado por Wellington (2017), el cual encontró en su estudio la modificación de uso de suelos al sur del Cantón Samborondón; por medio de los SIG entre los periodos 2000 a 2017; exhibiendo áreas urbanas que superan el 21% de Haas. Aumentó al 59,12% entre 2000 y 2017; reduciéndose la cobertura vegetal; concluyendo que existe un cambio de uso de suelos. Y finalmente con respecto al estudio realizado por Briones (2018), presentan características que se asemejan; el cual en su estudio encontró un cambio del uso de

suelos del 28%, 9151,86 ha en el distrito de Namora períodos 2000 - 2016 a razón del crecimiento demográfico de las urbes.

## CONCLUSIONES

**PRIMERO:** Según los resultados se concluye que la magnitud del cambio de uso del suelo por actividad minera mediante percepción remota presenta un crecimiento significativo anual de 1.39% que se visualiza entre los periodos de los años 2015 a 2021.

**SEGUNDO:** Según los resultados se concluye que las principales categorías de cobertura y uso de suelo en el distrito de Ananea son: cobertura glaciár; uso de suelos Herbazal (Ichu) está entre un rango de 35.05% a 65.02% de extensión del área; la cobertura de tierras desnudas (áreas erosionadas, degradadas y afloramientos rocosos); se presenta en un rango de 6.89% a 21.16% ; lagunas, lagos y ciénagas naturales; tuberías y bofedales producto de la pérdida glaciár; con respecto a las áreas arenosas naturales está en un rango de 1.99% y 10.60% de extensión territorial; áreas arenosas naturales; áreas de extracción de minería; variando considerablemente entre los periodos 2015 a 2021.

**TERCERO:** Según los resultados se concluye que el cambio de uso de suelos por actividad minera presenta una tasa de crecimiento anual en la cual se indica que en el año 2010 presentó una cobertura de actividad minera de 30.27km<sup>2</sup>; en el año 2011 una cobertura de actividad minera de

31.20km<sup>2</sup>; en el año 2012 una cobertura de actividad minera de 33.44km<sup>2</sup>; en el año 2013 una cobertura de actividad minera de 36.07km<sup>2</sup>; en el año 2014 una cobertura de actividad minera de 36.66km<sup>2</sup>; en el año 2015 una cobertura de actividad minera de 37.49km<sup>2</sup>; en el año 2016 una cobertura de actividad minera de 38.17km<sup>2</sup>; en el año 2017 una cobertura de actividad minera de 38.70km<sup>2</sup>; en el año 2018 una cobertura de actividad minera de 39.94km<sup>2</sup>; en el año 2019 una cobertura de actividad minera de 43.32km<sup>2</sup>; en el año 2020 una cobertura de actividad minera de 44.71km<sup>2</sup> y finalmente para el año 2021 presentó una cobertura de actividad minera de 46.85km<sup>2</sup>.

### RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda para estudios posteriores; realizar el análisis de la modificación de uso de suelos con imágenes de alta resolución del Satélite Sentinel, esto por actividad minera entre períodos más prolongados para obtener resultados más resaltantes; y tener una proyección acertada tomando en cuenta distintos periodos del tiempo para efectuar proyecciones sobre el futuro; sobre el cómo será el aumento del cambio de uso de suelos por actividad minera.
- ✓ Se recomienda para inhibir el avance de la actividad minera de manera desmesurada; que la municipalidad instaure políticas para la solución de problemas relacionados a los usos con respecto a la actividad minera; que les consienta tomar disposiciones que establezcan la satisfacción del Pueblo; armonizado con el ecosistema y fomentar el desarrollo sostenible.
- ✓ Se recomienda a la alta dirección del Distrito de Ananea inducir a una parte de su equipo de gestión cómo usar y operar GIS, incluso cómo crear mapas de uso y cobertura de la tierra, para que puedan usarlo para tomar decisiones sobre la gestión y planificación de la tierra.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abburu, S. P., & Babu, S. (2015). *Satellite Image Classification Methods and Techniques: A Review*.
- Alata, A. (2018). *Análisis multitemporal de la explotación minera con aplicación de percepción remota y SIG en los Distritos de Ananea y Cuyocuyo-Puno, entre 1975-2017*. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/7125>
- Álvarez, A. (2020). Clasificación de las investigaciones. *Repositorio Institucional - Ulima*. <https://hdl.handle.net/20.500.12724/10818>
- Anthelme, F., Beck, S., Ginot, P., Garcia, M. C., & Meneses, R. I. (2015). *Ecosistemas y plantas altoandinas de la Cordillera Real: Únicos y frágiles*.
- Arias, F. G. (2012). *El Proyecto de Investigación. Introducción a la Metodología Científica*.
- Armendariz, E. J. (2016). *Áreas Naturales Protegidas y Minería en México: Perspectivas y Recomendaciones*. <http://dspace.cibnor.mx:8080/browse?type=author&value=ELISA+JEANNEHT+ARMENDARIZ+VILLEGAS>
- Bosch, A. (2018). *Qué es Quantum GIS y por qué utilizarlo*. Pleiades ingeniería i consultoría. <https://pleiadesic.com/es/que-es-quantum-gis-y-por-que-utilizarlo/>
- Briones, P. S. (2018). *Análisis de cambio de cobertura y uso de la tierra con imágenes satelitales del distrito de Namora periodos 2000—2016*. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/2558>
- Cano, L., Rodríguez, R., Valdez, J. R., Acevedo, O. A., & Beltrán, R. I. (2017). *Detección del crecimiento urbano en el estado de Hidalgo mediante imágenes Landsat*. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-46112017000100006&script=sci\\_abstract](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-46112017000100006&script=sci_abstract)

- Carrillo, A. E., & Choquehuanca, V. E. (2019). *Análisis multitemporal del crecimiento urbano de la ciudad de Puno mediante imágenes satelitales, entre los años 1980—2017*. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/12046>
- Chahua, E. (2019). *Análisis de la deforestación en el periodo 2006 – 2018 del distrito Daniel Alomía Robles – Huánuco*. <https://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1686>
- Challenger, A., & Dirzo, R. (2009). *Tendencias de cambio y estado de la biodiversidad, los ecosistemas y sus servicios*. [https://www.academia.edu/5173191/Factores\\_de\\_cambio\\_y\\_estado\\_de\\_la\\_biodiversidad](https://www.academia.edu/5173191/Factores_de_cambio_y_estado_de_la_biodiversidad)
- Colomé, D. G., & Femenia, P. E. (2018). *Metodología de investigación para cursos de posgrado en ingeniería*.
- Defilippi, T. M. (2020). *Entorno urbano en un contexto de presión poblacional y ambiental” el caso del paisaje limeño*. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/4661>
- Delegido, J., Tenjo, C., Pereira, M., Pasqualotto, N., Gibaja, G., Verrelst, J., Peña, R., E. P. Urrego, Borrás, J., Sanchis, J., Pezzola, A., Mosquera, Z., Quinto, Z., Gómez, J. J., & Moreno, J. (2016). *Aplicaciones de Sentinel-2 a estudios de vegetación y calidad de aguas continentales*. [https://www.researchgate.net/publication/312040510\\_Aplicaciones\\_de\\_Sentinel-2\\_a\\_estudios\\_de\\_vegetacion\\_y\\_calidad\\_de\\_aguas\\_continental](https://www.researchgate.net/publication/312040510_Aplicaciones_de_Sentinel-2_a_estudios_de_vegetacion_y_calidad_de_aguas_continental)
- Gamarra, S. E. (2017). *Análisis de la cobertura y uso de la tierra utilizando imágenes de resolución espacial media para el distrito de San Ramón—Chanchamayo—Junín—Perú*. <https://1library.co/document/yd2mv6eq-analisis-cobertura-utilizando-imagenes-resolucion-espacial-distrito-chanchamayo.html>

Giraldo, U. F., & Vasquez, P. G. (2019). *Evaluación y medición de la expansión territorial de la minería informal en la cuenca alta del Ramis, Puno, Perú, usando imágenes satelitales.*

<https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/espacioydesarrollo/article/view/22806>

Gómez, M. del C. (2018). *Diseño de Investigaciones.* 127.

González, I., López, M., & Romero, A. (2008). *Problemática de los Suelos Afectados por la Explotación de Sulfuros.*

Guevara, G. P., Verdesoto, A. E., & Castro, N. E. (2020). *Metodologías de investigación educativo (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción).*

[https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(3\).julio.2020.163-173](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173)

Huanca, P. R. (2018). *Impactos ambientales y sociales en la minería subterránea a pequeña escala en La Rinconada y Ollachea región Puno.*

<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/9150>

IGN. (2021). *Plan Nacional de Teledetección.* <https://pnt.ign.es/programa-landsat>

Lopez, O. (2011). *Medición, Técnicas e Instrumentos de investigación.*

<https://es.slideshare.net/oscarlopezregalado/instrumentos-de-investigacin-921779>

5

Mayo, C., Mojica, A., Itzel, G., Moreno, E., & Mayo, J. (2007). *Estructuras arquitectónicas incipientes y áreas de explotación minera prehispánica de las cuencas de los ríos*

*Grande y Coclé del Sur, Panamá.*

<https://revistas.ucm.es/index.php/REAA/article/view/REAA0707120093A>

Montes, A., & Ulloa, M. (2013). *Recuperación de áreas dañadas por la minería en la Cantera los Guaos, Santiago de Cuba, Cuba.*

[http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1909-24742013000200007&script=sci\\_a](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1909-24742013000200007&script=sci_a)

bstract&lng=es

Morales, J. C., Carrillo, F. M., Farfán, L. M., & Cornejo, V. M. (2016). *Cambio de cobertura vegetal en la región de Bahía de Banderas, México*.  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-3475201600010002](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-3475201600010002)

Pineda, O. (2011). *Análisis de cambio de uso de suelo mediante Percepción Remota en el Municipio de Valle de Santiago*.  
<http://centrogeo.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1012/41>

Pizarro, P. (2018). *Análisis de cambios de usos de suelo y procesos de expansión urbana en el contexto de la actividad minera, entre los años 1986 y 2016: Provincia de Los Andes*. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/170446>

Puerta, R., Rengifo, J., & Bravo, N. (2011). *ArcGis Básico 10*.  
<https://www.google.com/search?q=ArcGis+Basico+10+--+Puerta+Tuesta+Ronald+%26+Rengifo+Trizogo+Ju.pdf&oq=ArcGis+Basico+10+--+Puerta+Tuesta+Ronald+%26+Rengifo+Trizogo+Ju.pdf&aqs=chrome..69i57j69i60.479j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8>

Rodríguez, J., & Olivella, R. (2010). *Introducción a los sistemas de información geográfica, conceptos y operaciones fundamentales*.  
<http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/handle/54000/1230>

Rojas, F. L. (2017). *Análisis de los cambios de cobertura y uso del suelo en el distrito de Ichocán, provincia de San Marcos—Cajamarca, período 1989—2015*.  
<http://repositorio.upagu.edu.pe/handle/UPAGU/212>

Salazar, S. (2019). *Expansión urbana y su impacto ambiental en el uso del suelo de la ciudad de Abancay—Perú*. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/13665>

- Santos, G. (2017). *Validez y confiabilidad del cuestionario de calidad de vida SF-36 en mujeres con LUPUS, Puebla* [BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA].  
<https://www.fcm.buap.mx/assets/docs/docencia/tesis/ma/GuadalupeSantosSanchez.pdf>
- SENAMHI. (2021). *Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú*.  
<https://www.gob.pe/senamhi>
- Sernaque, O. F., & Sandoval, J. M. (2020). *Sistema de información geográfica para el desarrollo de un plan de gestión urbana*.  
<https://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/3953>
- Supo, J. (2014). *Técnicas para seleccionar una muestra representativa*.  
[https://www.academia.edu/15865249/C%C3%B3mo\\_elegir\\_una\\_muestra\\_T%C3%A9cnicas\\_para\\_seleccionar\\_una\\_muestra\\_representativa](https://www.academia.edu/15865249/C%C3%B3mo_elegir_una_muestra_T%C3%A9cnicas_para_seleccionar_una_muestra_representativa)
- Torre, M. I., & Rivas, P. D. (2019). *Análisis temporal de la pérdida de cobertura vegetal mediante teledetección en el distrito de Satipo-Satipo-Junín, durante los años 2015 – 2018*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/39901>
- Velázquez, A., Duran, E., Larrazábal, A., López, F., & Medina, C. (2010). *La cobertura vegetal y los cambios de uso del suelo*. 5.
- Villegas, H. (2008). *Introducción a la percepción remota y sus aplicaciones geológicas (Guías para los asistentes)*.
- Wellington, M. A. (2017). *Análisis de cambio de uso de suelo al sur del cantón Samborondón mediante sistemas de información geográfica y teledetección*.  
<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/29491>

**ANEXOS**

Anexo 1 : Matriz de consistencia

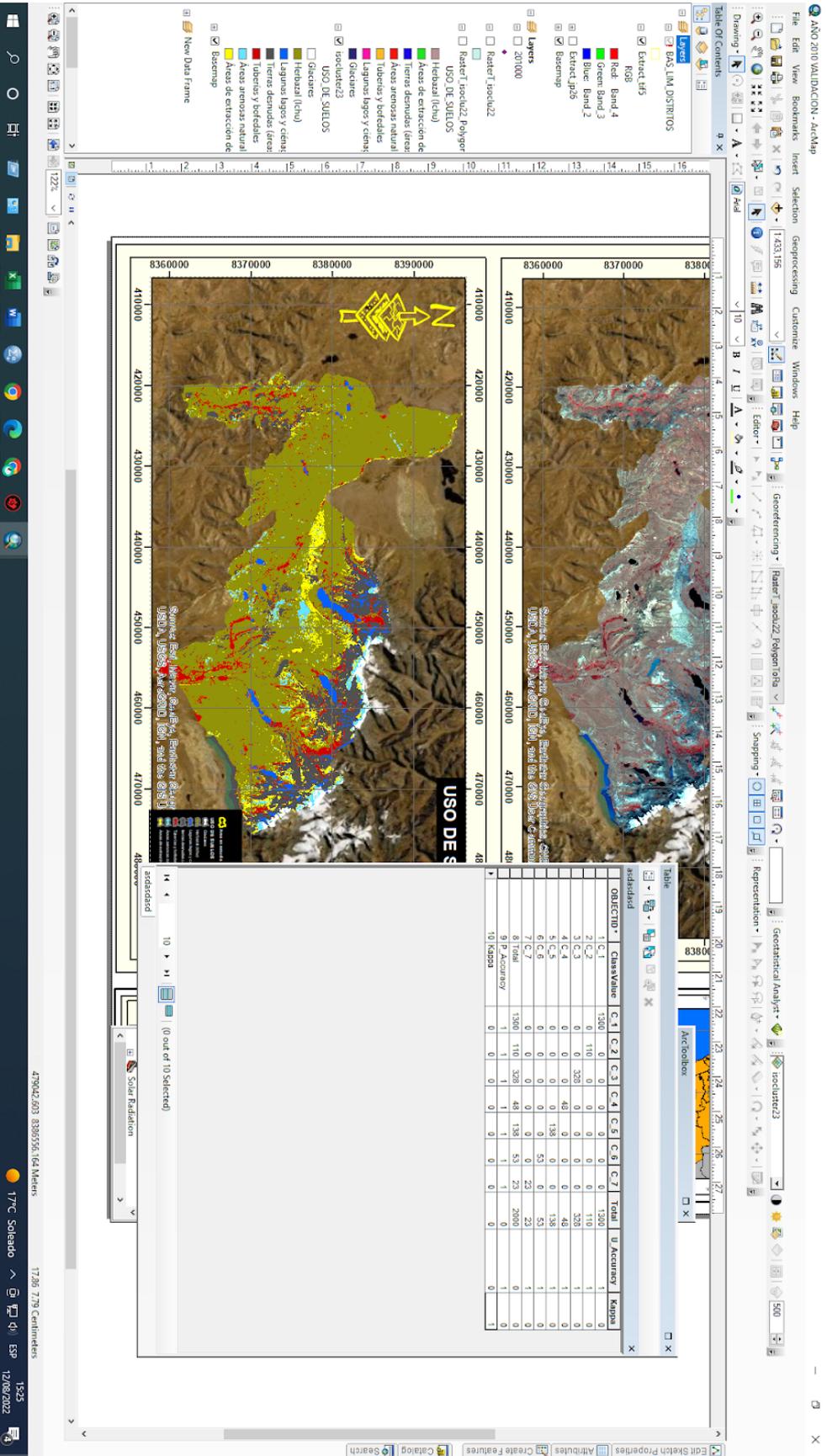
**TÍTULO:** ANÁLISIS DE CAMBIO DE USO DE SUELO POR ACTIVIDAD MINERA MEDIANTE PERCEPCIÓN REMOTA EN EL DISTRITO DE ANANEA, PERÍODOS 2015 - 2021.

**AUTOR:** Bach. Candy Marisol Cozo Narvaez

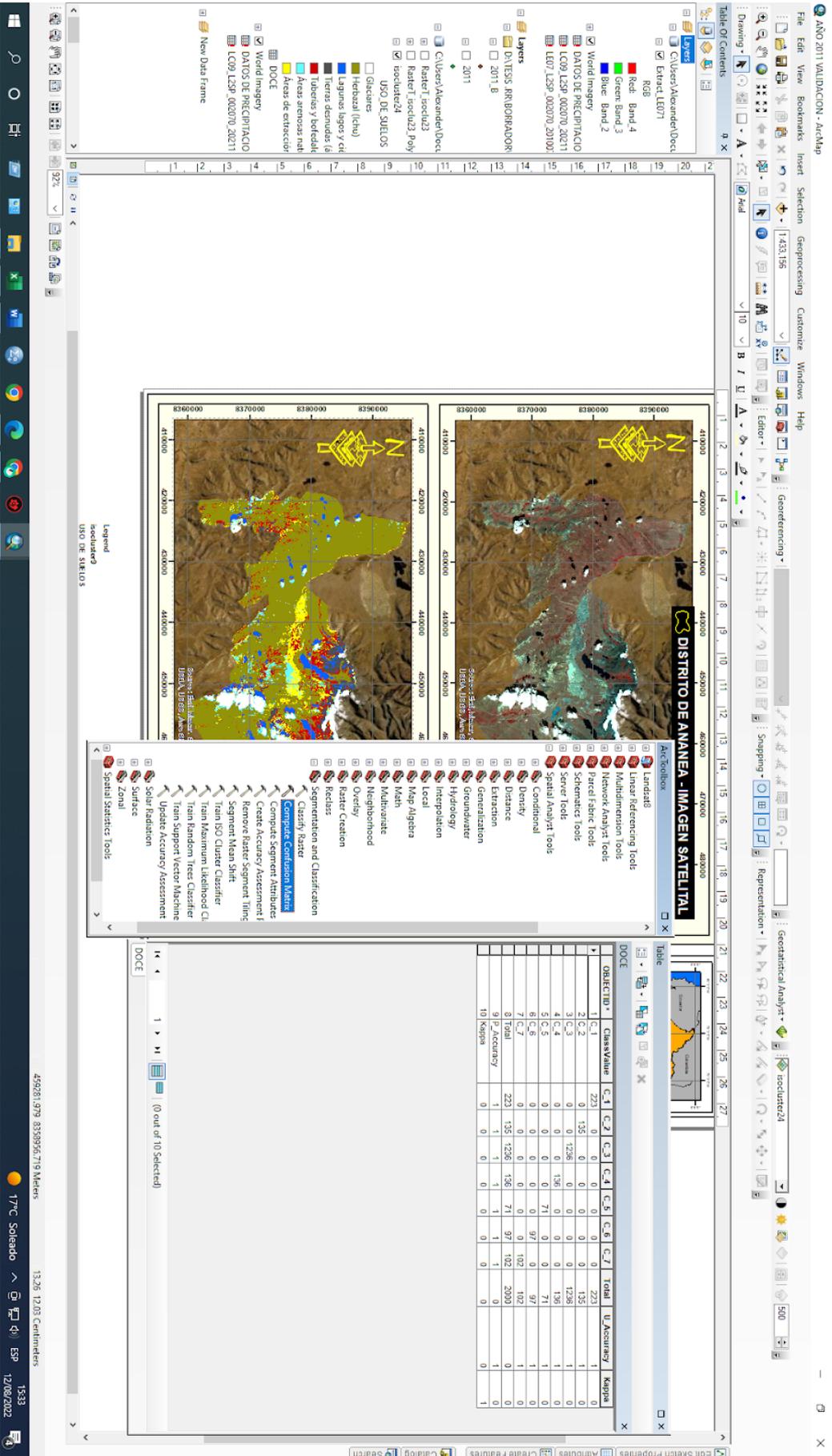
<b>PROBLEMA GENERAL</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>HIPÓTESIS GENERAL</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS</b>	<b>METODOLOGÍA</b>
¿Cuál es el cambio de uso de suelo por actividad minera mediante percepción remota en el distrito de Ananea, periodos 2015 - 2021?	Análizar el cambio de uso de suelo por actividad minera mediante percepción remota en el distrito de Ananea, periodos 2015 - 2021.	El cambio de uso de suelo por la actividad minera mediante percepción remota es significativo en el distrito de Ananea, periodos 2015 - 2021.	<p><u>VARIABLE INDEPENDIENTE</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Actividad Minera.</li> </ul> <p><u>VARIABLE DEPENDIENTE</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Cambio de uso de suelo.</li> </ul>	<p><u>Técnicas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Observación directa.</li> <li>❖ Percepción remota.</li> </ul> <p><u>Instrumentos de recolección de datos</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Estudio visual.</li> <li>❖ Sistemas de información geográfica.</li> </ul>	<p><u>Tipo de Investigación</u></p> <p>Descriptivo.</p> <p><u>Diseño de Investigación</u></p> <p>No Experimental</p> <p><u>Método</u></p> <p>Deductivo - Inductivo</p>

<p>¿Cuáles son las principales categorías de cobertura y uso de suelo en el distrito de Ananea, periodos 2015 - 2021?</p>	<p>Identificar las principales categorías de cobertura y uso de suelo en el distrito de Ananea, periodos 2015 - 2021.</p>	<p>Las principales categorías de cobertura y uso de suelo son el entorno urbano, zonas mineras y vegetación altoandina en el distrito de Ananea, periodos 2015 - 2021.</p>		<p><b>Técnicas de análisis</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Clasificación Supervisado En Software (ArcGIS)</li> <li>❖ Matriz De Confusión</li> <li>❖ Índice De Kappa</li> <li>❖ Validación en campo (Fotografías)</li> </ul>	<p><b>Zona de estudio</b></p> <p>Distrito de Ananea</p> <p><b>Población</b> _____ y <b>Muestra</b></p> <p>La población de estudio está definida por el cambio de uso de suelos por actividad minera en el distrito de Ananea; el cual abarca una extensión territorial de 923.56 km<sup>2</sup>.</p>
<p>¿En qué medida es la magnitud de la alteración del cambio de uso del suelo ocasionado por la actividad minera en el distrito de Ananea, periodos 2015 - 2021?</p>	<p>Determinar la magnitud del cambio de uso del suelo por actividad minera en el distrito de Ananea ocurridos en los periodos 2015 - 2021.</p>	<p>La alteración del cambio de uso de suelo ocasionado por la actividad minera, es perjudicial en el distrito de Ananea ocurridos en los periodos 2015-2021.</p>			

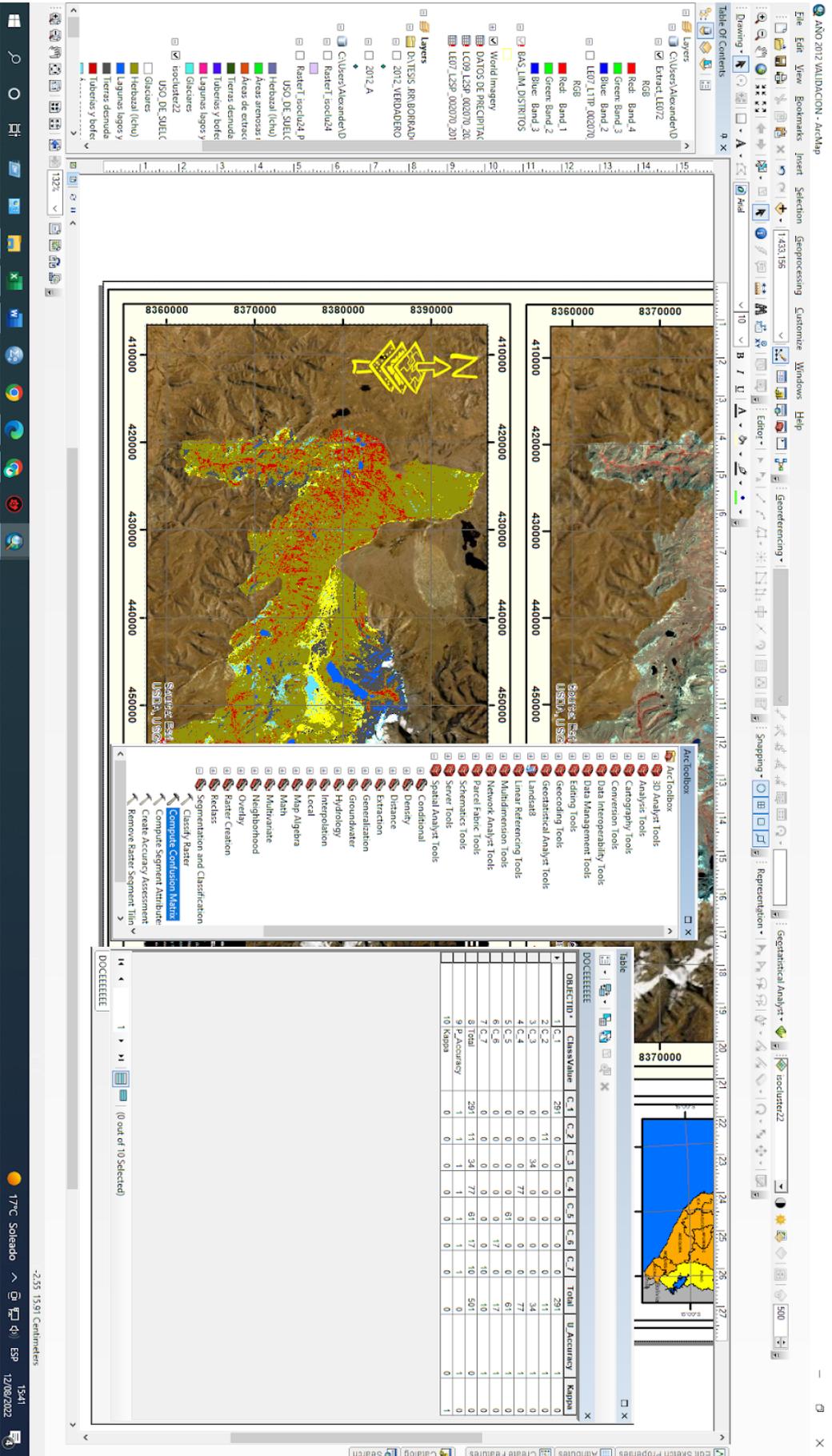
Anexo 02: Validación Índice Kappa para el año 2010



Anexo 03: Validación Índice Kappa para para el año 2011

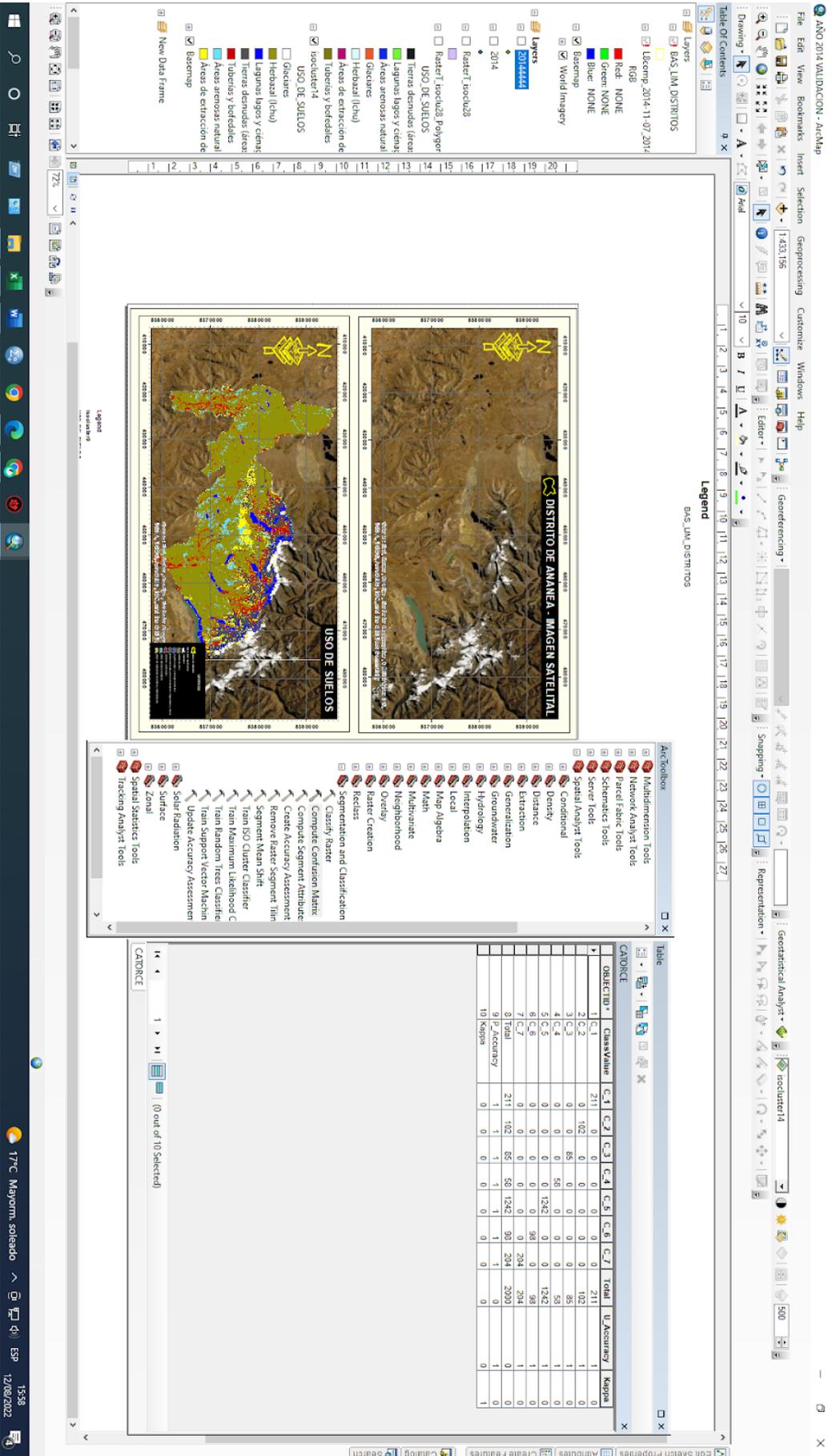


Anexo 04: Validación Índice Kappa para para el año 2012

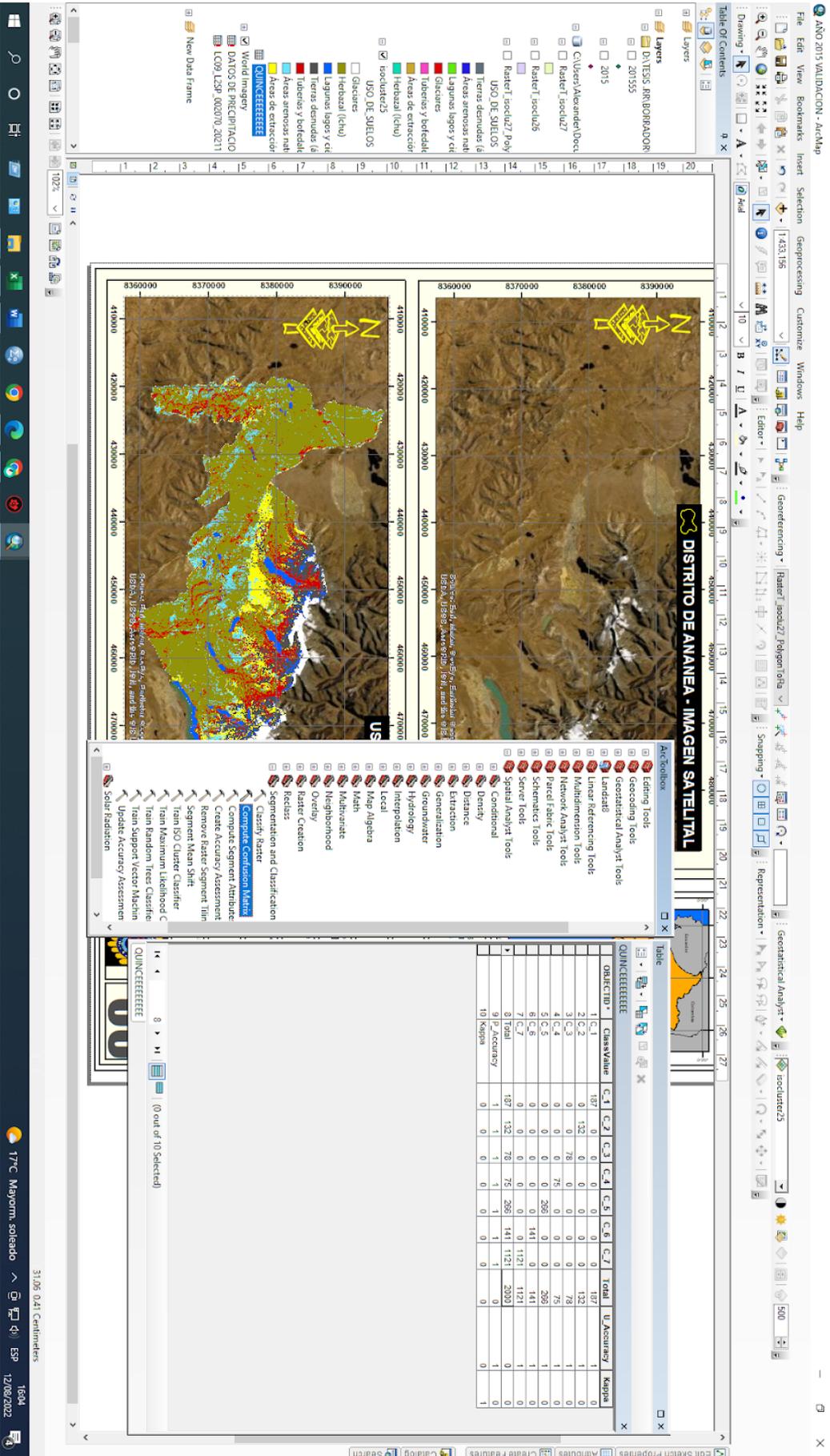




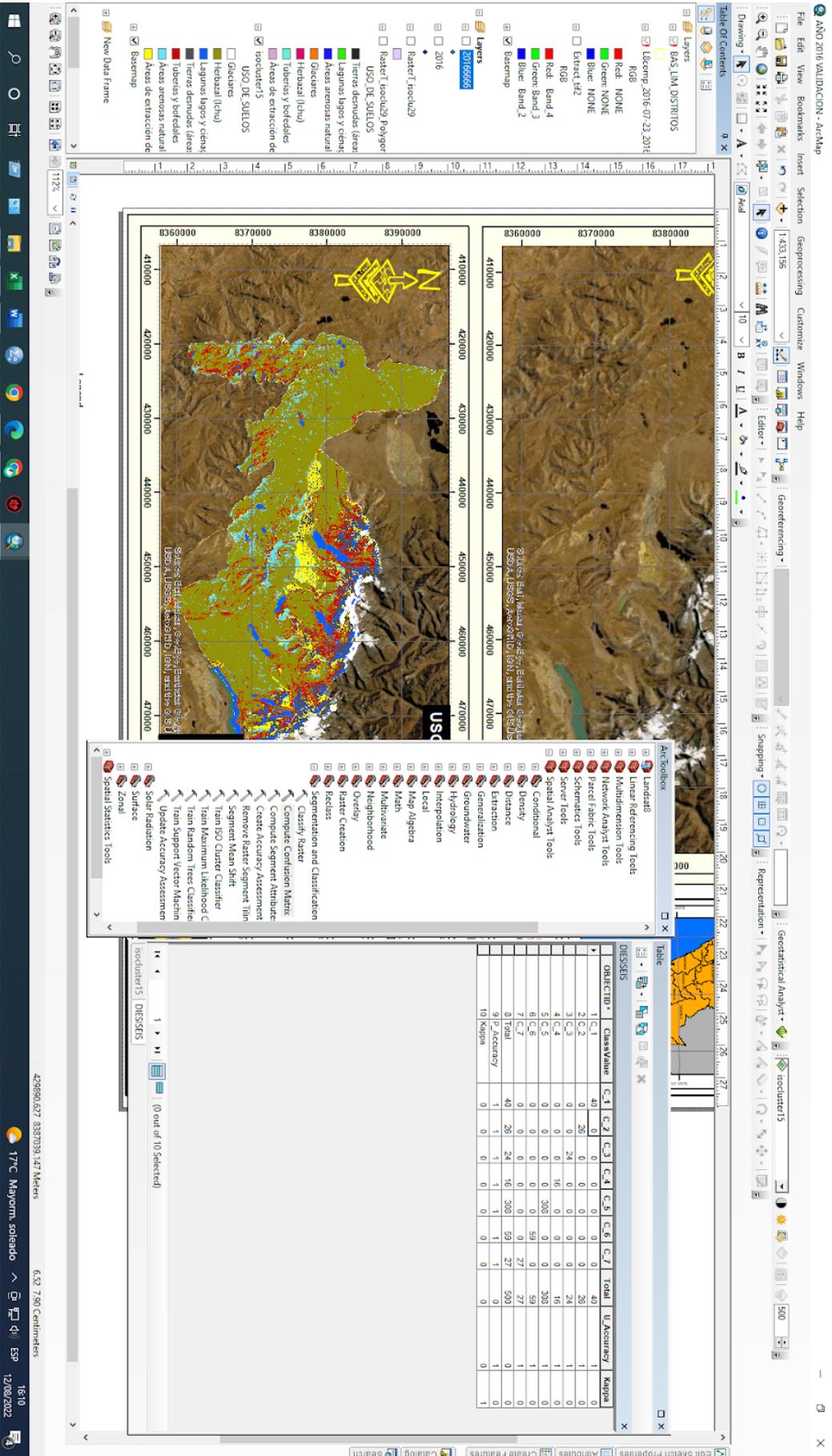
Anexo 06: Validación Índice Kappa para para el año 2014



Anexo 07: Validación Índice Kappa para para el año 2015

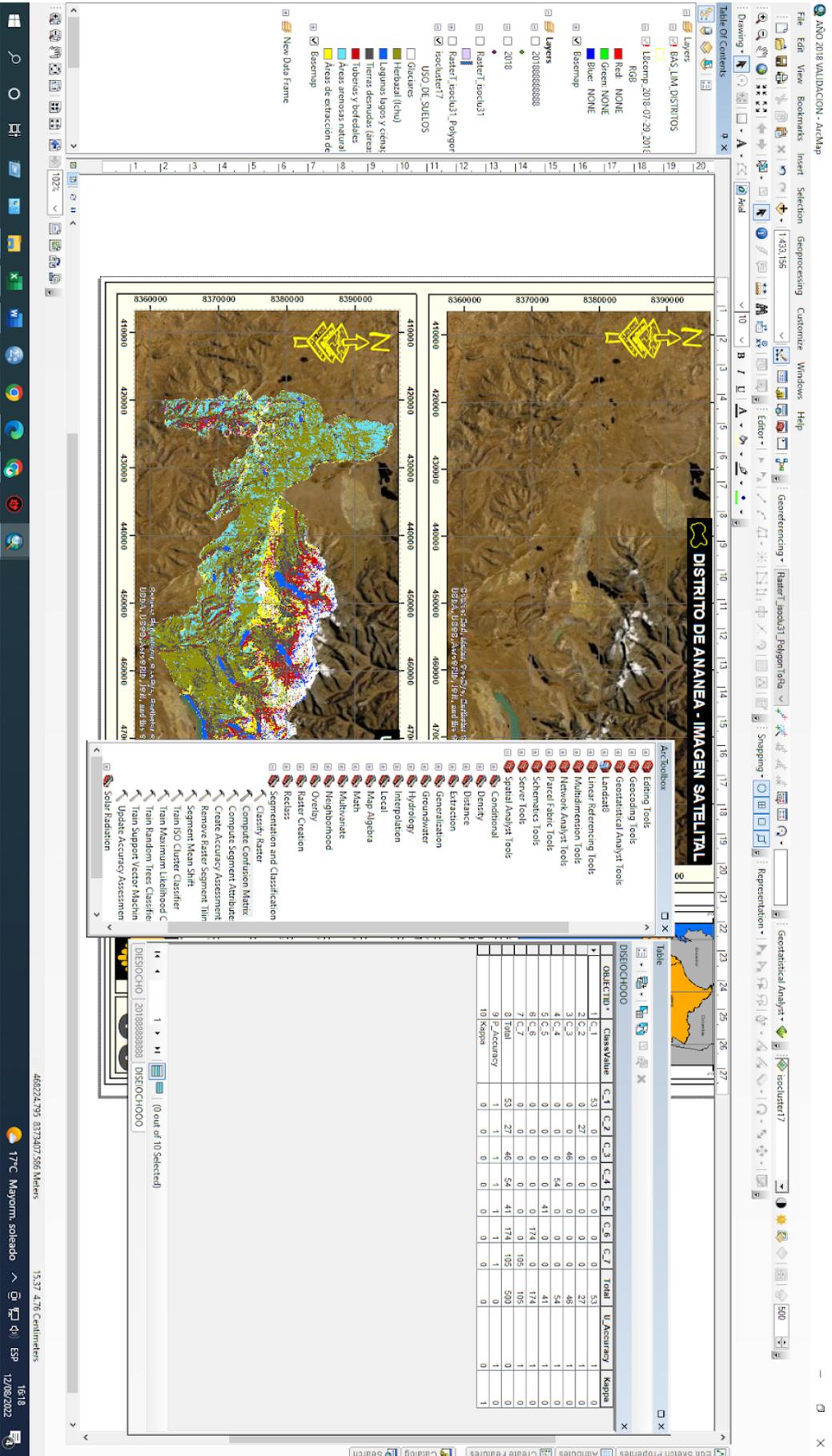


Anexo 08: Validación Índice Kappa para para el año 2016

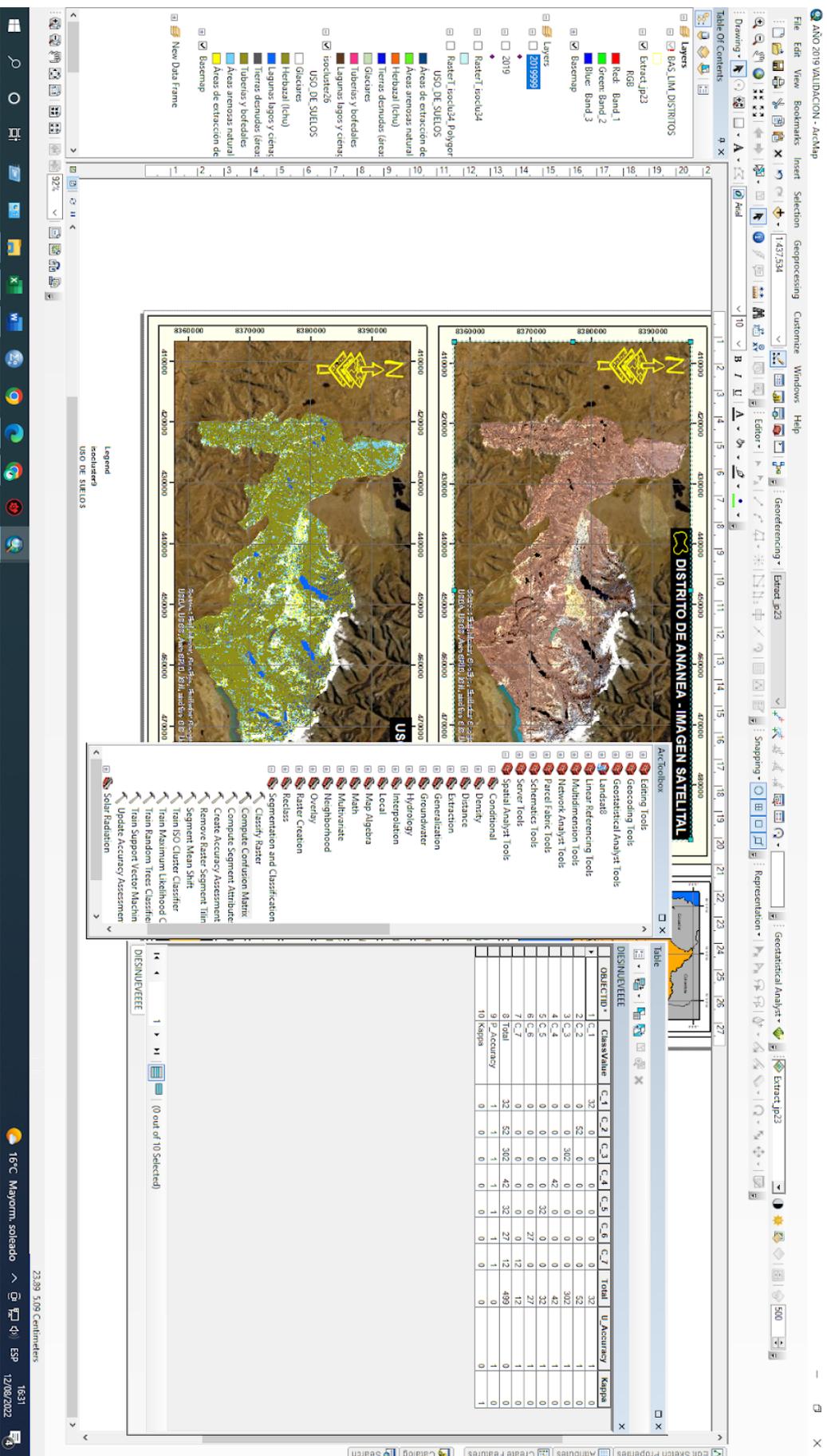




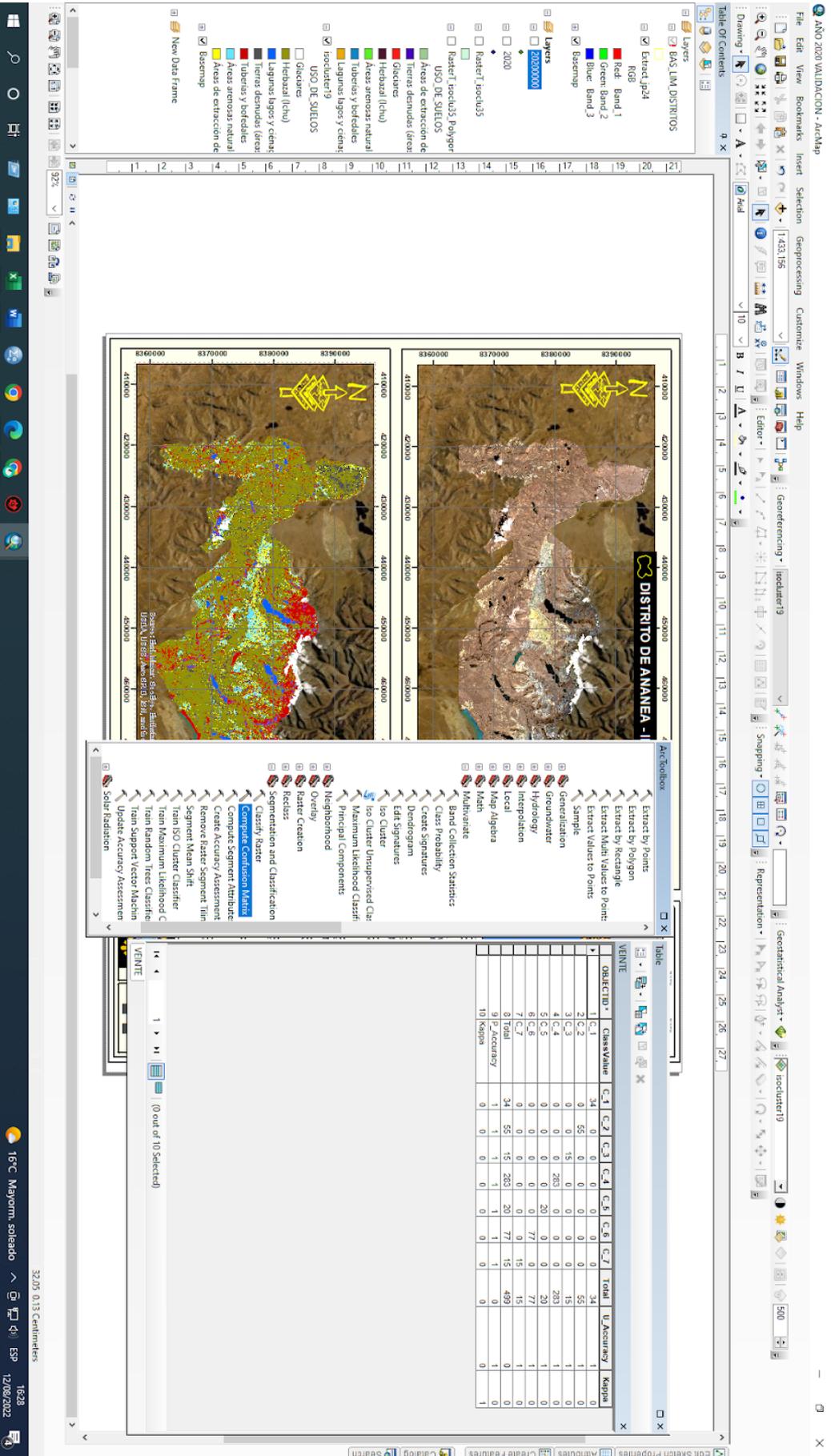
Anexo 10: Validación Índice Kappa para para el año 2018



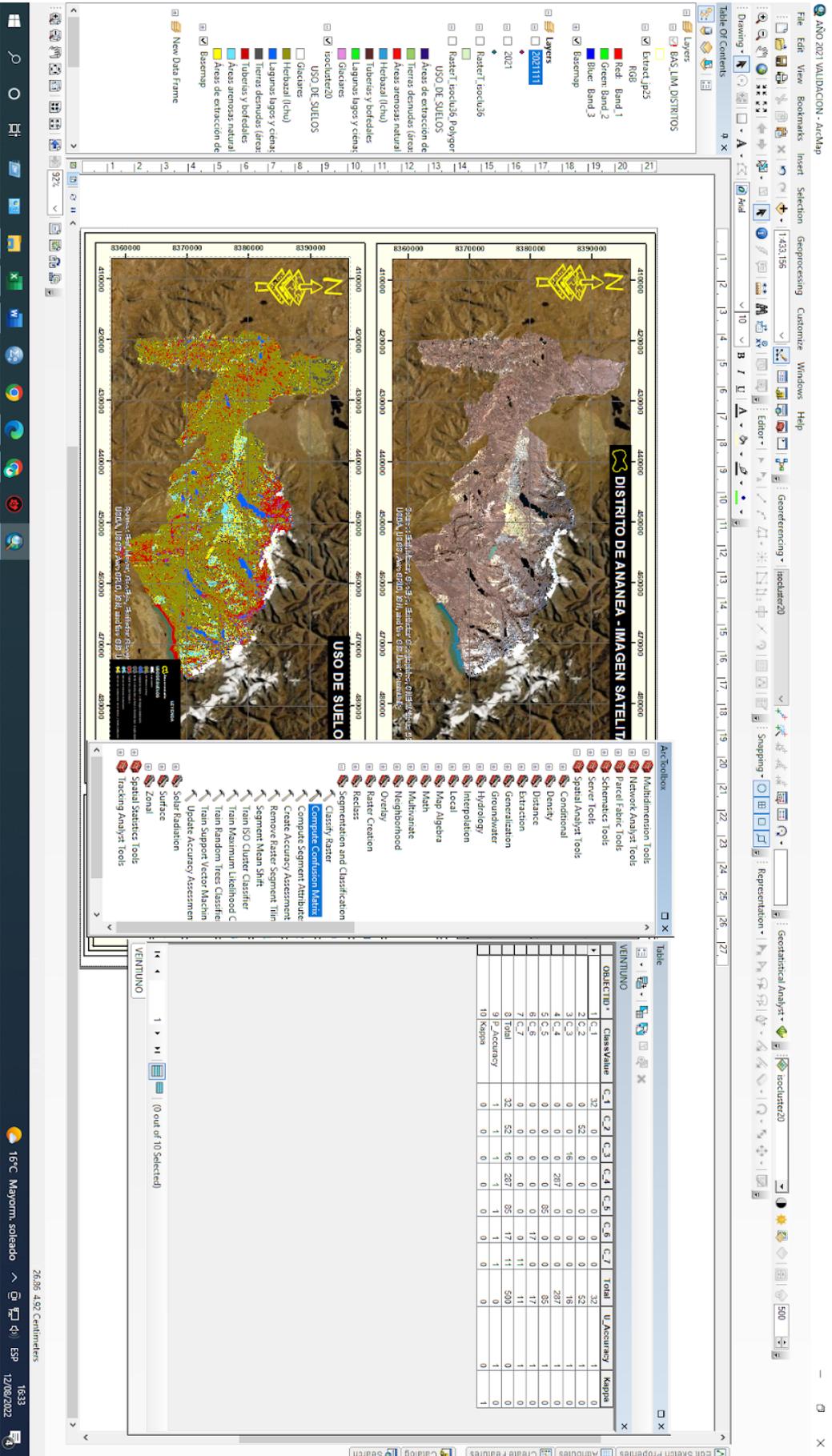
Anexo 11: Validación Índice Kappa para para el año 2019



Anexo 12: Validación Índice Kappa para para el año 2020



Anexo 13: Validación Índice Kappa para el año 2021



**Anexo 14:** Panel fotográfico**Figura 20:** Cobertura y uso de suelos Glaciar del distrito de Ananea**FUENTE:** Elaboración propia**Figura 21:** Cobertura y uso de suelos Glaciar del distrito de Ananea**FUENTE:** Elaboración propia



**Figura 22:** Cobertura y uso de suelos Tierras desnudas (Áreas erosionadas, degradadas y afloramientos rocosos) del distrito de Ananea

**FUENTE:** Elaboración propia



**Figura 23:** Cobertura y uso de suelos Herbazal "Ichu" del distrito de Ananea

**FUENTE:** Elaboración propia



**Figura 24:** Cobertura y uso de suelos Lagunas, lagos y ciénagas naturales del distrito de Ananea

**FUENTE:** Elaboración propia



**Figura 25:** Cobertura y uso de suelos Tierras desnudas (Áreas erosionadas, degradadas y afloramientos rocosos) del distrito de Ananea

**FUENTE:** Elaboración propia



**Figura 26:** Cobertura y uso de suelos Tierras desnudas (Áreas erosionadas, degradadas y afloramientos rocosos) del distrito de Ananea

**FUENTE:** Elaboración propia



**Figura 27:** Cobertura y uso de suelos Turberas y bofedales del distrito de Ananea

**FUENTE:** Elaboración propia



**Figura 28:** Cobertura y uso de suelos áreas arenosas naturales del distrito de Ananea

**FUENTE:** Elaboración propia



**Figura 29:** Cobertura y uso de suelos áreas de extracción de minería e hidrocarburos del distrito de Ananea

**FUENTE:** Elaboración propia



**Figura 30:** Cobertura y uso de suelos áreas de extracción de minería e hidrocarburos del distrito de Ananea

**FUENTE:** Elaboración propia