



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Pérdida de Cobertura Vegetal a Causa de los Incendios Forestales  
durante 2019 – 2021 en la Localidad de San Jerónimo, Cusco**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

**AUTORAS:**

Mendoza Astocaza, Susana (ORCID: 0000-0002-5550-595X)

Rupa Quispitupa, Jessenia Margaret (ORCID: 0000-0002-6397-6989)

**ASESOR:**

Mgr. Honores Balcazar, Cesar Francisco (ORCID: 0000-0003-3202-1327)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión de Riesgos y Adaptación al Cambio Climático

LIMA – PERÚ

2022

## **DEDICATORIA**

A mis padres Genaro Rupa y Margaret Quispitupa, mi hermana Cristabelt Rupa Q., porque ellos son la motivación de mi vida mi orgullo de ser lo que seré. Y sin dejar atrás a mis pequeños peludos: Oso, Lola, Kira y a mi pequeño Angel Cobu por su compañía incondicional en los desvelos, gracias por ayudarme a iniciar y terminar mis días con alegría y por tu amor sin barreras. ¡Te extraño de aquí al cielo!

**Jessenia M. Rupa Quispitupa.**

A mis padres Wily Mendoza y Nelly Luz Astocaza, mis hermanas Natali y Jackeline por su incondicional apoyo, por incentivar me, dándome la fortaleza física y espiritual, guiándome a cada paso que doy para lograr y alcanzar la superación y el éxito acompañado de la gracia divina de Dios.

**Susana Mendoza Astocaza.**

## **AGRADECIMIENTO**

Doy gracias a Dios y a la Virgen del Rosario, por haberme dado salud y sabiduría para culminar la tesis, a mis padres y hermana que me apoyaron moral y económicamente para alcanzar mis anheladas metas, a mis mejores amigas (Katherine y Kuculy) y familiares por su apoyo incondicional, a mi compañera de tesis y al mismo tiempo mi amiga por la perseverancia y apoyo para lograr este objetivo importante en nuestras vidas, y por último agradezco a mis asesores por sus enseñanzas impartidas, las cuales las utilice para culminar con eficiencia este arduo trabajo.

### **Jessenia M. Rupa Quispitupa.**

Agradezco a Dios, ser divino por darme salud y sabiduría, a mis padres que, con su infinito amor y paciencia me supieron guiar y enseñarme el camino correcto, mis hermanas quienes son la fuente de inspiración, superación y los pilares para seguir adelante, mi sobrina por darme la fuerza debida, hijos peludos de cuatro patas por acompañarme a batallar en innumerables noches de desvelo siendo sus maullidos o sus patas heladas el despertador natural, familiares y amigos por el apoyo desinteresado otorgado a lo largo de mi formación académica. Asimismo, agradezco al tutor y asesor por apoyarnos en el trayecto del trabajo de investigación.

### **Susana Mendoza Astocaza.**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA .....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS .....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
ÍNDICE DE MAPAS.....	viii
GLOSARIO .....	ix
RESUMEN .....	x
ABSTRACT .....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	23
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	23
3.1.1. Tipo de investigación .....	23
3.1.2. Diseño de investigación .....	23
3.2. Variables y operacionalización.....	24
3.2.1. Variable 01: .....	24
3.2.2. Variable 02: .....	24
3.2.3. Operacionalización de Variables .....	25
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis .....	29
3.3.1. Población.....	29
3.3.2. Muestra.....	29
3.3.3. Muestreo.....	30
3.3.4. Unidad de análisis .....	30

3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	30
3.4.1.	Técnica .....	30
3.4.2.	Instrumentos de recolección de datos .....	31
3.4.3.	Validez.....	32
3.4.4.	Confiabilidad.....	32
3.5.	Procedimientos .....	32
3.6.	Métodos de análisis de datos.....	41
3.7.	Aspectos éticos.....	41
IV.	RESULTADOS .....	42
V.	DISCUSIÓN.....	63
VI.	CONCLUSIONES .....	66
VII.	RECOMENDACIONES.....	68
	REFERENCIAS.....	69
	ANEXOS .....	83

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1 :</b> <i>Bandas en Sentinel con longitud y resolución</i>	21
<b>Tabla 2 :</b> <i>Operacionalización de Variables</i>	25
<b>Tabla 3 :</b> <i>Tipos de Cobertura Vegetal en la Localidad de San Jerónimo</i>	29
<b>Tabla 4 :</b> <i>Imágenes Satelitales</i>	30
<b>Tabla 5 :</b> <i>Instrumentos de Validación</i>	32
<b>Tabla 6 :</b> <i>Límites del Territorio</i>	33
<b>Tabla 7 :</b> <i>Coordenadas UTM de la localidad de San Jerónimo</i>	33
<b>Tabla 8 :</b> <i>Registro de Incendios</i>	35
<b>Tabla 9 :</b> <i>Valores del NBR</i>	38
<b>Tabla 10:</b> <i>Tabla de rangos para la clasificación del mapa de susceptibilidad (NDVI)</i>	39
<b>Tabla 11:</b> <i>Superficie quemada a causa de incendios forestales</i>	45
<b>Tabla 12:</b> <i>Área de pajonal andino perdido por incendios forestales</i>	49
<b>Tabla 13:</b> <i>Área de matorral arbustivo perdido por incendios forestales</i>	53
<b>Tabla 14:</b> <i>Área de plantaciones forestales perdido por incendios forestales</i>	57
<b>Tabla 15:</b> <i>Cuadro de mapas de Susceptibilidad</i>	59
<b>Tabla 16:</b> <i>Categorización de Susceptibilidad</i>	60

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> : Cuadro de condicionantes y desencadenates .....	15
<b>Figura 2</b> : Tetraedro de fuego.....	16
<b>Figura 3</b> : Tipos de Fuego .....	17
<b>Figura 4</b> : Elementos de la Teledetección .....	19
<b>Figura 5</b> : Resolución de Píxel .....	21
<b>Figura 6</b> : Procedimiento de análisis de la imagen .....	37
<b>Figura 7</b> : Flujo de entrada y salida del proceso de investigación.....	40
<b>Figura 8</b> : Análisis de la cobertura vegetal quemada en el periodo 2019-2021.....	43
<b>Figura 9</b> : Evolución anual del área de pérdida de cobertura vegetal a causa de los incendios forestales .....	46
<b>Figura 10</b> : Pajonal andino quemado en el periodo 2019 al 2021.....	47
<b>Figura 11</b> : Evolución anual del área de pérdida de pajonal andino a causa de los incendios forestales .....	50
<b>Figura 12</b> : Matorral arbustivo quemado en el periodo 2019 al 2021.....	51
<b>Figura 13</b> : Evolución anual del área de pérdida de pajonal andino a causa de los incendios forestales .....	54
<b>Figura 14</b> : Evolución anual del área de pérdida de pajonal andino a causa de los incendios forestales .....	58
<b>Figura 15</b> : Índice NDVI de mapa de susceptibilidad.....	61

## ÍNDICE DE MAPAS

<b>Mapa 1</b> : Localización del área de Estudio.....	34
<b>Mapa 2</b> : Pérdida de cobertura vegetal a causada de incendios forestales del distrito de San Jerónimo año 2019 – 2020 .....	44
<b>Mapa 3</b> : Pérdida de pajonal andino a causa de incendios forestales del distrito de San Jerónimo año 2019 – 2020.....	48
<b>Mapa 4</b> : Pérdida de matorral arbustivo a causa de incendios forestales del distrito de San Jerónimo año 2019 – 2021.....	52
<b>Mapa 5</b> : Pérdida de plantaciones forestales a causa de incendios forestales del distrito de San Jerónimo año 2019 – 2021 .....	56
<b>Mapa 6</b> : Mapa de Cobertura Vegetal.....	98



## GLOSARIO

CV : Cobertura Vegetal.

ESA : Agencia Espacial Europea.

IF : Incendios Forestales.

NBRI : (Normalized Burned Ratio Index) o índice de calcinación Normalizado.

NDVI : (Normalized Difference Vegetation Index) o  
índice de vegetación de diferencia normalizada.

NIR : (Near Infrared Reflectance Spectroscopy) o  
Espectroscopía de Reflectancia en el infrarrojo Cercano que es  
el análisis de infrarrojo cercano.

RED : Espectroscopía de Reflectancia de la parte Roja Visible.

SWIR : (Short Wavelength Infrared) o espectro de infrarrojo cercano

UTM : (Universal Transversal de Mercator) o sistema de coordenadas.

## RESUMEN

Es importante la conservación de la cobertura vegetal porque capturan y almacenan carbono y reducen el cambio climático, esto se ven afectados principalmente por actividades humanas que impulsan los incendios, causando la destrucción de la vegetación y la capa superficial de materia orgánica.

El presente trabajo de investigación determina la pérdida de cobertura vegetal a causa de los incendios forestales en el periodo 2019 – 2021, en el distrito de San Jerónimo, Cusco. La investigación según el diseño es no experimental, las áreas afectadas por incendios forestales fueron identificadas y cuantificadas mediante la teledetección, utilizando imágenes satelitales del sensor Sentinel 2A, seguidamente procesadas en el ArcMap 10.8. Adicionalmente para la determinación de la pérdida de cobertura vegetal por incendios forestales fue mediante los índices, Índice Normalizado de Área Quemada (NBR) y Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI). Las áreas quemadas y afectadas en los años 2019, 2020, 2021 fueron 500.07 ha, 117 ha, 1397.22 ha. respectivamente. De igual forma, siendo el año 2021 el más significativo y con mayor pérdida de cobertura vegetal, representando un 18.44% en área afectada por incendios forestales.

**Palabras clave:** Cobertura vegetal, incendios forestales, teledetección, NBR, NDVI.

## **ABSTRACT**

The conservation of vegetation cover is important because they capture and store carbon and reduce climate change, this is mainly affected by human activities that drive fires, causing the destruction of vegetation and the surface layer of organic matter.

This research work determines the loss of vegetation cover due to forest fires in the period 2019 - 2021, in the district of San Jerónimo, Cusco. The research according to the design is non-experimental, the areas affected by forest fires were identified and quantified by remote sensing, using satellite images from the Sentinel 2A sensor, then processed in ArcMap 10.8. Additionally, for the determination of the loss of vegetation cover due to forest fires, the indices were used, the Normalized Burned Area Index (NBR) and the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). The areas burned and affected in the years 2019, 2020, 2021 were 500.07 ha, 117 ha, 1397.22 ha. respectively. Similarly, the year 2021 is the most significant and with the greatest loss of vegetation cover, representing 18.44% in the area affected by forest fires.

**Keywords:** Vegetation cover, forest fires, remote sensing, NBR, NDVI.

## I. INTRODUCCIÓN

En el mundo entero los bosques cubren un 30.8% de la superficie terrestre, así mismo una de sus funciones son capturar y almacenar carbono y reducir el cambio climático (FAO y PNUMA, 2020). Los bosques no solo captan el carbono, sino que conservan y protegen los suelos. Su destrucción es uno de los problemas ambientales más impactantes (Martínez Vega , y otros, 2010), ya que no solo altera el ciclo hidrológico, sino también la biodiversidad terrestre, así como la reducción del rendimiento de los ecosistemas, lo que conduce a una espiral descendente de degradación ambiental y pobreza. Si bien los bienes y servicios de este ecosistema mantienen un equilibrio en la sociedad, su destrucción en muchas ocasiones es por diversas actividades humanas como IF (GUEVARA, 2021).

Además, se tiene el problema de incendios forestales, pues ocasiona la alteración ecológica vegetativa perjudicando de manera baja, media o alta la capa superficial terrestre, el cual se ve afectado cuando los eventos son más seguidos y ésta excede su capacidad de resiliencia, conllevando la alteración de procesos naturales del ecosistema (CAMPO Parra-Lara, y otros, 2010). Éste fenómeno ocurre con frecuencia en la mayoría de los países, particularmente durante períodos secos, por efecto de las estaciones del año y cambio climático los hábitats tropicales húmedos pierden parte de su humedad superficial e interior y se ve amenazado de quema de biomasa vegetal (IDEAM); estudios demuestran que el 96% de incendios forestales son ocasionadas por actividades humanas, producto de actos de negligencia o intencional, por consiguiente solo el 4% de los incendios forestales son ocasionados de forma natural” (WWF, 2020).

En América Latina, la CV se ve afectada por la deforestación que causan los IF, donde los principales impulsores de los incendios son las actividades humanas, incluido el pastoreo, las prácticas agrícolas y las causas por negligencia (REBELLA, y otros, 2008). El fuego destruye la vegetación y la capa superficial de materia orgánica. Así como el impacto en las regiones del Amazonas o Pantanal, que son la clave para medir el clima y conservar nuestro suministro de

agua (WWF, 2020). Comienzos del siglo XXI, se perdió 1,1% de los bosques de América Latina con un alrededor de 8.5 millones de hectáreas (La Network, 2021).

En Perú, los incendios forestales se inician por actividades naturales y antrópicos que generan un impacto a la cobertura vegetal, es importante tener en cuenta que las quemadas surgen principalmente por actividades agrícolas, las cuales pueden salirse de control y provocar incendios forestales (SERFOR, 2021). Cabe señalar que en el año 2021 se reportaron 812 incendios forestales en todo el Perú, dentro de ello 216 incendios forestales fueron reportados en la región de Cusco (INDECI, 2021).

En el 2020 se registró la mayor parte de incendios forestales en Puno y Cusco. La localidad de San Jerónimo, ubicado en la provincia de Cusco es uno de los distritos que presenta gran cantidad de registros de estos eventos que causan la pérdida de CV esto es un reporte del 2021 según él (INDECI, 2021).

En la actualidad los incendios forestales negligentes son ocasionados por la acción humana en el proceso de incendiar sus parcelas, cultivos o pastizales que tienen relación con la agricultura migratoria, donde es practicado por agricultores dedicados a esta práctica para combatir la aparición de malas hierbas y posibles amenazas a los bienes que producen (IMA, 2004)

Los métodos convencionales para determinar la pérdida de cobertura vegetal causada por incendios forestales han demostrado que son difíciles de llevarse a cabo por diferentes factores, ya que muchos de ellos son difíciles de implementar y de acceso limitado por la geografía del lugar (GUEVARA, 2021). Las imágenes satelitales se usan para la detección temprana de áreas degradadas, es una herramienta con información confiable de gran utilidad, por la precisión y confiabilidad de los datos (GeoInnova, 2017).

El proyecto de investigación busca cuantificar la pérdida de cobertura vegetal que es causada por estos fenómenos del IF durante 2019-2021, en la localidad de

San Jerónimo, provincia de Cusco por medio de cicatrices de quema, mediante imágenes satelitales de igual forma, identificar los áreas más propensos o susceptibles a ocurrencia de IF.

Es así que se establece el problema general: ¿Cuánto fue la pérdida de cobertura vegetal a causa de los incendios forestales durante 2019 – 2021 en la localidad de San Jerónimo, Cusco?; y los problemas específicos: ¿Cuánto será el área de pajonal andino perdido por incendios forestales durante 2019 – 2021, en la localidad de San Jerónimo, Cusco?; ¿Cuánto será el área de matorral arbustivo perdido por incendios forestales durante 2019 – 2021, en la localidad de San Jerónimo, Cusco?; ¿Cuánto será el área de plantación forestal perdido por incendios forestales durante 2019 – 2021, en la localidad de San Jerónimo, Cusco?; ¿Cuánto será la susceptibilidad de ocurrencia de incendios mediante el tipo de cobertura vegetal durante 2019 – 2021, en la localidad de San Jerónimo, Cusco?.

Esta investigación cuenta con una justificación teórica, porque aporta nueva información sobre el área de estudio, sintetiza la contribución teórica de los autores que hacen referencia a estas dos variables de estudio, que son la cobertura vegetal e incendios forestales. Así mismo cuenta con una justificación práctica, ya que se estima la pérdida de cobertura vegetal por incendios forestales mediante el software GIS, a medida que ayuda a prevenir futuros accidentes y determinar los daños ocasionados a la cobertura vegetal que es tan importante. Al igual muestra una justificación económica para colaborar con el ahorro o evitar gastos económicos futuros en situaciones al plan de mitigación de incendios forestales o en la restauración de la cobertura vegetal. Igualmente presenta una justificación social ya que implica a un grupo de personas afectados frente una problemática ambiental.

Para solucionar el problema se planteó el objetivo general: Determinar la pérdida de cobertura vegetal a causa de los incendios forestales durante 2019 – 2021 en la localidad de San Jerónimo, Cusco. Los objetivos específicos: Cuantificar el área de pajonal andino pérdida por incendios forestales durante 2019 – 2021,

en la localidad de San Jerónimo, Cusco; Cuantificar el área de matorral arbustivo pérdida por incendios forestales durante 2019 – 2021, en la localidad de San Jerónimo, Cusco; Cuantificar el área de plantación forestal pérdida por incendios forestales durante 2019 – 2021, en la localidad de San Jerónimo, Cusco; Determinar la susceptibilidad de ocurrencia de incendios mediante el tipo de cobertura vegetal durante 2019 – 2021, en la localidad de San Jerónimo, Cusco.

## II. MARCO TEÓRICO

Según (AHMAD, y otros, 2017), realizaron la evaluación Geoespacial de incendios forestales en Jharkhand, India. El objetivo de la investigación fue analizar la incidencia de incendios forestales en el estado de Jharkhand en India. Se identificaron y analizaron distritos de zonas críticas de incendios forestales. El método que se aplicó para la obtención de datos fue mediante el dominio GIS utilizando imágenes del satélite Lansat-8 para obtener datos de la cobertura forestal del 2015. Como resultado los datos de frecuencia de incendios forestales en el 2005 al 2016 revelan que Paschim Singhbhum, los distritos de Palamu y Garhwa están sujetos al 30,48%, 18,39 % y 8,98 % de incendios forestales respectivamente. Los datos indicaron que en el distrito de Jharkhand Paschim Singhbhum, los incendios forestales son más altos, estimando el 30% del total, que contiene el 17% de cobertura forestal de Porhat.

Según (HARI, y otros, 2019), en la provincia de Riau - Indonesia investigaron la relación de incendios forestales y terrestres con la deforestación. La cobertura del suelo ha experimentado un gran cambio, causada por frecuentes incendios de vegetación. Se utilizó el mapa de cobertura terrestre por el ministerio de medio ambiente de indonesia y mediante datos satelitales se determinó la ubicación y momento de los incendios durante 1990 a 2017. Como resultado estimaron que el bosque pantanoso secundario de turba redujo de 40 000 a 10 000 km<sup>2</sup> de área y las plantaciones crecen alrededor de 10 000 a 40 000 km<sup>2</sup>, así mismo se detectó que la mayoría de ocurrencias de incendios son en regiones que alteran la cobertura del suelo, los cambios son en regiones de bosques pantanoso secundarios de turba a arbustos o plantaciones. El análisis indica que, en Riau, los incendios forestales y el cambio de cobertura de suelo están asociados con los cambios de bosques secundarios a arbustos o plantaciones. Finalmente, como aporte menciona la protección de los bosques secundarios y restauración de los arbustos en bosques naturales.



Según (ANWAR, y otros, 2016), en su investigación realizaron la detección y evaluación de cambios de cobertura vegetal utilizando imágenes de teledetección multitemporales en Al-Kharj, en el centro de Arabia Saudita. Investigaron las características y la dinámica de los cambios totales de CV durante un período de 26 años (1987-2013). Se procesó un conjunto multitemporal de imágenes utilizando imágenes Landsat de Landsat4 TM 1987, Landsat7 ETM+2000 y Landsat8 para investigar los factores responsables del patrón y los cambios totales de CV, que están vinculados a procesos naturales y sociales. Los análisis de las tres imágenes de satélite concluyeron que la superficie del CV total aumentó en 107.4 % entre 1987 y 2000 y disminuyó un 27,5 % entre los años 2000 y 2013, Los datos reales sobre el terreno indicaron que los suelos deteriorados en la parte oriental de Al-Kharj AE con frecuencia están sujetos a la invasión de dunas de arena, mientras que la parte suroeste está sujeta con frecuencia a la salinización del suelo y las aguas subterráneas.

Según (ALEGRÍA, 2020) realizaron una evaluación y estudio del riesgo con IF en la interfaz forestal – urbano en las comunas que comprenden el área Metropolitana de Valparaíso, el objetivo de la presente investigación fue delimitar, reconocer y evaluar las áreas afectadas por IF en regiones que conforman el área Metropolitana de Valparaíso en el periodo 2000 al 2017. Se evaluó las variables definidas como amenaza y vulnerabilidad en ocho regiones de Valparaíso. El estudio de estos incendios fue en el periodo de 2000 y 2017, la zona de estudio se ve constantemente afectada por IF que se concentran durante el periodo evaluado, determinándose la cantidad de paisaje y población afectada, como: pérdida de bosques nativos, degradaciones en las poblaciones como viviendas, pérdidas humanas. En los resultados señalan que las áreas expuestas a riesgos de incendios son en el interfaz urbano forestal habitadas por poblaciones vulnerables, son 54 813 viviendas expuestas que simboliza un 13,9% de la población total.

Según (ARANTE, y otros, 2021), investiga el comportamiento de incendios, emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), deforestación de bosques y degradación de la Amazonía brasileña durante el período 2006-2019. La intención

de la investigación fue determinar la correlación entre la ocurrencia de incendios y la deforestación, que se determinó mediante una base de datos de deforestación y hotspots de incendios emitidos por el (INPE) Instituto Brasileño de Investigaciones Espaciales. La metodología que se aplicó fue el uso de sensores de satélites, los datos de deforestación se usaron para determinar las emisiones de GEI, provenientes de la deforestación y quema. Los resultados indicaron que el año 2019 sobrepasó los 10 000 km<sup>2</sup>, con un alrededor de 6 760 km<sup>2</sup>. Del mismo modo se determinó 295 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> neto liberado por Brasil a la atmósfera. Lo que confirma el fuerte impacto de la deforestación en la degradación de los ecosistemas debido a la ocurrencia de incendios en la Amazonía brasileña.

Según (CAPADOR Aguilar, y otros, 2021), analizaron la cobertura vegetal en los incendios forestales utilizando índices espectrales, en el caso de investigación de los Cerros Orientales en la ciudad de Bogotá, Colombia. Donde afirma que en diferentes lugares los IF se ha considerado como un problema, sea proveniente de la actividad natural o antropogénica, cuya consecuencia son las alteraciones de la CV, el objetivo general fue el análisis del cambio de CV a través la T° de la superficie terrestre durante el incendio forestal y el (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada) NDVI, como instrumento usaron el procesamiento de imágenes satelitales Landsat 5-7-8, a la vez en los cerros orientales establecieron los LST y el NDVI. Como resultados obtuvieron que la calidad del suelo cambia en la cobertura de Cerros Orientales, debido a los incendios forestales, cambiando el LST y NDVI en un área de estudio, en 2015 el aumento de incendios forestales causó una pérdida de 377,9 ha alterado la calidad de vegetación; también se evidencia que las zonas más susceptibles son Santa Fe, Chapinero y Usaquén, debido a que la calidad de la cobertura del suelo es escasa y moderada.

Según (MEJIA Bastias, 2021), realizó un análisis multitemporal del cambio de cobertura vegetal provocado por incendios forestales en el periodo 2012 al 2018 en San José de Minas. Utilizó imágenes satelitales Landsat 7 y 8 con sensores ETM y OLI respectivamente, las imágenes fueron descargadas de la página

USGS, y aplico las correcciones geométrica y radiométrica a cada una con el software ENVI 5.3. Para la identificación de áreas afectadas por incendios forestales utilizo los índices NBR, esto permitió localizar las zonas quemadas. Es así que determino la cantidad de incendios registrados durante el periodo 2012 al 2018 afectando un área de 1468.70 ha, en el año 2012 los bosques nativos fueron los más afectados con 171.93 ha. El uso de las imágenes satelitales y los índices espectrales permitió la identificación de las áreas afectadas a causa de los incendios forestales.

Según (TORRE, y otros, 2019), realizaron el estudio nacional en el Distrito de Satipo – Junín donde el propósito fue determinar, identificar y calcular la pérdida de cobertura vegetal, la muestra fue de manera transversal con un estudio correlacional descriptiva y un diseño no experimental, el instrumento usado fue Google Earth Pro tras haber realizado la recolección de datos de las zonas de estudio para proseguir con el levantamiento topográfico con el programa; Finalmente, se evaluó la pérdida de CV por teledetección en localidad de Satipo. Del 2015 al 2017 se encontró que el aumento de la agricultura redujo el área total del 13% al 6%, en el 2018 aumentó significativamente el área donde las plantas no fueron cubiertas por el fenómeno natural ocurrido. Con una superficie del 10% del área total de la zona de Satipo. La consistencia del mapa muestra resultados eficientes con una precisión global del mapa del 88,33 % y un valor del índice kappa del 0,83 %. Por lo tanto, los resultados de la clasificación supervisada son una alternativa eficiente y precisa para clasificar diferentes categorías de tierras y determinar la cantidad de tierra sin ir al campo y se puede aplicar a diferentes partes del país.

En el departamento de Pasco (ECHEVARRIA Mendoza, y otros, 2019), realizaron un estudio donde su objetivo fue la evaluación del cambio de cobertura y uso del suelo dentro de un periodo del 2014 al 2019, la muestra se consideró al distrito de Oxapampa. El instrumento que usaron consistió en el procesamiento de data mediante imágenes satelitales por el software ArcGIS 10.4 el cual primero hicieron la corrección radiométrica y atmosférica, con el fin de obtener una mejor cuantificación del área; posteriormente los resultados indican que en el año 2014

existieron bastantes extensiones de cobertura vegetal, para el año 2018 se incrementó las zonas urbanas e hídricas, para el 2019 el aumento de zonas agrícolas, por lo tanto hubo bajos índices de zonas agrícolas y urbanas en el 2014, pocas zonas hídricas en el 2016 y en el 2018 menos extensiones de cobertura vegetal; finalmente los investigadores llegaron a la conclusión que este método multitemporal con el software ArcGIS permite entender y cuantificar los cambios, además ayuda a incrementar los datos y facilita a toma de futuras decisiones.

Según (JIMENEZ, y otros, 2020), Piura en el distrito de Chulucanas en el año 2019 se realizó un estudio el cual el objetivo fue identificar la capacidad de regeneración de la cobertura vegetal en este distrito donde se aplicó los identificadores espectrales del follaje de vegetación, la muestra a estudiar fue de un tamaño de 0.5 hectáreas donde se plateo identificar la composición y clasificar los diferentes tipos de estratos y flora existente, como instrumento de investigación se usó las imágenes satelitales del sensor SENTINEL-2 de un periodo del 2017 al 2019 seguidamente con el software de "QGIS 3.6" para realizar el analizar la data recolectada y mediante ecuaciones del "NVI,NBRI y SABI", así mismo se usó indicadores de tipo espectral para obtener la reflectancia de la vegetación y los datos de meses no obtenidos se hicieron una estimación, también realizaron el análisis de estaciones climatológicas para así comparar con la reflectancia. Finalmente, los resultados obtenidos comprueban patrones similares en las herramientas de NDVI, NBRI y SAVI en las zonas impactadas donde las similitudes fueron en los niveles de un tiempo de 2 años, lo que indica la regeneración rápida de la vegetación.

Según (HUAYTALLA Rosales, y otros, 2020), en Reserva Nacional de Lachay, en el departamento de Lima, provincia de Huaura, Huacho; realizaron un estudio donde su objetivo general fue: "Determinar tipos de cobertura" existentes en la reserva, el instrumentos a usar será mediante índices espectrales usando la teledetección, posteriormente yendo al lugar y tomar datos de georreferenciación e imágenes de especies vistas, luego descargaron imágenes Sentinel de la plataforma Copérnico inmediatamente las calibraron, hicieron la corrección radiométrica y nubosidad presente, con el programa ENVI mejorando los pixeles,

de esa manera obteniendo imágenes de mejor calidad. Como resultados, determinaron 17 especies de vegetales, siendo: lomas de tillandsias, loma de stenomesson, loma tipo parque, loma de nostoc, loma de herbáceas, loma de paredes rocosas, líquenes, musgos, cactáceas y desiertos.

Según (TASILLA, y otros, 2020), En el distrito de Awajun provincial de Rioja, San Martín realizaron un estudio donde el objetivo fue “determinar las actividades Humanas y analizar la disminución de cobertura vegetal en el distrito dentro de un periodo del 1990 al 2020” teniendo como muestra el poblado de Awajun y el diseño de investigación que utilizó fue mediante mapas de cobertura la forma que usan el suelo mediante técnicas y clasificación de imágenes satelitales supervisadas y analizadas por el software SIG, los resultados obtenidos indicaron que la actividad humana causó impactos significativos en el año de 1990 con un total de 171.10 ha, seguidamente en el año 2020 afectó un total de 23116.86 ha lo cual esto indica que en el año 2020 hubo gran impacto medioambiental negativo además sumándole la expansión urbana, sistemas de red vial, etc. el cual está relacionada con la disminución de la capa superior de vegetación. Los cambios de cobertura vegetal que se observó en los años 1987 al 1997 estimaron 948.42 ha, en los años 1997 al 2007 redujo 81.83 ha. y en los años 2007 al 2017 fue de 59.26 ha. los autores llegaron a la conclusión que la principal causa es el crecimiento demográfico.

Según (FERNANDEZ , 2018), realizó la evaluación de la superficie deforestada a causa de los incendios forestales en los años 2011-2016 en la localidad las Piedras en Tambopata en la ciudad de Madre de Dios, teniendo como objetivo determinar la superficie deforestada causada por los incendios Forestales. La metodología que se aplica es mediante imágenes satelitales utilizando el sensor Sentinel 2, sensor de satélite Landsat 5 TM y 8 OLI. Se clasificó las cicatrices de áreas quemadas utilizando el cociente normalizado de quema (NBR). Los resultados reportaron un 85,57% de presión global, las áreas que fueron afectadas por incendios en bosques primarios, bosques secundarios y pastizales en los años 2011, 2013 y 2016 fue 2 535 ha., 1 720,80 ha. y 7 081,74 ha. respectivamente. Los focos de calor reportaron en el 2016 un 66,74% de

cicatrices de quema, así mismo en el 2011 y 2013 fueron 36,50% y 16,74%, respectivamente. Por último, el área degradada causada por incendios forestales a partir de focos de calor afirma la correlación positiva de considerable a muy fuerte, en el año 2016.

En relación a los antecedentes locales contamos con el siguiente autor (GUEVARA, 2021), los ecosistemas forestales se ven afectados por eventos de fuego que se presentan cada año, alteran la biodiversidad e integridad de los mismos. La investigación se llevó a cabo en el distrito de Ccatcca, provincia de Quispicanchis, ubicada en la Región de Cusco el cual analiza la deforestación causada por efecto de los IF en el periodo 2010 al 2020. Se procesa con el software ArcMap 10.5m donde se identifica las áreas quemadas que dejaron cicatrices. Para identificar los incendios, se procesó con el sensor MODIS donde se empleó los focos de calor que proporciona este sensor. El objetivo fue determinar el área afectado por efecto de los IF utilizando índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) En el periodo indicado, así mismo se analizó la correlación entre área deforestada y los incendios forestales a través de análisis estadístico. Los resultados del área afectada a causa de los incendios forestales en los bosques y pastizales fueron de 31,90 ha., 29,12 ha. y 116 ha. en los años 2013, 2019 y 2020 respectivamente. Así mismo muestra una correlación fuerte de nivel significativo de 99%.

Según (ARTEAGA, y otros, 2021), realizó un estudio para el análisis multitemporal de los incendios forestales en el santuario histórico de Machu Picchu del 2008 – 2020 y tomar muestras de las épocas seca y lluviosa para esclarecer las características espaciales de los datos obtenidos en campo. En cambio, utilizando como herramienta el análisis multitemporal a través de los índices NBR y NDVI, evaluados con 14 capas de información, que incluyen variables meteorológicas, índices espaciales, humanos y paisajísticos, así como bioclima y ecosistemas. Se mostraron fluctuaciones anuales. Diseñado para cambios repentinos durante el período de evaluación en tres formas: caracterización espacial, análisis multitempo, modelado, etc., apoyado en análisis estadísticos utilizando el software ArcGIS 10.5, SPSS y MaxEnt. Finalmente, se evaluó las variables que

más contribuyeron al desarrollo del modelo fueron la: centralidad poblacional, la radiación y la cobertura vegetal. Después de examinar el modelo, se determinó que las áreas con más probabilidad de sufrir un IF eran los sectores de Weirya Bamba, Koriwai Lakina, Inti Watana y Winai Weina, que se clasificaron como prioridades preventivas.

A nivel internacional, indica que la superficie cubierta por bosques es un indicador de importancia para el Desarrollo Sostenible asegurando la conservación, restauración y uso sostenible de los ecosistemas terrestres, ya que de ellos depende la biodiversidad (WWF, 2021). Hasta el 2020 los bosques ocupaban un 30,8% de superficie terrestre del mundo, sin embargo, no tienen una distribución uniforme (FAO y PNUMA, 2020). Un 50% de la superficie forestal representa el 49% y permanece relativamente intacto, mientras que el 9% está en forma de Corte con poco o ningún contacto entre ellos o ellas. Hace más de 31 años redujo a un alrededor de 80 millones de (ha), más de 100 millones de (ha) de bosques están siendo impactados por los IF, así como los brotes de enfermedades, las estaciones secas y los fenómenos meteorológicos adversos (FAO, 2016)

El 23% de bosques del mundo se alojan en América Latina y Caribe. Además de su importante papel como proveedor de subsistencia y medios de vida para la población ubicada en áreas boscosas, los bosques conservan la mayor biodiversidad terrestre del planeta (PRESSENZA, 2021). Así mismo cumplen un rol fundamental en la mitigación y adaptación al cambio climático por su facultad de suministrar carbono (BID, 2021). Además, brindan servicios ambientales al regular los ciclos hidrológicos y estabilización del paisaje, ayudan al cuidado del suelo y el agua en ecosistemas frágiles y Brindan oportunidades para la recreación y el turismo (SAVATREE, 2017). Sin embargo, durante los últimos 30 años, la proporción de cobertura forestal en la región redujo sistemáticamente del 53% al 46% de la región. Así, la superficie total de bosque perdida en toda la región entre 1990 y 2020 es de 138 millones de hectáreas, que es poco más de la superficie total de Perú o la mitad del tamaño de Argentina (CEPAL, 2021).

La cobertura vegetal también conocido como “cubierta vegetal”, se puede definir como la capa de vegetación viva o inerte cuyo propósito es cubrir la superficie terrestre (LOWRY, y otros, 2018), ésta debe cumplir con una serie de características ambientales y fisonómicas, pueden ser inducidas por actividad humana como áreas de cultivo, pastizales o también se puede dar bajo patrones propios de la biodiversidad como son los bosques naturales (MAZA CHAMBA, 2009).

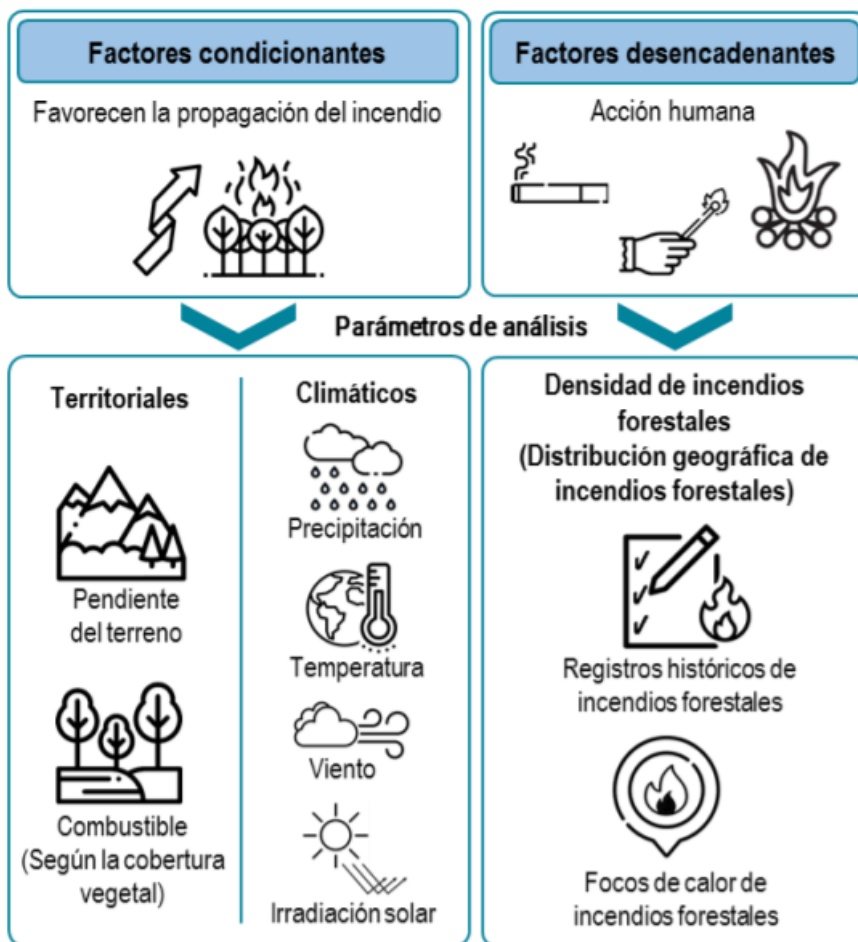
Los tipos de cubiertas existentes en la superficie terrestre, donde la identificación de esta cobertura vegetal es según la vegetación que presenta, definida por su forma biológica y de crecimiento (FAO, 2000), lo consideran como el factor más importante ya que actúa como una barrera natural, delimitando los diferentes ecosistemas según escala cartográfica, de esa manera encontrando bosques, matorrales, herbazales y palmerales (MINAM, 2019).

En general viene a ser la agricultura “cultivos de cobertura”, ya que al realizar estas prácticas permite que el agricultor pueda proteger el suelo, aportando nutrientes, incrementando biodiversidad, respetando los tipos de cultivos a plantar y que nutrientes aportar a la tierra (DONOVAN, 2020); generalmente usan especies de familias leguminosas proveyendo de esa manera nitrógeno al suelo, también siembran gramíneas y cereales el cual contribuye a tener grandes extensiones de biomasa, de modo que aumenta la generación de materia orgánica y propiedades de calidad. (INIA, 2020)

En la región andina la reforestación de plantaciones forestales ocupa un alrededor de 77 460 ha que simboliza un 0,06% del área departamental. Estos árboles cumplen objetivos como: fuente de energía, protección de área agrícolas y laderas, evitar la erosión del suelo y por último regular la escorrentía hídrica, los pajonales andinos es una clase de cobertura vegetal que está constituido como herbazales que se ubican en zonas casi planas hasta empinados ocupa un alrededor de 18 192 418 ha que simboliza un 14,16%, así mismo los matorrales arbustivo constituyen alrededor de 7 496 882 ha que simbolizan un 5,83% (MINAM, 2015).



Los incendios, se refieren al fuego que se propaga de manera incontrolada extendiéndose por diferentes áreas urbanas o rurales, sin embargo, si ésta impacta a la naturaleza o sobre la vegetación (PLANA Bach., y otros, 2016) se llama incendio forestal donde “Forestal” está ligado a la clasificación convencional de los usos de suelo, el termino de forestal incluye diferentes zonas terrestres que no se encuentre en uso urbano ni uso agrícola (KANE , 2022); visto de ese modo la definición de “incendio forestal” se afirma que puede ser producido de forma natural o antrópica el cual es propagado en coberturas terrestres sea la vegetación de tipo “matorral, humedal, sabana, bosque, pastizal, turbera, pajonal, etc” (PAUSAS, 2012), no obstante no se considera IF al fuego incontrolado que afecta la CV natural o cultivada que se desarrolla en suelos donde la capacidad de uso máximo es de cultivo permanente, limpio o suelos de producción de pastos, tampoco se considera al fuego incontrolado en terrenos legalmente declarados y con el consentimiento del dueño del predio ya que estas son practicas realizadas de años ancestrales relacionadas a la agricultura denominadas “roce” (siempre y cuando éste fuego es controlado) tal como lo asiente (MANTA NOLASCO, 2017 págs. 16-17). mediante un análisis de susceptibilidad nos permite conocer que pueden intervenir diferentes factores como el condicionante y desencadenante donde interviene la meteorología, la topografía que facilita la propagación del fuego (CENEPRED, 2021).

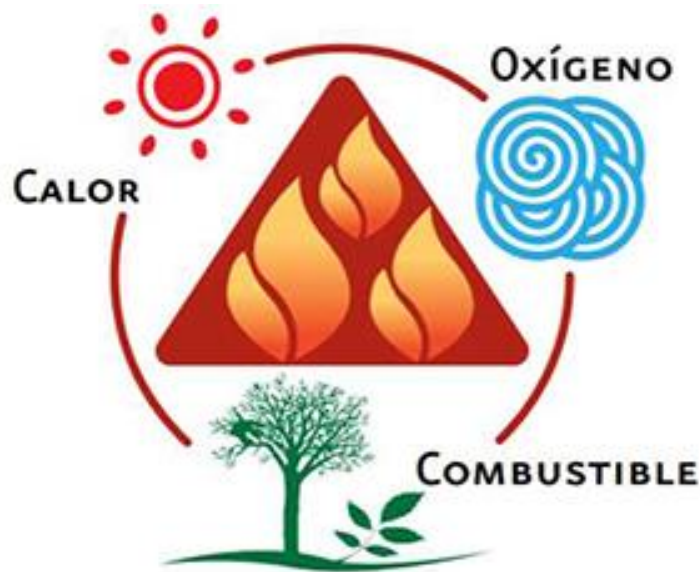


Fuente: Elaborado por el CENEPRED. 2020

**Figura 1 :** Cuadro de condicionantes y desencadenantes

El fuego es formado mediante el tetraedro del fuego que es a base de un proceso de combustión “físico - químico” y una reacción química de “oxidación y reducción” exotérmica, donde el agente oxidante sustrae electrones al elemento reductor provocando una reacción exotérmica liberando calor ya que la resultante de sustancias tiene menos energía (JAEN, 2014 pág. 30) para darse mencionada combustión el tetraedro de fuego interviene con 3 factores como son: Oxígeno (aire): Para iniciar y mantener la combustión. El suministro de aire puede incrementarse en condiciones de viento, el Calor: Reacciona para elevar la temperatura del combustible hasta su punto de ignición y para encender los combustibles. Las fuentes comunes de calor son los rayos y las actividades humanas; y el Combustible: Para sostener y/o transportar llamas. Los materiales

combustibles incluyen árboles, arbustos, pastos y estructuras. (MANTA NOLASCO, 2017).






(BENITEZ, y otros, 2019)

**Figura 2 :** Tetraedro de fuego

El daño de los ecosistemas después de un incendio se puede diferenciar cuando es superficial, donde el combustible que consume el fuego se encuentra en la parte superior del suelo encontrando a su paso hojarasca, leñas, hierba sin quemar todo el tronco de los árboles, a diferencia de son subterráneos éstos provocan efectos sobre el mantillo bajo la superficie llegando y las raíces (GONZALES Prieto, 2021)

Los incendios no siempre fueron igual ya que hubo épocas que cambian en cuanto a su comportamiento, naturaleza, velocidad, tamaño, duración, severidad, intensidad (RODRIGUEZ TREJO, 2012); sin embargo, según MANTA NOLASCO (2017) existe tres tipos de incendios forestales el cual se diferenciara por cómo se quema la vegetación, encontrando: Incendio de copas, aquellos que se extienden a través de la parte superior de los árboles (copas); sus hojas actúan de combustibles ayudan ya que son finos, pero va depender del viento para ver, si continua o si baja se convertiría en un incendio superficial que según (Junta de Castilla y Leon, 2014) son aquellos que su altura próxima es como pasto, arbustos

pequeños, restos de podas, matorrales, etc.; sin embargo, son de menor altitud, pero son los que propagan más quemando el combustible pequeño el cual este fenómeno se conoce como coronamiento (MANTA NOLASCO, 2017), por último se encuentra el incendio de subsuelo que se despliega por el interior de la superficie quemando las raíces, materia orgánica y turba.

1. Incendio de Copa	2. Incendio de Superficie	3. Incendio de Subsuelo
		
<p>Fuente: <i>El Comercio</i> (2021) Lugar. Paucartambo</p>	<p>Fuente: <i>El Comercio</i> (2021) Lugar. Pillao Matao</p>	<p>Fuente: SSN (2018) Lugar. Suncco</p>
<p>(EL COMERCIO, 2021)</p>	<p>(EL COMERCIO, 2021)</p>	<p>(SSN, 2018)</p>

**Figura 3 :** Tipos de Fuego

Se estima que en Perú la ocurrencia de incendios forestales es mas de origen antropogénico, la región del Cusco ubicado en una zona andina, que se caracteriza por poseer el forraje, el cual conlleva a que en cambios de estación pobladores del lugar realicen malas prácticas, quemando sus chacras de cultivo, quemas de pastos (SERFOR, 2018 pág. 7), pese que hay leyes que prohíben mencionados actos tal como lo indica en el artículo primero de la Ordenanza Regional N° 047 del (Gobierno Regional de Cusco, 2013) en cumplimiento de la Ley n° 29763, Ley Forestal y de Fauna Silvestre.

Como herramienta, la teledetección “es una técnica que tiene por meta la captura, estudio y procesamiento de las imágenes digitales detectadas y percibidas desde satélites artificiales” (PÉREZ Gutiérrez, y otros, 2006 pág. 19) viene a ser “el método que hace posible conseguir imágenes de la superficie terrestre a través de sensores aéreos o espaciales” (CHUVIECO, 2008 pág. 17).

Usualmente se usa como un método de monitoreo, el cual ayuda a visualizar los eventos (antes, durante y después). La investigación consiste en dos etapas, la primera en obtener las imágenes antes y después de la ocurrencia (GARCIA Fernández, y otros, 2009 )

La teledetección consta de 7 elementos tales como: La fuente de energía es el origen de flujo de energía detectado por el sensor. Hay dos tipos de fuentes de energía pasivas y activas. Una es un sensor externo (por el reflejo de la luz solar) y la otra es emitida por un haz de energía (el sensor emite y recepción sus mismas ondas) (VILLEGAS Vega, 2008).

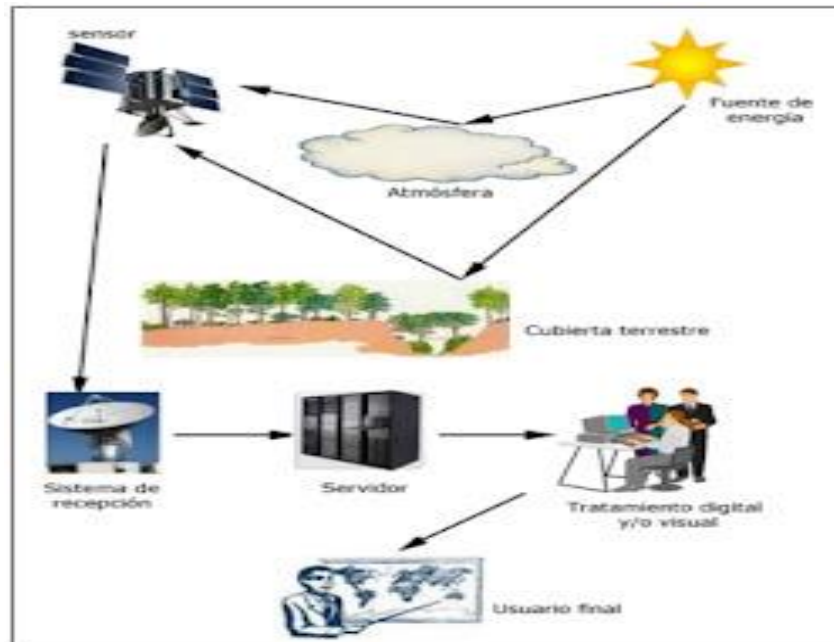
La segunda es cubierta terrestre que según TARRILLO Vásquez (2019) es el blanco de observación son todos los objetos que se encuentran sobre la superficie terrestre “tipo de cubierta vegetal, rocas, cuerpos de agua, materiales terrestres e infraestructuras” (pag.9)

La tercera es el sensor espacial o remoto que según GONZÁLES Cubides (2017) tiene como función capturar la energía proveniente de los objetos encontrados sobre la cubierta terrestre para posteriormente grabarla, codificarla y enviarlo inmediatamente al sistema de recepción (pag.27)

En cuarto lugar, el sistema receptor es la captura de información mediante un aparato, maquina, plataforma, sensor para posteriormente puedan ser descargadas por usuarios para fines que crea convenientes (YU, y otros, 2014)

En quinto lugar, está el procesador o servidor el cual es “la unidad central del procesamiento” mostrando datos, ejecutando instrucciones, tareas y proyectándolo en páginas web o plataformas de geo servidores y así, ser distribuidos a los usuarios (IWEB, 2015).

En sexto lugar, el intérprete o tratamiento digital, visual donde el usuario brinda características para el fácil entendimiento del estudio que pretende realizar, realizando mapas temáticos. Finalmente, el usuario final será el encargado de dar a conocer el mapa temático realizado (VILLEGAS Vega, 2008).



Fuente: SACHA CTMA, 2016

**Figura 4** : Elementos de la Teledetección

Los sensores remotos, actualmente usado para obtener datos sin estar en contacto físico, la información se obtiene midiendo y detectando cambios, que un objeto introduce en el entorno; es decir hablamos de los cambios debido a una energía electromagnética reflejada o emitida mediante ondas. (REUTER, 2009).

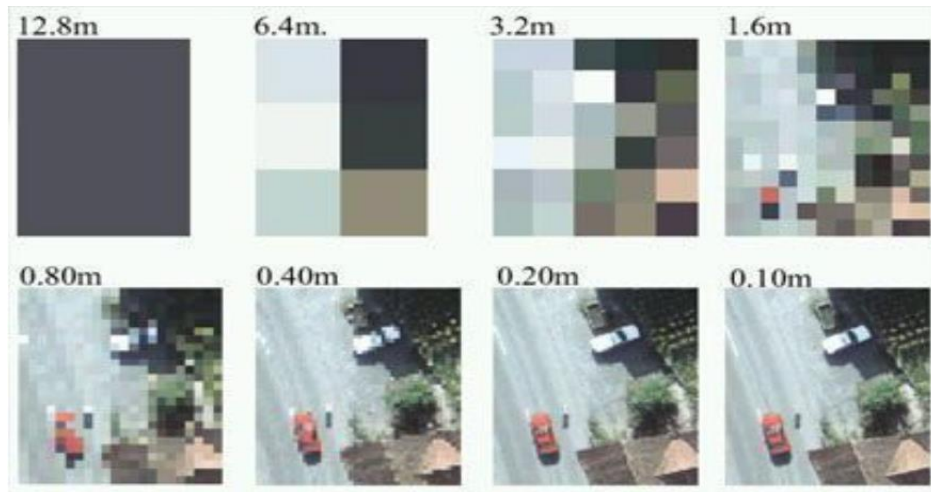
Existen 2 tipos de sensores según su origen: los activos, donde su energía es propia y la función que cumple es de emitir los flujos de luminiscencia dando como resultado la reflexión de fragmentos los cuales son absorbidos por el sensor, (GISGEOGRAPHY, 2021), teniendo así el radar, lidar y los pasivos encuentran información de la energía electromagnética de fuentes naturales

reflejada sobre la superficie de la tierra, éstas no tienen radiación propia y dependen de fuentes de luz externa (BONILLA Vilatuña, y otros 2021).

Actualmente las plataformas satelitales brindan condiciones espectrales que mediante bandas específicas de espectro electromagnético y que por ellas se puede visualizar diferentes tipos de coberturas de la superficie terrestre. La energía reflejada a la superficie es una reacción natural encontrada en las dimensiones de tiempo, espacio y longitud de onda y radiación (REUTER, 2009). La adquisición de energía termal acumulado y organizado por el sensor definen la calidad de la imagen, teniendo una resolución espacial o tamaño de píxel, la cual se define como el área angular captado mediante el barrido; la resolución espectral es el que señala el número y ancho de bandas se puede captar con la radiación electromagnética (SENSORES, 2012).

El espectro electromagnético, determinada según la longitud de onda se halla el espectro visible (percibida por el ojo humano) encontrándose en un intervalo de 0.4 y 0.7 micrómetros dentro de ésta se distingue 3 franjas como: Rojo (0.6 – 0.7  $\mu\text{m}$ .), Verde (0.5 – 0.6  $\mu\text{m}$ .) y Azul (0.4 – 0.5  $\mu\text{m}$ .) (Copernicus, 2018 pág. 7).

Resolución de imagen, se refiere al tamaño mínimo que un objeto o detalle puede representar en una imagen. Cuanto mayor sea la resolución, menor será el tamaño de píxel y más detallado será (SETYAWAN, 2019). En otras palabras, define la distancia a la que puede "acercar" y qué tan pequeños son los objetos que puede ver. Las imágenes satelitales de baja resolución pueden mostrar el flujo de un río, mientras que las imágenes satelitales de alta resolución le permiten acercarse a un barco turístico que navega sobre él (ESA). Sin embargo, esta propiedad depende de los píxeles, que son las unidades básicas del color de una pantalla o imagen, representadas por pequeños puntos cuadrados, los píxeles son una combinación de tres componentes del espectro de color RGB (TARGET, 2015).



Fuente: (Agromática, 2022)

**Figura 5** : Resolución de Píxel

Las imágenes de los satélites SENTINEL del programa Copérnico, se encuentran a disposición del público en general como territorio nacional (España), europeo e internacional, además cuenta con acceso libre y gratuito. Las imágenes son ofrecidas por los satélites:

SENTINEL 2 comprende de dos satélites como es Sentinel 2A y 2B que orbitan con desfase de 180° con resolución de 10 m, la captura de las imágenes se realiza individualmente cada 10 días y en conjunto cada 5 días; cada una de las imágenes adquiridas muestra un barrido máximo de 290 km de ancho, éste trabaja con 13 bandas (Gis&Beers, 2018) entre las características son:

**Tabla 1** : Bandas en Sentinel con longitud y resolución

B SENTINEL-2	SENTINEL 2	
	LONGITUD DE ONDA (UM)	RESOLUCIÓN ESPACIAL (M)
<b>B1 - Ultra azul (Costa y Aerosol</b>	0,43 - 0,45	60
<b>B2 - Azul</b>	0.45 - 0.52	10



<b>B3 - Verde</b>	0.54 - 0.57	10
<b>B4 - Rojo</b>	0.65 - 0.68	10
<b>B5 - Vegetación borde del rojo 1</b>	0.69 - 0.71	20
<b>B6 - Vegetación borde del rojo 2</b>	0.73 - 0.74	20
<b>B7 - Vegetación borde del rojo 3</b>	0.77 - 0.79	20
<b>B8 - NIR Infrarrojo cercano 1</b>	0.78 - 0.90	10
<b>B8A - NIR Infrarrojo cercano 2</b>	0.85 - 0.87	20
<b>B9 - Vapor de agua</b>	0.93 - 0.95	60
<b>B10 - SWIR (Infrarrojo de onda corta) - cirrus</b>	1.36 - 1.39	60
<b>B11 - SWIR 1</b>	1.56 - 1.65	20
<b>B12 - SWIR 2</b>	2.10 - 2.28	20

Fuente: Gis&Beers, 2018

Elaboración de traducción (UTRERAS, 2019)

Beneficios de usar las imágenes satelitales mediante sensores remotos están: la rapidez, precisión, homogénea y económica, la forma de monitorear extensiones de gran tamaño (KULO, 2018), permite llegar a lugares de difícil acceso haciendo una medición, analizando niveles de contaminación, ocurrencia de incendios, desastres naturales o antrópicos y de esa manera dar una respuesta más inmediata u obteniendo datos más automáticos (CHUVIECO, 2002). Además, gracias a la teledetección es posible obtener información inmediata, lo que permite muestrear grandes áreas enteras en pocos días, incluso facilitar la entrega de imágenes con mayor resolución espacial, el cual consiste en el desarrollo de aplicaciones más cercanas a la gestión y toma de decisiones en diferentes escalas de trabajo (Geoinnova, 2017).

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

##### **3.1.1. Tipo de investigación**

La investigación es de tipo aplicada, también denominada “investigación práctica o empírica”, busca zanjar un problema conocido encontrando respuestas a preguntas específicas, tiene como característica la utilización de conocimientos adquiridos, donde el uso de los resultados de la investigación, ayuda a definir y conocer la realidad, de forma rigurosa y sistemática (VARGAS, 2014).

En cuanto al método desarrollado en el estudio tiene un enfoque cuantitativo, ya que se concentra en mediciones numéricas dando análisis estadísticos, planteando un problema de investigación delimitado y concreto donde sus interrogantes versan en cuestiones específicas (HERNANDEZ, y otros, 2014).

Toda la información mencionada anteriormente es importante, para indicar que según al tema de estudio es cuantitativo, ya que se analizará la pérdida de cobertura vegetal a causa de los incendios forestales en el periodo 2019-2021 en el distrito de San Jerónimo. Además, la investigación es de tipo aplicada ya que se utilizará información de acuerdo al trabajo estudiado esta información está constituida por registro y métodos espaciales que nos servirán para determinar nuestros objetivos.

##### **3.1.2. Diseño de investigación**

Se afirma que no existe solo una forma de escribir un diseño o proyecto de investigación, sin embargo, generalmente se formula modelos, dependiendo la institución u organismos, éstos exigen formatos donde la teoría y análisis

respondan a las líneas de investigación aprobadas por la entidad (SUÁREZ Montes, y otros, 2016 págs. 73-74).

Los trabajos de investigación donde la variable se mantiene intacta e incluyen la recolección de datos en base a la observación del contexto natural según las situaciones existentes para posteriormente ser analizados se consideran no experimentales (MARIN, 2012 págs. 45-53).

La investigación según el diseño es no experimental, es importante indicar que las variables de estudio en la investigación presente no serán manipuladas, esto quiere decir que las variables no serán alteradas ni manipuladas, es así que la investigación es descriptiva.

## **3.2. Variables y operacionalización**

### **3.2.1. Variable 01:**

En la siguiente investigación se identificó como Variable 01 a: Cobertura Vegetal.

### **3.2.2. Variable 02:**

En la siguiente investigación se identificó como Variable 02 a: Incendios Forestales.

### 3.2.3. Operacionalización de Variables

**Tabla 2** : Operacionalización de Variables

"Pérdida de cobertura vegetal a causa de los incendios forestales durante 2019 – 2021 en la localidad de San Jerónimo, Cusco"								
	PROBLEMA	OBJETIVO	VARIABLES	MARCO CONCEPTUAL	MARCO OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD
<b>GENERAL</b>	¿Cuánto fue la pérdida de cobertura vegetal a causa de los incendios forestales durante 2019 – 2021 en la localidad de San Jerónimo, Cusco?	Determinar la pérdida de cobertura vegetal a causa de los incendios forestales durante 2019 – 2021 en la localidad de San Jerónimo, Cusco	<b>V1 "Cobertura Vegetal"</b>	Definida como la capa de vegetación viva o inerte cuyo propósito es cubrir la superficie terrestre, ésta debe cumplir con una serie de características ambientales y fisonómicas, pueden ser inducidas por actividad humana como áreas de cultivo, pastizales o también se puede dar bajo patrones propios de la biodiversidad como son los bosques naturales (MAZA Chamba, 2012).	La cobertura vegetal será medida a través de la cantidad de vegetación perdida dentro de la localidad, determinando la cantidad de pajonal andino, matorral arbustivo y plantaciones forestales; durante el periodo 2019-2021; empleando la teledetección.	PAJONAL ANDINO	✓ Cantidad de pajonal andino perdido	Ha
<b>ESPECIFICOS</b>	¿Cuánto será el área de pajonal andino	Cuantificar el área de pajonal				MATORRAL ARBUSTIVO	✓ Cantidad de matorral arbustivo perdido	Ha

<p>perdido por incendios forestales durante 2019 – 2021, en la localidad de San Jerónimo, Cusco?</p>	<p>andino pérdida por incendios forestales durante 2019 – 2021, en la localidad de San Jerónimo, Cusco.</p>		<p>Por otra parte, la cobertura vegetal en la sierra peruana predomina superficies de pastos naturales que son vegetaciones que conforman la fuente principal de forraje para el desarrollo, alimentación y producción ganadera (MINAM, 2015)</p>		<p><b>PLANTACIONES FORESTALES</b></p>	<p>✓ Cantidad de plantación forestal perdido</p>	<p>Ha</p>
<p>¿Cuánto será el área de matorral arbustivo perdido por incendios forestales durante 2019 –</p>	<p>Cuantificar el área de matorral arbustivo pérdida por incendios</p>	<p><b>V2 "Incendio Forestal"</b></p>	<p>Definido el fuego como no deseado el cual se propaga sin control en el recurso forestal,</p>	<p>Primero mediante la plataforma del INDECI se hallará el registro de incendios producidos,</p>	<p><b>SUPERFICIE QUEMADA</b></p>	<p>✓ Cicatrices de quema</p>	<p>Ha</p>

<p>2021, en la localidad de San Jerónimo, Cusco?</p> <p>¿Cuánto será el área de plantación forestal perdido por incendios forestales durante 2019 – 2021, en la localidad de San Jerónimo, Cusco?</p> <p>¿Cuánto será la susceptibilidad</p>	<p>forestales durante 2019 – 2021, en la localidad de San Jerónimo, Cusco.</p> <p>Cuantificar el área de plantación forestal perdida por incendios forestales durante 2019 – 2021, en la localidad de San</p>			<p>causando daños ecológicos, económicos y sociales. Genera un efecto negativo en la cobertura vegetal, para los incendios forestales se necesitan de 3 elementos: oxígeno, calor y combustible que se encuentren en el mismo lugar y tiempo determinado (PLANA Bach., y otros, 2016) En los últimos años el incremento de los incendios forestales aumento, causando cambios en la composición, diversidad y estructura de la vegetación</p>	<p>posteriormente mediante la teledetección descargando imágenes del satélite espacial Copérnico desde el centro de datos científicos del sensor SENTINEL, finalmente se procederá al análisis de imágenes mediante la identificación de focos de calor encontrados en el sensor</p>	<p>SUSCEPTIBILIDAD DE INCENDIO</p>	<p>✓ Ocurrencia de incendio</p> <p>✓ Tipo de cobertura vegetal</p>	<p>Rango o categoría %</p>
--	---	--	--	---	--	------------------------------------	--	----------------------------

	de ocurrencia de incendios mediante la cobertura vegetal durante 2019 – 2021, en la localidad de San Jerónimo, Cusco?	Jerónimo, Cusco.  Determinar la susceptibilidad de ocurrencia de incendios mediante la cobertura vegetal durante 2019 – 2021, en la localidad de San Jerónimo, Cusco		(SENAMHI, 2018)				
--	---	--	--	-----------------	--	--	--	--

### 3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

#### 3.3.1. Población

Es la suma de acontecimientos, delimitado y accesible, donde cumple con una serie de métodos predeterminados. Cabe destacar que mencionar población de área de estudio, no solo contempla a un grupo humano, sino también se considera a un conjunto de animales, muestras biológicas, objetos, entre otros (ARIAS, y otros, 2016)

Se considero como población la localidad de San Jerónimo contando con una superficie total de 96 km<sup>2</sup>, con la ayuda de la herramienta SIG se distinguió dentro del distrito áreas de cobertura vegetal los cuales son el motivo de la investigación.

#### 3.3.2. Muestra

Es una parte representativa, un sub – conjunto o parte del universo de elementos extraídos de la población, que son seleccionados para el trabajo de investigación (CARRILLO, 2015). Con la herramienta SIG se contempló áreas y tipos de cobertura vegetal por ello se les considero como muestra a estudiar, el área de cobertura vegetal encontrada en la superficie afectada dentro de la jurisdicción de la localidad de San Jerónimo.

**Tabla 3 :** *Tipos de Cobertura Vegetal en la Localidad de San Jerónimo*

N°	TIPO DE COBERTURA VEGETAL
1	Pajonal andino
2	Matorral Arbustivo
3	Plantación Forestal

Fuente: MINAM Información Geoespacial del Mapa de Cobertura Vegetal



### 3.3.3. Muestreo

El muestreo se realizó con el software ArcGIS 10.8 donde se descargó el mapa de cobertura vegetal del geo portal del MINAM, seguidamente se sistematizo la información para extraer la muestra.

### 3.3.4. Unidad de análisis

Es la acción principal para analizar, de modo que son los que contestan a interrogantes de “Que, Quien o Cual” se va efectuar en la exploración (PICÓN , y otros, 2014) por consiguiente, se denominó el “área de cobertura vegetal” como la unidad de análisis.

## 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

### 3.4.1. Técnica

Las técnicas empleadas fueron, la recopilación de reportes complementarios de la plataforma del INDECI, obteniendo datos de la ocurrencia de incendios forestales, así mismo el procesamiento y observación de las imágenes satelitales.

Para determinar el área de cobertura vegetal quemada, se empleó las imágenes satelitales obtenidas y descargadas directamente de la Agencia Espacial Europea ESA (Copérnico) del Sensor Sentinel, correspondientes al periodo de estudio 2019-2021.

**Tabla 4 : Imágenes Satelitales**

<b>SATÉLITE</b>	<b>FECHA DEL REGISTRO DE LA IMAGEN</b>
Sentinel 2A	17/09/2019
Sentinel 2A	7/08/2020
Sentinel 2A	15/11/2020
Sentinel 2A	25/11/2020

### 3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de datos se utilizó los siguientes instrumentos:

Ficha 1 “Recolección de datos de pajonal andino”, para esta ficha la información que se registra es para cada tipo de vegetación predominante y donde se encuentran ubicados.

Ficha 2 “Recolección de datos de matorrales arbustivos”, para esta ficha la información que se registra es para cada tipo de vegetación predominante y donde se encuentran ubicados.

Ficha 3 “Recolección de datos de plantación forestal”, para esta ficha la información que se registra es para cada tipo de vegetación predominante y donde se encuentran ubicados.

Ficha 4 “Recolección de datos de incendios forestales”, para esta ficha la información registrada es la cantidad de incendios forestales registrados por año, según reporte de INDECI registrando los códigos SINPAD, el lugar afectado y número de incendios por año.

Ficha 5 “Recolección de daños por incendios forestales”, para esta ficha la información registrada fue la cantidad de superficie quemada, las cicatrices de quema utilizando el ArcMap para visualizar lo registrado.

Ficha 6 “Recolección de susceptibilidad de ocurrencia de incendios mediante la cobertura vegetal”, para esta ficha la información registrada es la cantidad de incendios forestales registrados por año, superficie quemada, cicatrices de quema por año categoría y rango o categoría en porcentaje (%).

### 3.4.3. Validez

La validación de instrumento se describe como un tipo de investigación dentro de los de intervención, es decir al mismo nivel de los experimentales, cuasi – experimentales (LÓPEZ, y otros, 2019). La validez de los formatos empleados en la presente investigación se determinó a través del juicio de:

**Tabla 5 :** Instrumentos de Validación

<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>	<b>DNI</b>	<b>CIP</b>	<b>% DE VALIDEZ</b>	<b>PROMEDIO DE VALIDEZ</b>
Marco Antonio Herrera Diaz	44553815	191151	85%	85%
Michael Edgar Flores	00515616	136748	86%	
Milton Tullume Chavesta	07482588	64716	85%	

### 3.4.4. Confiabilidad

La confiabilidad se define como instrumento que responde al equilibrio de datos obtenidos (MATA, 2020). La confiabilidad de los instrumentos responde a la estabilidad de los datos que obtenemos para la investigación.

### 3.5. Procedimientos

De acuerdo al cronograma de investigación, el tiempo estimado será de 5 meses iniciando desde el mes de diciembre del 2021 hasta abril del 2022.

El procedimiento estará conformado por 5 fases:

**Fase 1.** Delimitación del área de estudio: El distrito de San Jerónimo ubicado al sur de Perú en la departamento y provincia del Cusco, con una altitud de 3.245 m.s.n.m. una extensión territorial de 96 Km<sup>2</sup>, población total de 31 687 habitantes (INEI, 2017).

**Tabla 6 : Límites del Territorio**

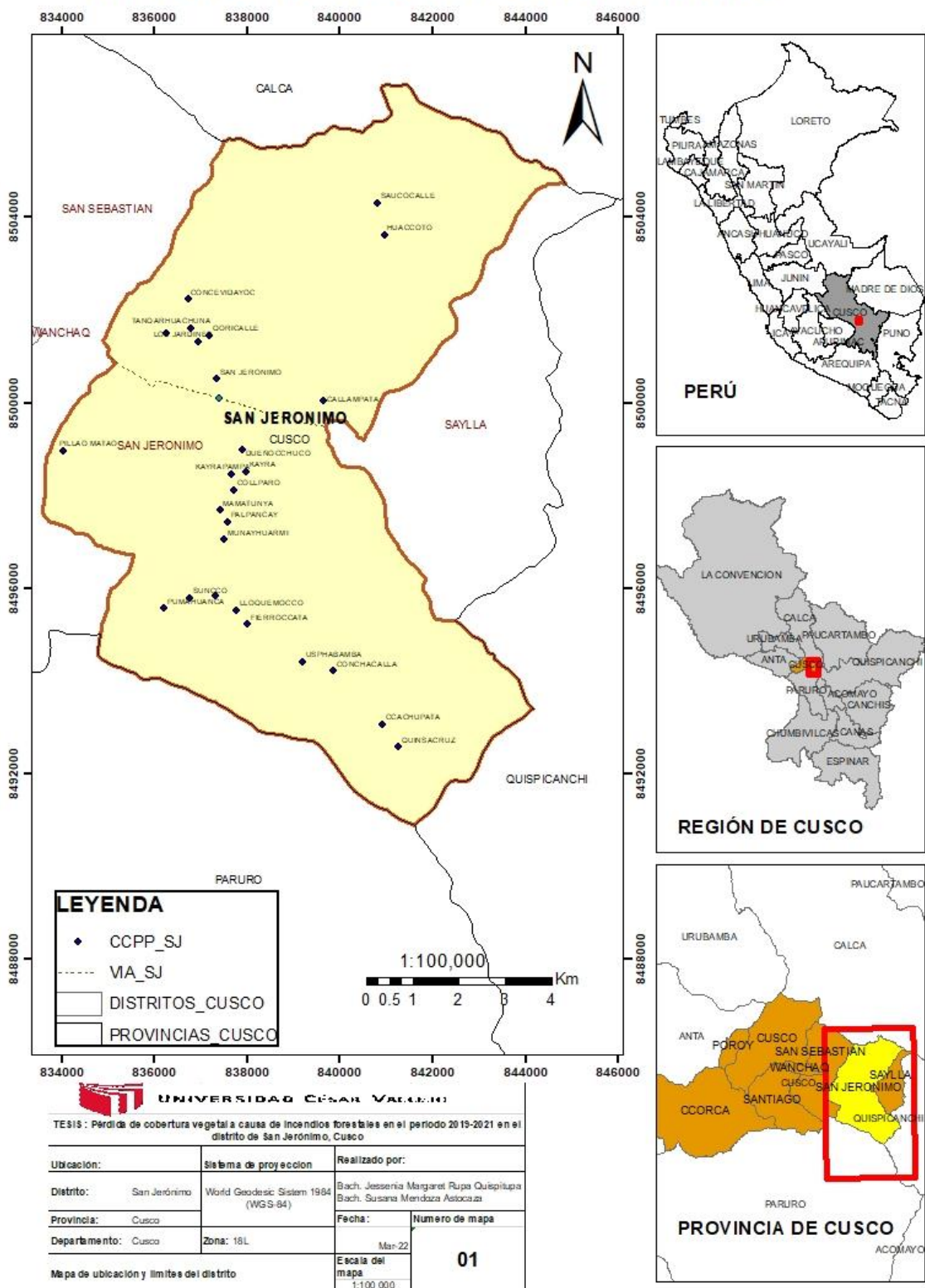
<b>LÍMITES DE TERRITORIO</b>	
<b>Punto Cardinal</b>	<b>Distritos</b>
Norte	Distrito de San Salvador y Taray de Prov. Calca
Sur	Distrito de Yaurisque de Prov. Paruro
Oeste	Distrito de Saylla
Este	Distrito de San Sebastián, Wánchaq, Santiago

**Tabla 7 : Coordenadas UTM de la localidad de San Jerónimo**

<b>COORDENADAS UTM DE LA LOCALIDAD SAN JERÓNIMO</b>		
<b>Zona</b>	<b>X</b>	<b>L</b>
18S	188,030	8,501,117

Fuente: Portal de la Municipalidad Distrital de San Jerónimo

# MAPA DE UBICACIÓN DEL DISTRITO



Mapa 1 : Localización del área de Estudio

**Fase 2.** Recopilación de datos de los incendios forestales en el distrito de San Jerónimo, como primer paso recolectamos información del portal del INDECI obteniendo reportes complementarios de los incendios que sucedieron en el área de estudio, realizando una base de datos con la ubicación y fechas que ocurrieron estos incendios en el periodo 2019-2021. Esto contribuyó a tener una referencia de las fechas que ocurrieron estos eventos para así precisar un mejor procedimiento en la Fase 3.

Registro de Incendios Forestales según reportes complementarios según INDECI

**Tabla 8 :** Registro de Incendios

<b>REGISTRO DE INCENDIOS</b>			
<b>N°</b>	<b>FECHA</b>	<b>DISTRITO</b>	<b>COMUNIDAD</b>
1	30/08/2019	San Jerónimo	Picol Orconpugio
2	4/08/2020	San Jerónimo	Cerro Pata Pata
3	8/11/2020	San Jerónimo	Ccollana
4	23/11/2020	San Jerónimo	Picol
5	12/07/2021	San Jerónimo	Uspabamba
6	19/08/2021	San Jerónimo	Pillao Matao
7	19/09/2021	San Jerónimo	Cachupata

Fuente: INDECI

**Fase 3.** Se descargo Imágenes Satelitales: El proceso de la teledetección permitió disponer datos acerca del territorio ofreciendo información característica de la superficie terrestre, vegetación y uso de la tierra, para lo cual se obtuvo las imágenes satelitales provenientes del sensor Sentinel 2A para el periodo 2019-2021 con una resolución de 10m x 10m y 20m x 20m por pixel (RODRIGUEZ CHAVEZ, y otros, 2005).

**Fase 4.** Procesamiento de información: Frecuentemente usado el software ArcMap 10.8, para procesar las imágenes satelitales se escogió las imágenes con corrección geométrica, atmosférica y radiométrica con el objetivo de tener una mejor posición de la imagen de la zona de estudio eliminando las distorsiones e identificar puntos y mejorar los valores de pixel (GIS&BEERS, 2018). Posteriormente se obtuvo datos definidos, determinando la pérdida de cobertura vegetal y cicatrices de quema, se empleó herramientas como el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) y el índice normalizado de quema (NBR) que excluye áreas quemadas y resulta ser un indicador óptimo para evaluar las áreas quemadas, así cuantificar el área perdida de cobertura vegetal.

Seguidamente se procedió a hallar los índices de NDVI y NBR para cada una respectivamente mediante las siguientes ecuaciones:

$$\text{NBR} = (\text{NIR} - \text{SWIR}) / (\text{NIR} + \text{SWIR})$$

**Ecuación 1 :** Índice de NBR

Siendo:

NIR = Infrarrojo cercano (Sentinel 2A: banda 5)

SWIR = Infrarrojo medio 2 (Sentinel 2A: banda 12)

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{RED}) / (\text{NIR} + \text{RED})$$

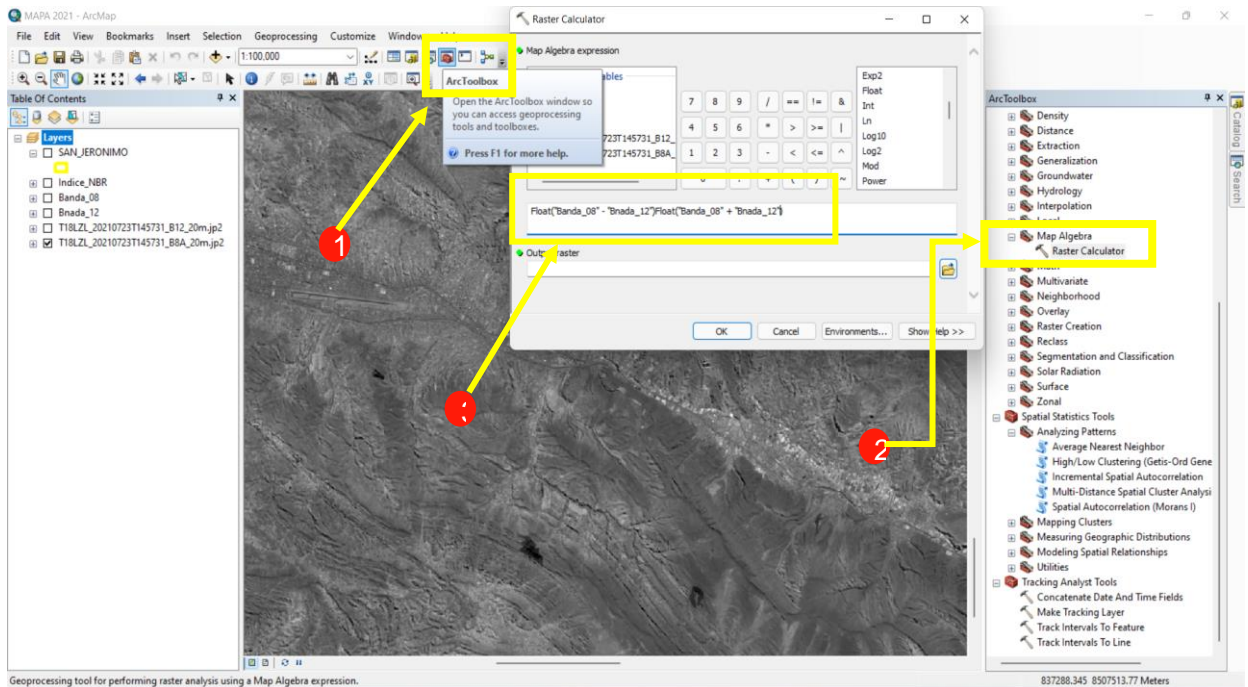
**Ecuación 2 :** Índice de NDVI

Siendo:

NIR = Infrarrojo cercano (Sentinel 2A: banda 8)

RED = (Sentinel 2A: banda 4)

Cabe recalcar que para hallar dichas ecuaciones se utilizó la herramienta raster calculator del Software ArcMap 10.8.



**Figura 6 :** Procedimiento de análisis de la imagen

1. ArcToolbox. Como primer paso se selecciona la herramienta (ArcToolbox), que se utilizara para procesar las imágenes satelitales de esta manera distinguiremos las áreas afectadas a causa de los incendios forestales (cicatriz de quema). Seleccionamos la herramienta Spatial Analyst Tools para seguidamente seguir con el 2do paso.

2. Map Algebra. Como segundo paso esta herramienta seleccionada tiene a Ráster Calculador.

3. Ráster Calculador. Como tercer paso donde se editará la ecuación para hallar el área afectada (cicatriz de quema) donde se introducirá las bandas de la imagen satelital con la que se va a trabajar.

Los índices NBR y NDVI son obtenidos de algebra de mapas con las ecuaciones proporcionas para cada índice. Seguidamente se muestran una



relación de valores comprendidos de -1 y 1. Los valores negativos representan e ilustran las zonas con buena calidad de vegetación y los valores positivos indican valores bajos de vegetación dentro de las zonas afectadas en el periodo 2019 al 2021.

Obtenidos los valores positivos y negativos se procede a realizar una reclasificación que es propia de software ArcMap 10.8, de esta manera los valores son reclasificados según los valores de la USGS.

**Tabla 9** : Valores del NBR

<b>VALORES DE LA USGS:</b>	
<b>NBR</b>	<b>GRAVEDAD DE QUEMADURA</b>
< -0,25	Alto crecimiento de vegetación posterior al fuego
-0,25 a -0,1	Bajo crecimiento de vegetación posterior al fuego
-0,1 a 0,1	Zonas estables o sin quemar
0,1 a 0,27	Zonas quemadas con gravedad baja
0,27 a 0,4	Zonas quemadas con gravedad moderada-baja
0,44 a 0,66	Zonas quemadas con gravedad moderada-alta
> 0,66:	Zonas quemadas con gravedad alta

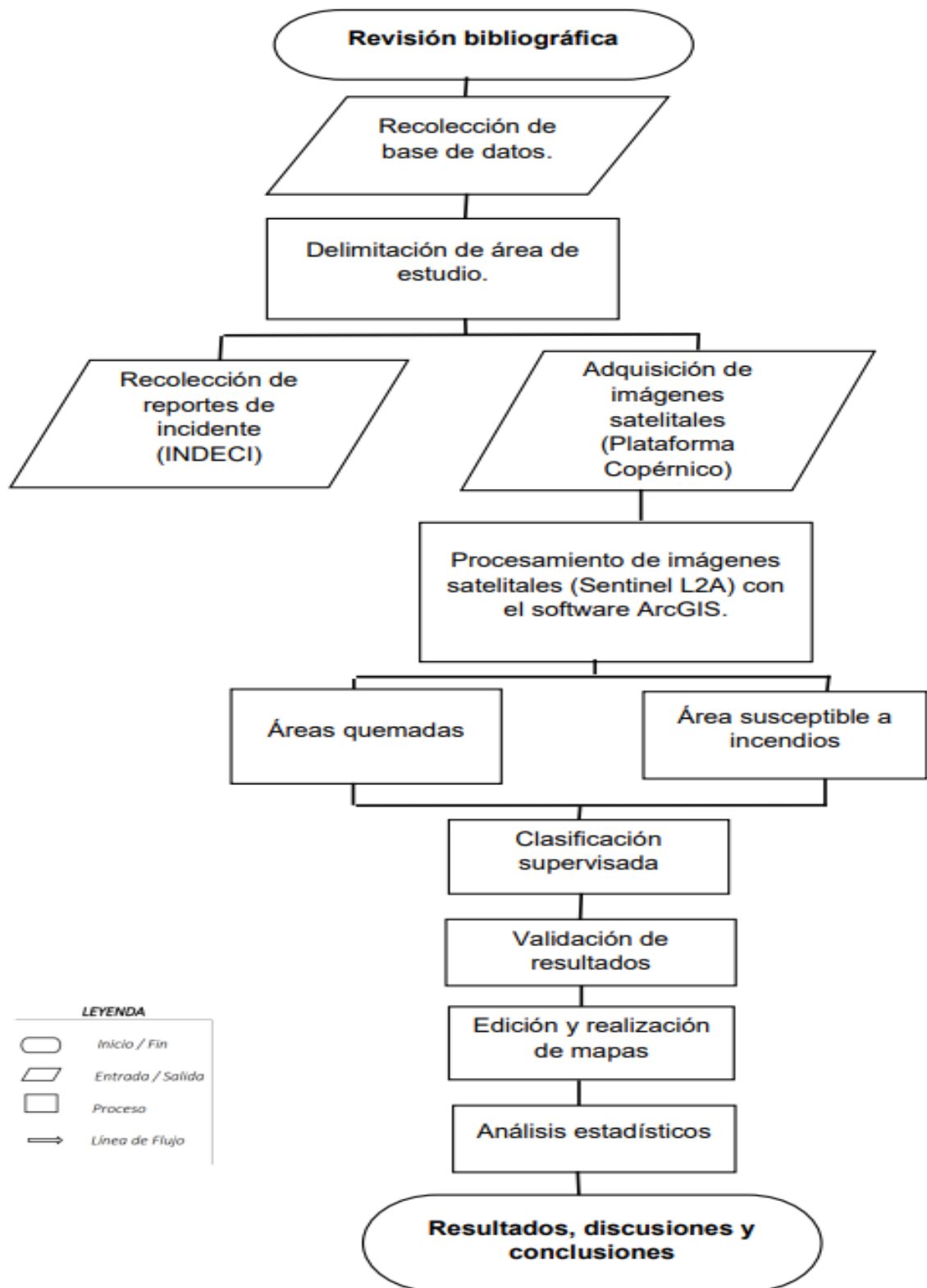
De esta manera se obtuvo las áreas quemadas en el área de estudio por el periodo 2019-2021, para cuantificar la pérdida de cada tipo de cobertura vegetal que fue afectado, se utilizó el mapa de cobertura vegetal disponible en el geo servidor del MINAM, de esta interponemos en el área de estudio para finalmente determinar el área pérdida por tipo de cobertura vegetal.

Para el último objetivo se aplicó el índice NDVI para determinar los tipos de cobertura vegetal susceptibles a la ocurrencia de incendios, se utilizó la (Tabla 10) rangos para la clasificación del mapa de susceptibilidad.

**Tabla 10:** *Tabla de rangos para la clasificación del mapa de susceptibilidad (NDVI)*

<b>CLASIFICACIÓN</b>	<b>RANGOS NDVI</b>
Agua	-0.28 - 0.015
Área construida	0.015 - 0.14
Tierra estéril	0.14 - 0.18
Arbustos y pastizales	0.18 - 0.27
Vegetación escaza	0.27 - 0.36
Vegetación densa	0.36 - 0.74

**Fase 5.** Finalmente se realizaron mapas con todos los índices hallados, donde se da a conocer los resultados mediante mapas e imágenes.



**Figura 7 :** Flujo de entrada y salida del proceso de investigación

### **3.6. Métodos de análisis de datos**

Para obtener una línea base se utilizó estadísticos descriptivos mediante el software de Microsoft Excel, recopilados de información existente de una base de datos. Para el procesamiento de las imágenes satelitales se aplicará el software ArcGis 10.8.

### **3.7. Aspectos éticos**

La investigación es propia, ya que los objetivos y métodos propuestos se realizaron en esta. Los antecedentes y referencias conceptuales fueron citadas, para ello se respetó los derechos de autor, brindando una conformidad al artículo N° 15 de código de ética de la investigación de la UCV.

Así mismo la información recopilada se obtuvo de fuentes confiables aprobado por la comunidad científica. Por último, la investigación se realizó con un rigor científico, responsabilidad, dedicación y honestidad, conforme a las normas y lineamientos propuestos por la UCV.

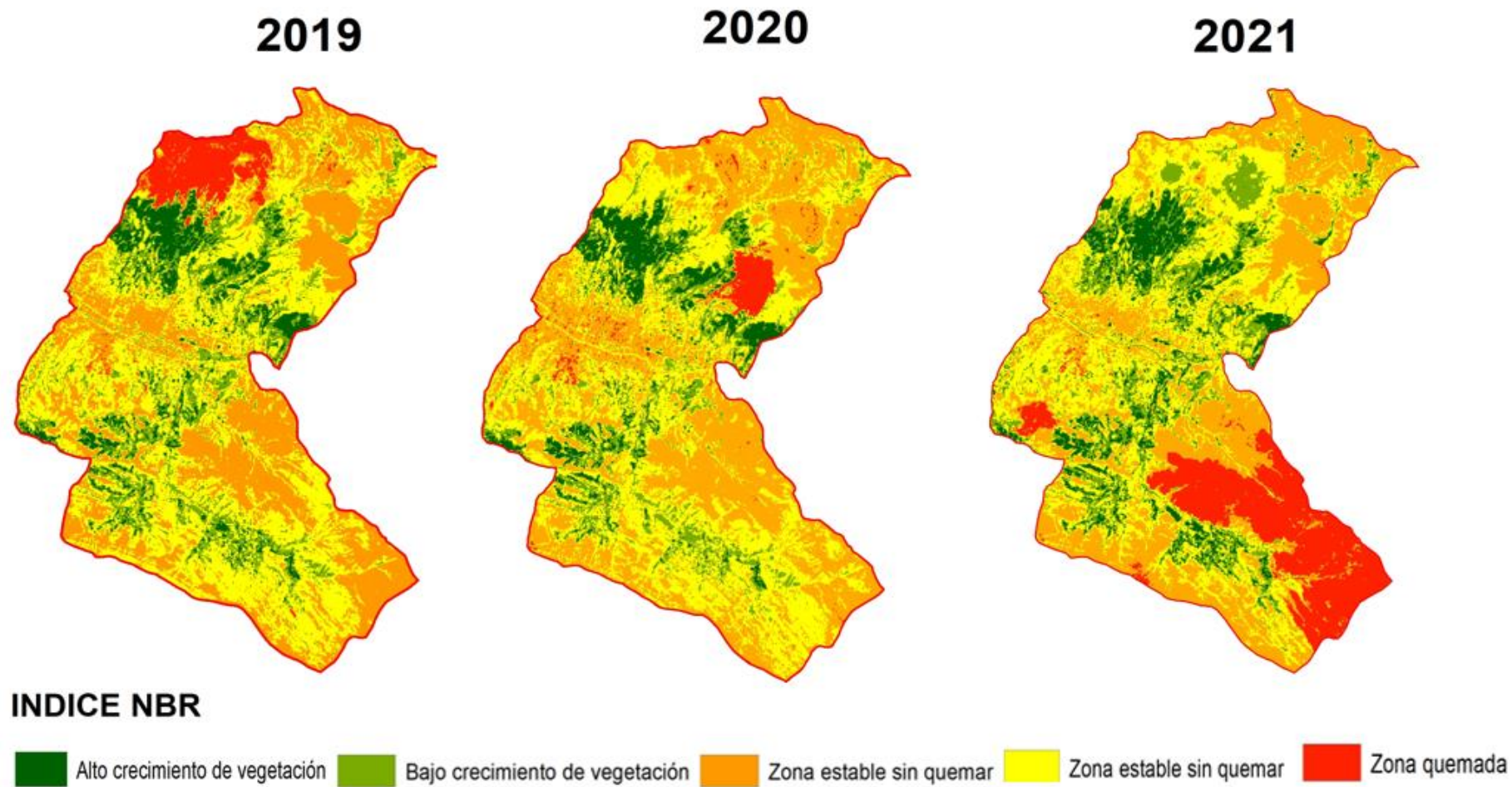
#### **IV. RESULTADOS**

En la investigación presente se tomaron datos referentes de la pérdida de cobertura vegetal e incendios forestales correspondientes al periodo 2019 – 2021.

##### **Pérdida de cobertura vegetal a causa de los incendios forestales durante los años 2019 al 2021.**

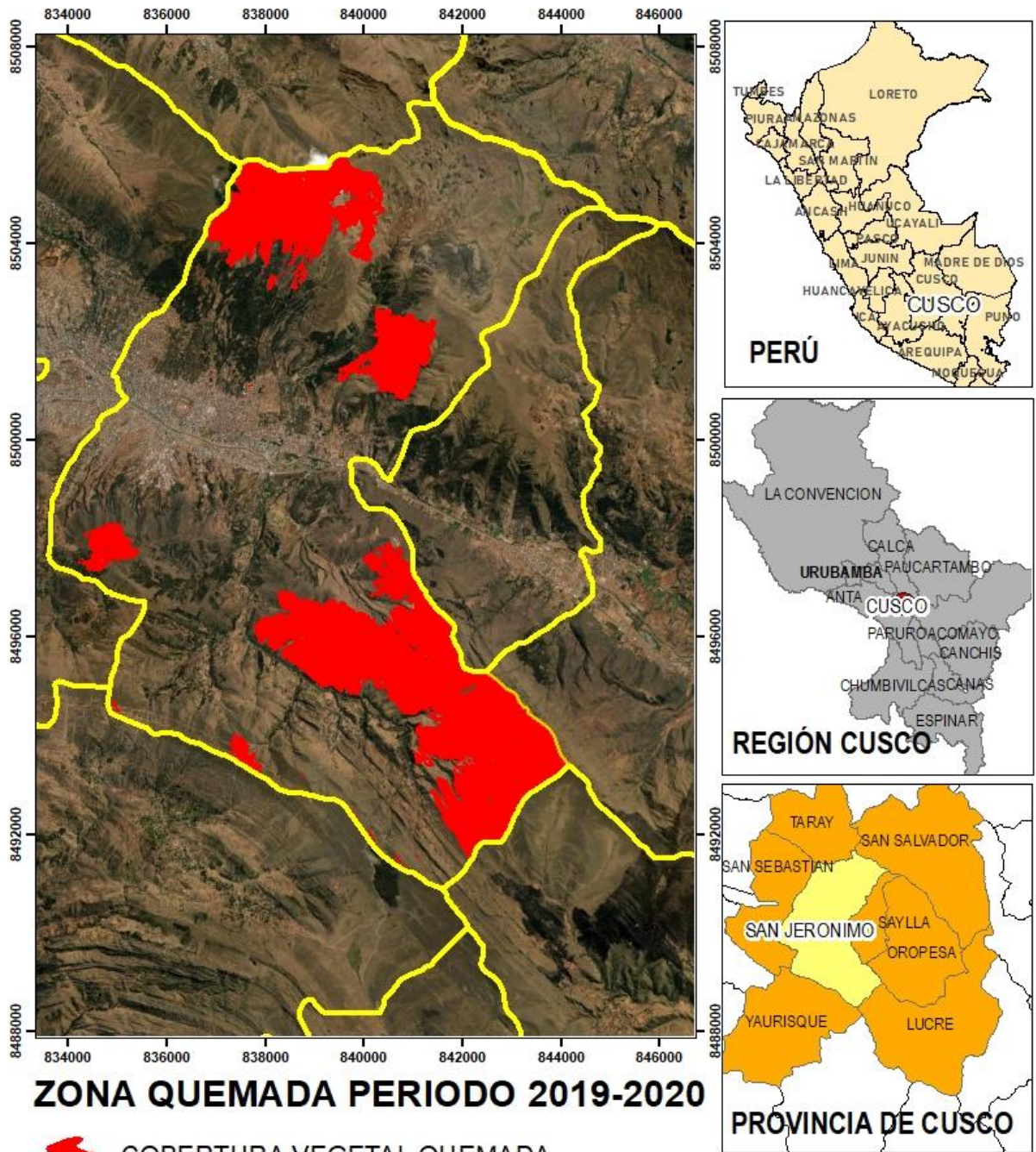
En la Figura 8 se aprecia el área afectada que se estudió en el distrito de San Jerónimo de los años 2019, 2020 y 2021.


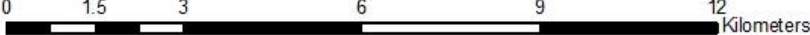
La cobertura vegetal ha tenido una evolución de conservación desfavorable, como se observa en la Figura 8, la pérdida de tipo de cobertura vegetal que se estimó se aprecia en la Tabla 11.



**Figura 8 :** Análisis de la cobertura vegetal quemada en el periodo 2019-2021.





 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>	N° DE MAPA: 2	Mapa de cobertura vegetal quemada en el periodo 2019 al 2021
	ELABORADO POR: Bach. Jessenia Margaret Rupa Qulsipitupa Bach. Susana Mendoza Astocaza	
Datum: WGS 84 Proyeccion: UTM Zona: 18s	ELABORADO EN FECHA: Abril 2021	
Escala de trabajo: 1:100,000 		
FUENTE: Elaboracion Propia		

**Mapa 2 : Pérdida de cobertura vegetal a causada de incendios forestales del distrito de San Jerónimo año 2019 – 2020**

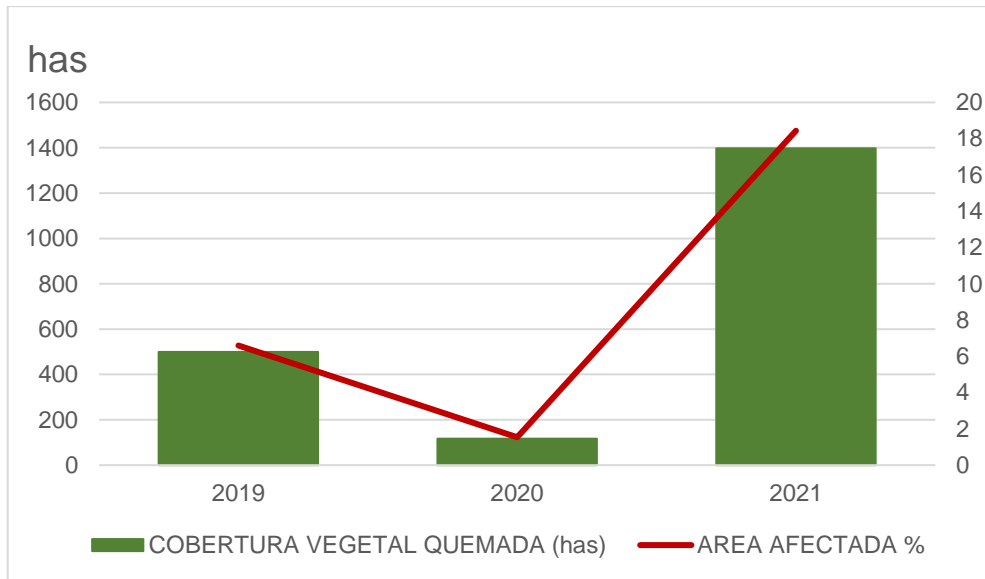
La pérdida de cobertura vegetal a causa de los incendios forestales en el periodo 2019 al 2021 en el distrito de San Jerónimo región Cusco, fue validado con las imágenes satelitales Sentinel 2A. Se proceso las imágenes satelitales obteniendo resultados del índice NBR (Figura 8) que ayuda a distinguir las áreas afectadas (cicatrices o áreas quemadas) por los incendios en el rango mayor a 0.21 que representan la zona quemada.

**Tabla 11:** Superficie quemada a causa de incendios forestales

<b>AÑO</b>	<b>ÁREA COBERTURA VEGETAL (has)</b>	<b>COBERTURA VEGETAL QUEMADA (has)</b>	<b>AREA AFECTADA %</b>
2019	7576.49	500.07	6.60
2020	7576.49	117	1.54
2021	7576.49	1397.22	18.44
<b>TOTAL</b>	<b>7576.49</b>	<b>2014.29</b>	<b>26.58</b>

A continuación (Tabla 11), se describe los resultados obtenidos por las imágenes Sentinel 2A (figura 8) estimando el total de pérdida de cobertura vegetal por incendios forestales en el año 2019, 2020 y 2021 que tuvieron un área perdida de 500.07 ha equivalente a 6.60%, 117 ha equivalente a 1.54% y 1397.22 ha equivalente a 18.44% respectivamente, sumando un total de 2014.29 ha equivalente a 26.58%.



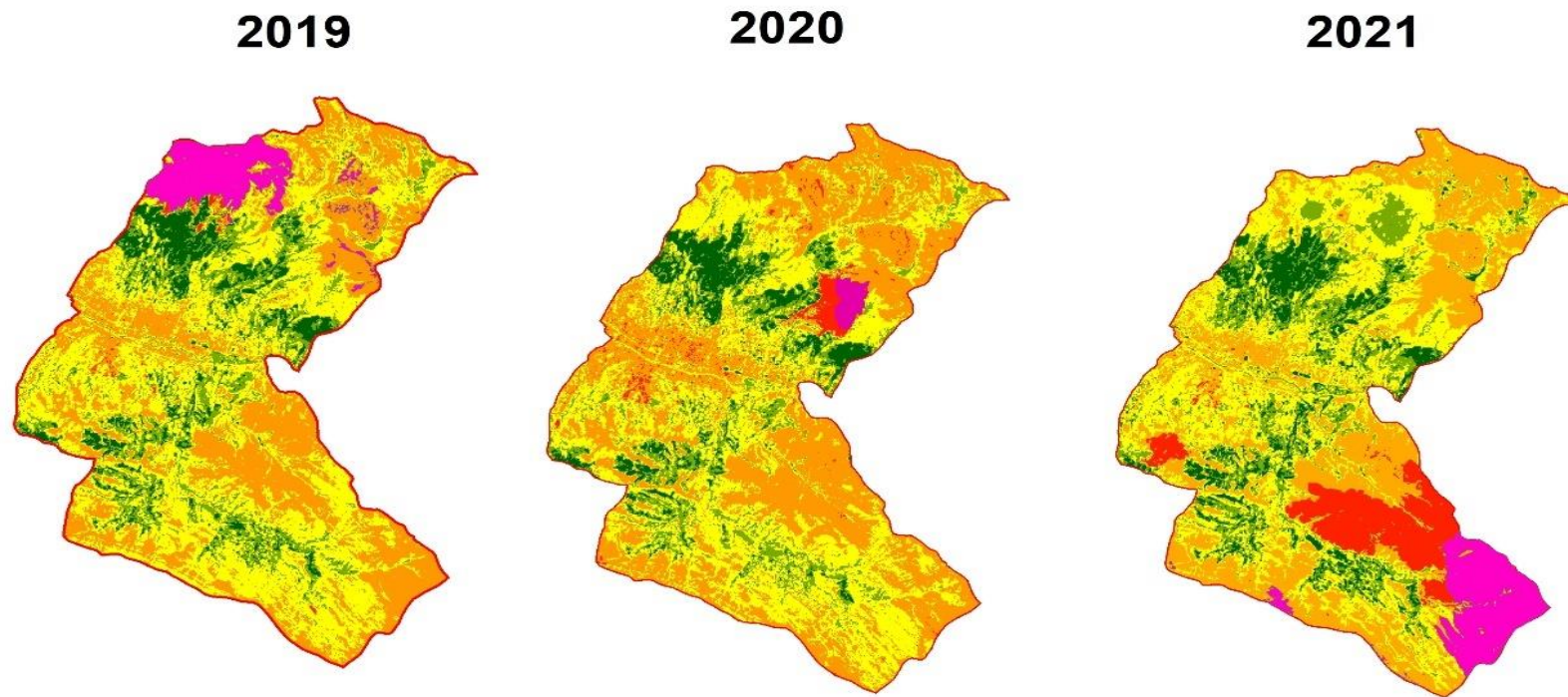


**Figura 9 :** Evolución anual del área de pérdida de cobertura vegetal a causa de los incendios forestales

En la Figura 9 se aprecia la pérdida de cobertura vegetal en el periodo 2019, 2020 y 2021, que muestra que el año 2021 la pérdida de cobertura vegetal fue significativa a diferencia de los años 2019 y 2020.

**4.1. Cuantificar el área de pajonal andino perdido por incendios forestales durante 2019 – 2021, en la localidad de San Jerónimo, Cusco.**

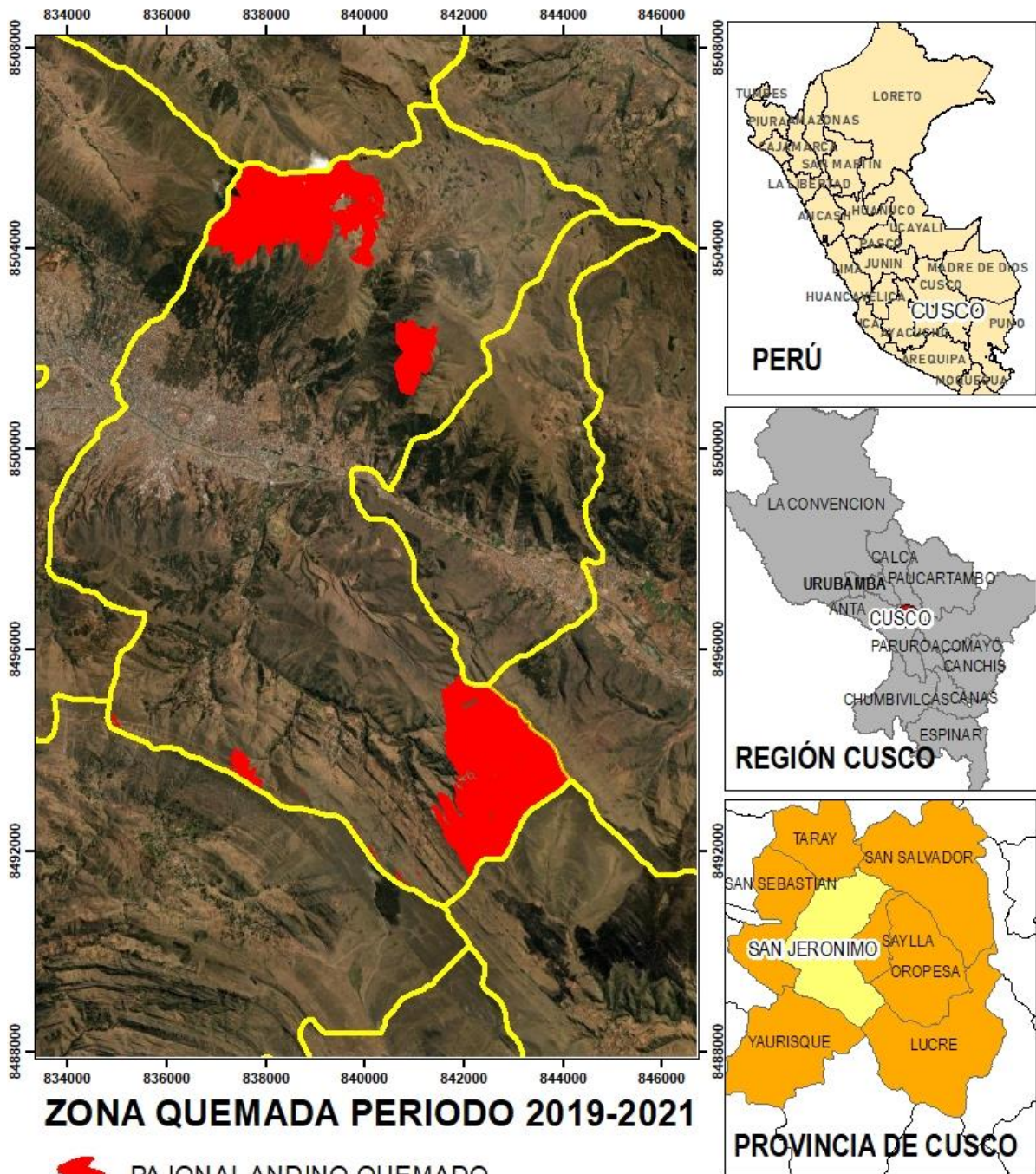
En la Figura 10 se aprecia el área afectada de pajonal andino que se estudió en el distrito de San Jerónimo de los años 2019, 2020 y 2021. La pérdida de pajonal andino que se estimó se aprecia en la Tabla 12.




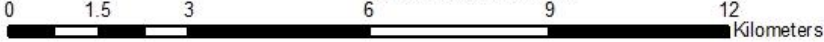
## Zona afectada por incendios forestales

 Pajonal andino quemada

*Figura 10: Pajonal andino quemado en el periodo 2019 al 2021*



Pérdida de cobertura vegetal a causa de incendios forestales en el periodo 2019-2021 en el distrito de San Jerónimo, Cusco.

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>	N° DE MAPA: 3	Mapa de pajonal andino quemada en el periodo 2019 al 2021
	ELABORADO POR: Bach. Jessenia Margaret Rupa Quispitupa Bach. Susana Mendoza Asto caza	ELABORADO EN FECHA: Abril 2021
Datum: WGS 84 Proyección: UTM Zona: 18s	Escala de trabajo: 1:100,000 	
FUENTE: Elaboración Propia		

**Mapa 3** : Pérdida de pajonal andino a causa de incendios forestales del distrito de San Jerónimo año 2019 – 2020

La pérdida de pajonal andino a causa de los incendios forestales en el periodo 2019 al 2021 en el distrito de San Jerónimo región Cusco, fue estimado con las imágenes satelitales Sentinel 2A. Se proceso las imágenes satelitales obteniendo resultados del índice NBR (Figura 10) que ayuda a distinguir las áreas afectadas (cicatrices o áreas quemadas) por los incendios en el rango mayor a 0.21 que representan la zona quemada.

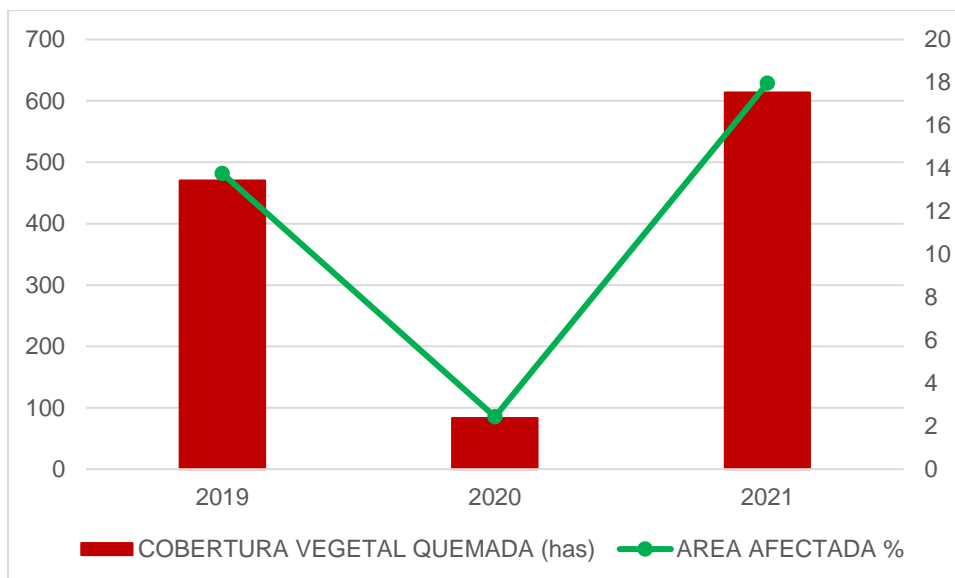
Los resultados de evaluación se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 12:** Área de pajonal andino perdido por incendios forestales

<b>AÑO</b>	<b>ÁREA PAJONAL ANDINO (HAS)</b>	<b>PAJONAL ANDINO QUEMADO has</b>	<b>ÁREA AFECTADO %</b>
2019	3416.82	470.47	13.77
2020	3416.82	83.52	2.44
2021	3416.82	613.5	17.96
<b>TOTAL</b>	<b>3416.82</b>	<b>1167.49</b>	<b>34.17</b>

A continuación (Tabla 12), se describe los resultados obtenidos por las imágenes Sentinel 2A (figura 10) estimando el total de pérdida de cobertura vegetal por incendios forestales en el año 2019, 2020 y 2021 que tuvieron un área perdida de 470.47 ha equivalente a 13.77%, 83.52 ha equivalente a 2.44% y 613.5 ha equivalente a 17.96% respectivamente, sumando un total de 1167.49 ha equivalente a 34.17%.



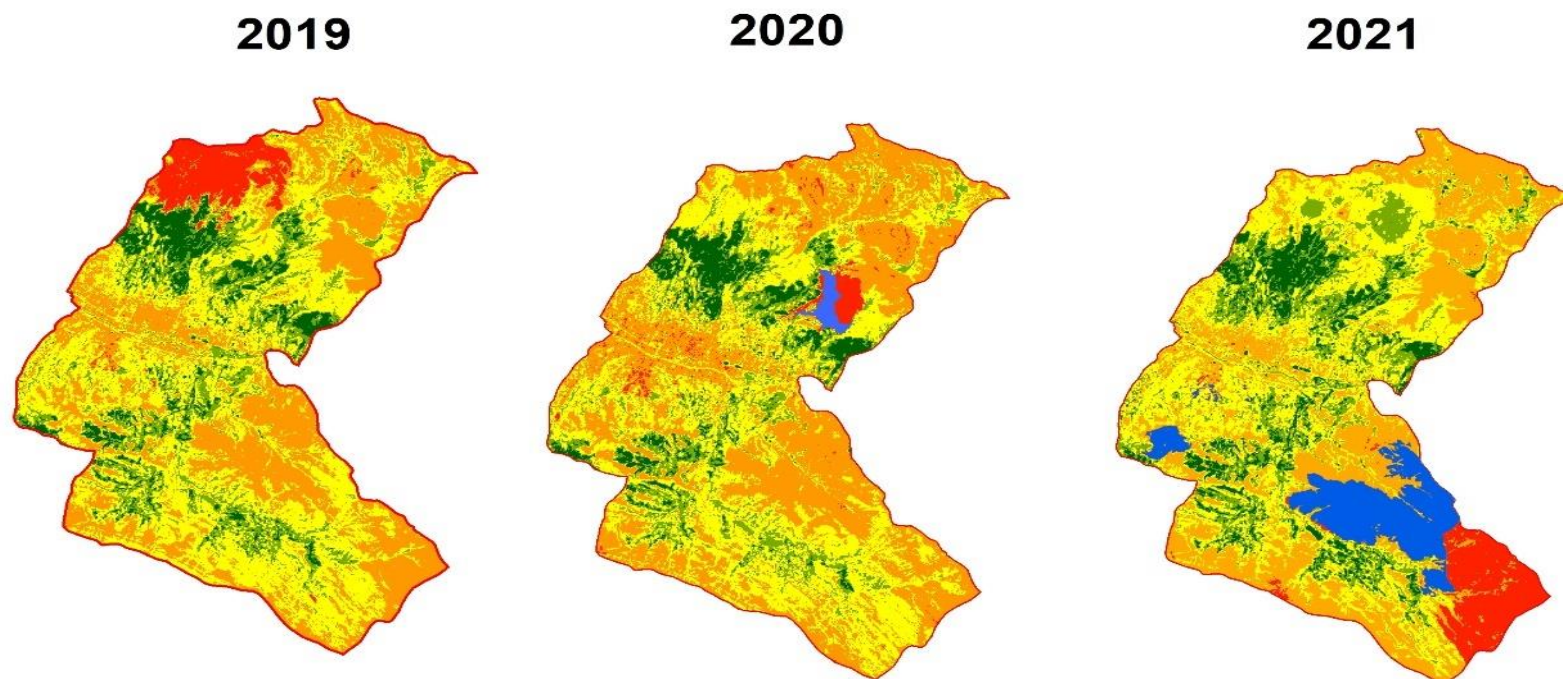


**Figura 11:** Evolución anual del área de pérdida de pajonal andino a causa de los incendios forestales

En la Figura 11 se aprecia la pérdida de cobertura vegetal en el periodo 2019, 2020 y 2021, que muestra que el año 2021 la pérdida de cobertura vegetal fue significativa a diferencia de los años 2019 y 2020.

**4.2. Cuantificar el área de matorral arbustivo perdida por incendios forestales durante 2019 – 2021, en la localidad de San Jerónimo, Cusco.**

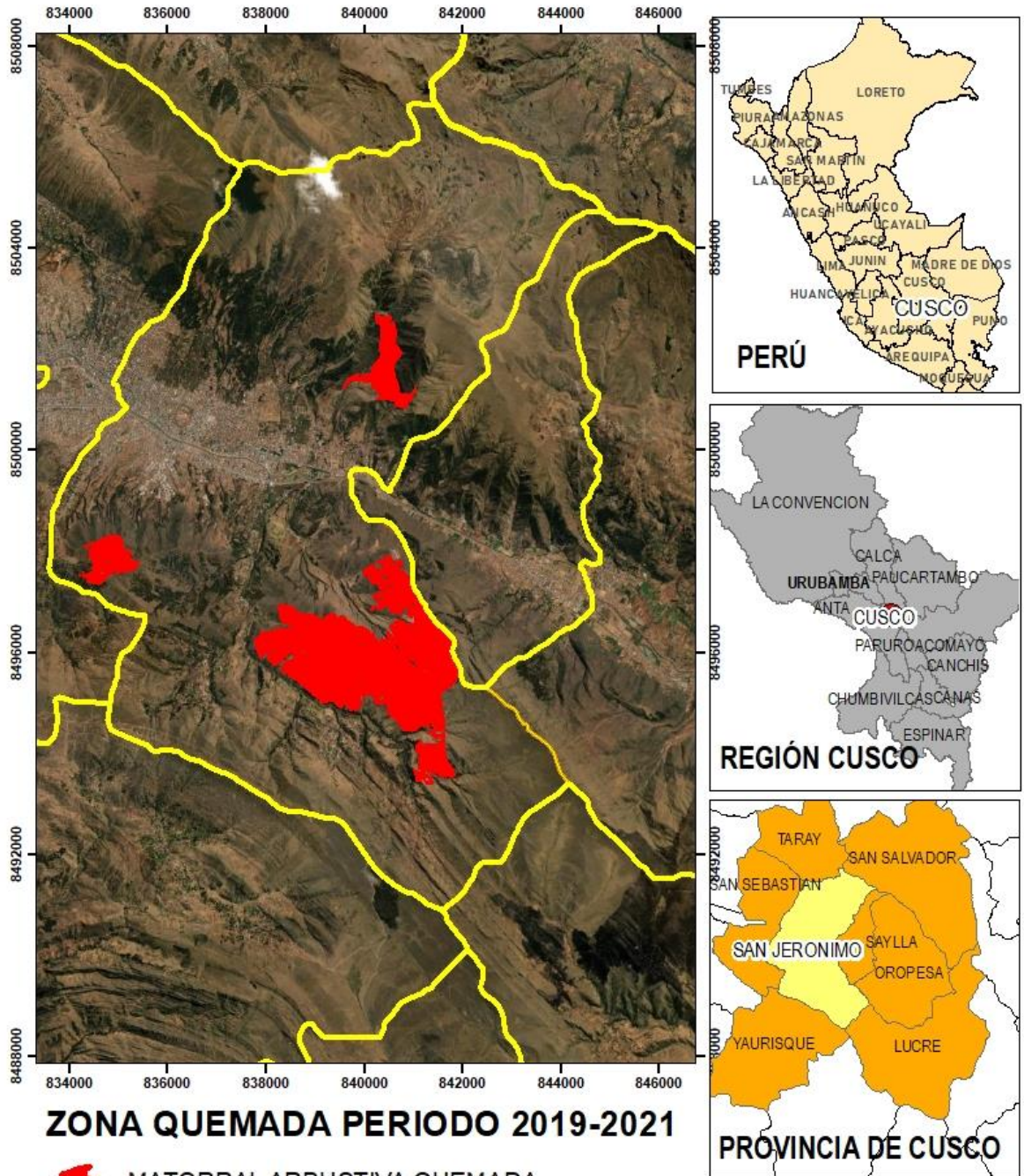
En la Figura 12 se aprecia el área afectada de pajonal andino que se estudió en el distrito de San Jerónimo de los años 2019, 2020 y 2021. La pérdida de pajonal andino que se estimó se aprecia en la Tabla 13.


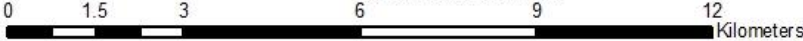


## Zona afectada por incendios forestales

 Matorral arbustivo quemado

*Figura 12: Matorral arbustivo quemado en el periodo 2019 al 2021*



 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>	N° DE MAPA: 4	Mapa de matorrales arbustivos quemada en el periodo 2019 al 2021
	ELABORADO POR: Bach. Jessenia Margaret Rupa Quispitupa Bach. Susana Mendoza Astocaza	ELABORADO EN FECHA: Abril 2021
Datum: WGS 84 Proyeccion: UTM Zona: 18s	Escala de trabajo: 1:100,000 	
FUENTE: Elaboracion Propia		

**Mapa 4** : Pérdida de matorral arbustivo a causa de incendios forestales del distrito de San Jerónimo año 2019 – 2021

La pérdida de matorral arbustivo a causa de los incendios forestales en el periodo 2019 al 2021 en el distrito de San Jerónimo región Cusco, fue estimado con las imágenes satelitales Sentinel 2A. Se proceso las imágenes satelitales obteniendo resultados del índice NBR (Figura 12) que ayuda a distinguir las áreas afectadas (cicatrices o áreas quemadas) por los incendios en el rango mayor a 0.21 que representan la zona quemada.

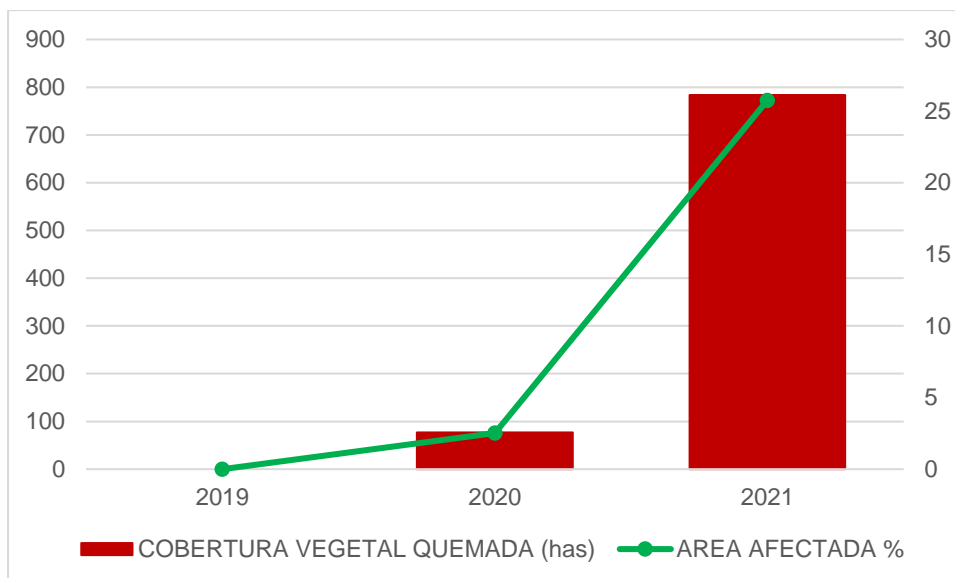
Los resultados de evaluación se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 13:** Área de matorral arbustivo perdido por incendios forestales

AÑO	ÁREA DE MATORRAL ARUSTIVO	MATORRAL ARUSTIVO QUEMADO	ÁREA AFECTADO
	Has	Has	%
2019	3043.83	-	-
2020	3043.83	76.8	2.52
2021	3043.83	783.72	25.75
<b>TOTAL</b>	<b>3043.83</b>	<b>860.52</b>	<b>28.27</b>

A continuación (Tabla 13), se describe los resultados obtenidos por las imágenes Sentinel 2A (figura 12) estimando el total de pérdida de cobertura vegetal por incendios forestales en el año 2019, 2020 y 2021 que tuvieron un área perdida de 0 ha, 76.8 ha equivalente a 2.52% y 783.72 ha equivalente 25.75% respectivamente, sumando un total de 860.52 ha equivalente a 28.27%.



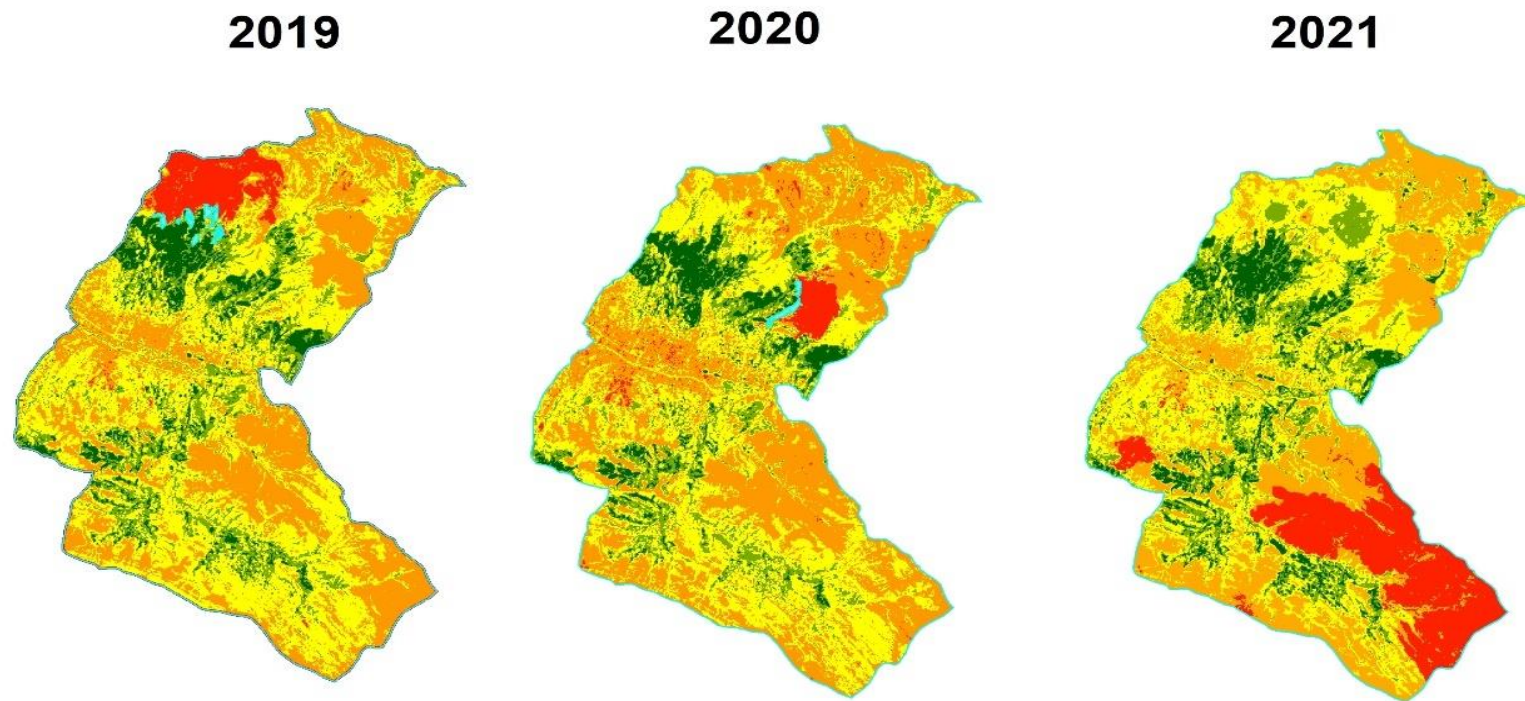


**Figura 13:** Evolución anual del área de pérdida de pajonal andino a causa de los incendios forestales

En la Figura 13 se aprecia la pérdida de cobertura vegetal en el periodo 2019, 2020 y 2021, que muestra que el año 2021 la pérdida de cobertura vegetal fue significativa a diferencia de los años 2019 y 2020.

**4.3. Cuantificar el área de plantación forestal pérdida por incendios forestales durante 2019 – 2021, en la localidad de San Jerónimo, Cusco.**

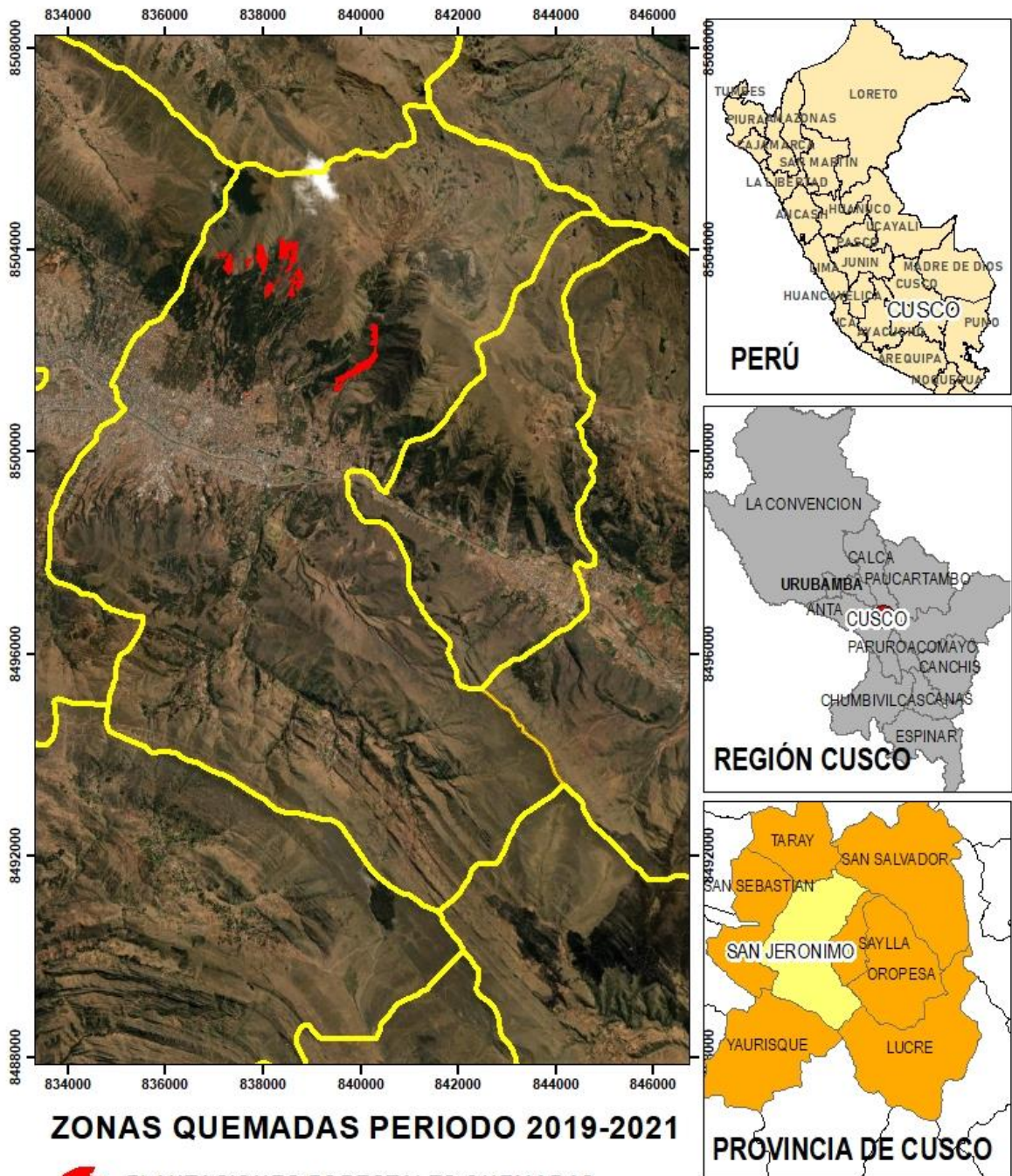
En la Figura 14 se aprecia el área afectada de pajonal andino que se estudió en el distrito de San Jerónimo de los años 2019, 2020 y 2021. La pérdida de pajonal andino que se estimó se aprecia en la Tabla 12.


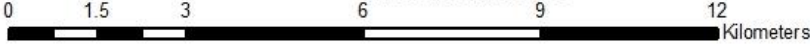


## Zona afectada por incendios forestales

 Plantación forestal quemado

*Figura 14: Plantación forestal quemado en el periodo 2019 al 2021*



 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>	N° DE MAPA: 5	Mapa de plantaciones forestales quemada en el periodo 2019 al 2021
	ELABORADO POR: Bach. Jessenia Margaret Rupa Quispitupa Bach. Susana Mendoza Astocaza	ELABORADO EN FECHA: Abril 2021
Datum: WGS 84 Proyeccion: UTM Zona: 18s	Escala de trabajo: 1:100,000	
		
FUENTE: Elaboración Propia		

**Mapa 5 :** Pérdida de plantaciones forestales a causa de incendios forestales del distrito de San Jerónimo año 2019 – 2021

La pérdida de matorral arbustivo a causa de los incendios forestales en el periodo 2019 al 2021 en el distrito de San Jerónimo región Cusco, fue estimado con las imágenes satelitales Sentinel 2A. Se proceso las imágenes satelitales obteniendo resultados del índice NBR (Figura 14) que ayuda a distinguir las áreas afectadas (cicatrices o áreas quemadas) por los incendios en el rango mayor a 0.21 que representan la zona quemada.

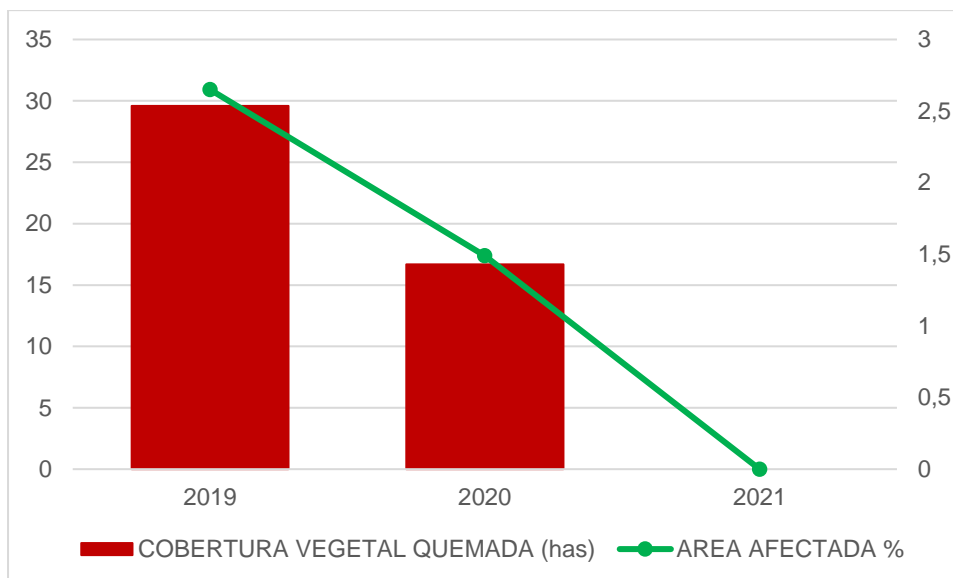
Los resultados de evaluación se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 14:** Área de plantaciones forestales perdido por incendios forestales

AÑO	ÁREA DE PLANTACIONES FORESTALES	PLANTACIONES FORESTALES QUEMADAS	ÁREA AFECTADO
		(has)	%
2019	1115.85	29.6	2.65
2020	1115.85	16.68	1.49
2021	1115.85	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>1115.85</b>	<b>46.28</b>	<b>4.14</b>

A continuación (Tabla 14), se describe los resultados obtenidos por las imágenes Sentinel 2A (figura 14) estimando el total de pérdida de cobertura vegetal por incendios forestales en el año 2019, 2020 y 2021 que tuvieron un área perdida de 29.6 ha equivalente a 2.65%, 16.68 ha equivalente a 1.49% y 0 ha respectivamente, sumando un total de 46.28 ha equivalente a 4.14%.





**Figura 14:** Evolución anual del área de pérdida de pajonal andino a causa de los incendios forestales

En la Figura 15 se aprecia la pérdida de cobertura vegetal en el periodo 2019, 2020 y 2021, que muestra que el año 2021 la pérdida de cobertura vegetal fue significativa a diferencia de los años 2019 y 2020.

**4.4. Determinar la susceptibilidad de ocurrencia de incendios mediante la cobertura vegetal durante 2019 – 2021, en la localidad de San Jerónimo, Cusco.**

La ocurrencia de incendios mediante la cobertura vegetal, se determinó mediante el combustible predominante el cual según el Geo portal del MINAM se obtuvo los tipos de cobertura vegetal existente dentro de la zona, como también se encontró el tipo de especie de combustible predominante según el tipo de cobertura, seguidamente de halló que según el tipo de cobertura el nivel de combustible presente en cada especie varia conllevado una categoría diferente, finalmente se hizo una reclasificación para visualizar dentro del área de estudios en que zonas el tipo de combustible es muy alto, alto, moderado, bajo o muy bajo.

**Tabla 15:** Cuadro de mapas de Susceptibilidad

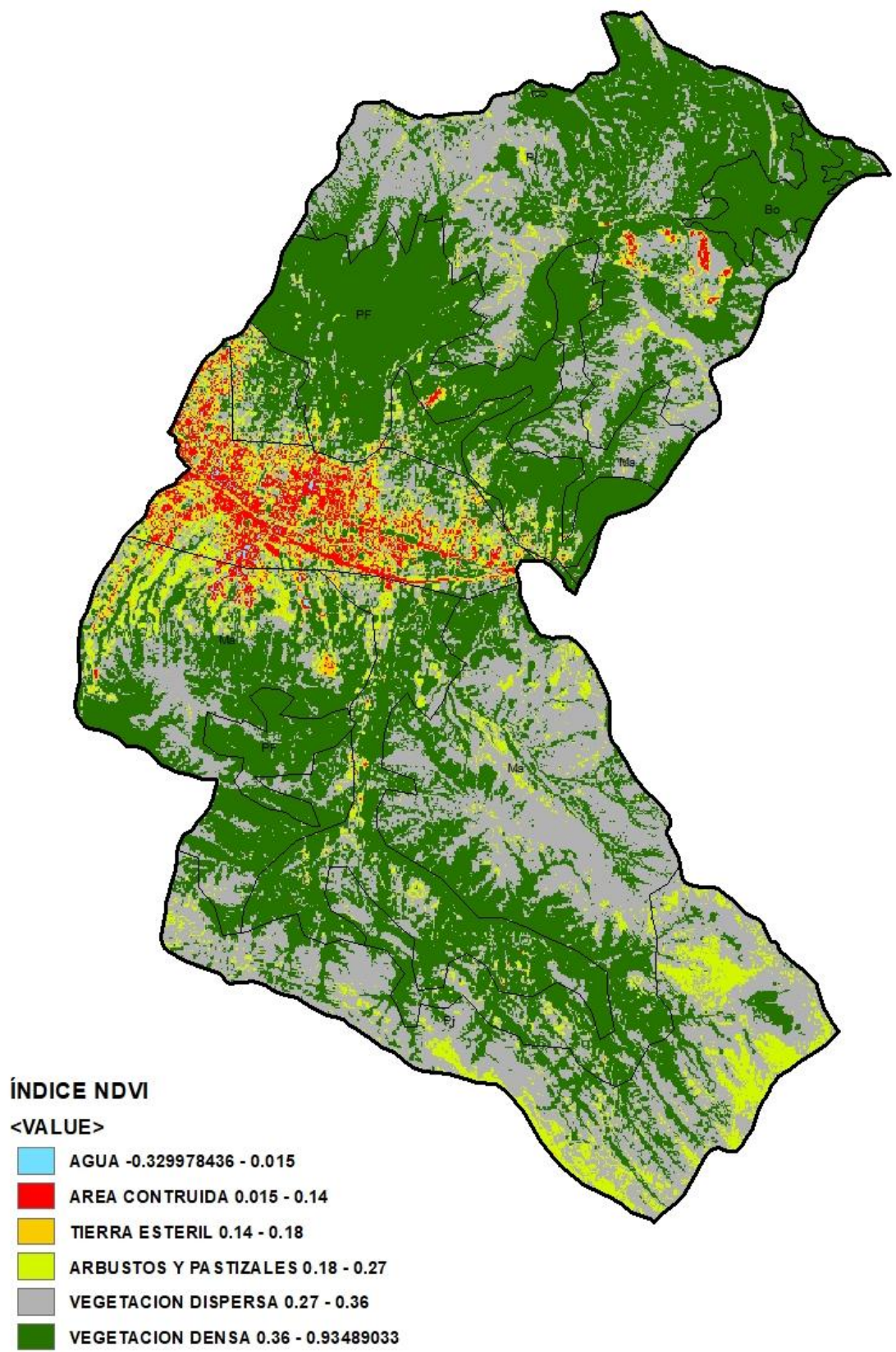
<b>TIPO DE COBERTURA</b>	<b>ÁREA (HAS)</b>	<b>ESPECIE Y/O COMBUSTIBLE PREDOMINANTE</b>	<b>NIVEL DE COMBUSTIBLE</b>
<b>Agricultura costera y andina</b>	994.27	Pastos/Hierbas	Alto
<b>Área urbana</b>	833.71	No combustible	Muy bajo/ Nulo
<b>Bofedal</b>	168.51	No combustible	Muy bajo/ Nulo
<b>Lagunas, lagos y cochas</b>	1.2501	No combustible	Muy bajo/ Nulo
<b>Matorral arbustivo</b>	3043.82	Arboles/Arbustos	Medio
<b>Pajonal andino</b>	3416.83	Pajonal	Muy alto
<b>Plantación Forestal</b>	1115.85	Arboles	Bajo
<b>Total</b>	<b>9574.24</b>		

Según tabla 15, se encuentra los tipos de cobertura existente dentro de la zona de estudio el cual según a este tipo de cobertura se encuentra el tipo de especie predominante el cual son denominados como “pastos/hierbas”, áreas de “no combustible”, “arboles/arbustos”, “pajonal”, “arboles”; que según estos tipos de especies el nivel de combustible es muy alto, alto, moderado, bajo o muy bajo.

**Tabla 16:** *Categorización de Susceptibilidad*

<b>TIPO DE COBERTURA</b>	<b>NIVEL DE COMBUSTIBLE</b>	<b>CATEGORÍA</b>
<b>Agricultura costera y andina</b>	Alto	4
<b>Área urbana</b>	Muy bajo/ Nulo	1
<b>Bofedal</b>	Muy bajo/ Nulo	1
<b>Lagunas, lagos y cochas</b>	Muy bajo/ Nulo	1
<b>Matorral arbustivo</b>	Medio	3
<b>Pajonal andino</b>	Muy alto	5
<b>Plantación Forestal</b>	Bajo	2

Según tabla 16, una vez determinado el nivel de combustible se le denomina la categorización donde muy alto es categoría 5, alto es categoría 4, medio es categoría 3, bajo es categoría 2 y muy bajo o nulo es categoría 1.



**Figura 15:** Índice NDVI de mapa de susceptibilidad.



Según figura 16 se observa la vegetación los lugares más susceptibles o más propensos a que ocurra un incendio el cual se encuentra la vegetación dispersa o menos densa, además por el tipo de vegetación encontrada y su característica el área de pajonal y matorral de color gris o plateado se encuentra como las zonas más propensas a que ocurra un posible incendio, a diferencia que, en la vegetación más densa, se encuentra la vegetación más sana de mayor tamaño.

## V. DISCUSIÓN

Primero, la investigación afirma que es posible cuantificar las áreas de pérdida de cobertura a causa de los incendios forestales en la localidad de San Jerónimo de la Provincia del Cusco, debido a su libre acceso de información de instituciones y geo portales de acceso público, como del ministerio del medio ambiente, el cual cumplió un papel importante para poder ver y cuantificar las áreas afectadas por este fenómeno mediante el software ArcGIS. Asimismo, estudios similares como de Ahmad y otros (2017), Hari y otros (2019), Echevarría Mendoza y otros (2019), Tasilla y otros (2020) entre otros autores, también utilizaron el software del ArcGIS como herramienta para el procesamiento de las imágenes satelitales descargadas de plataformas públicas dando resultados de pérdidas de extensiones en hectáreas.

Segundo, la investigación afirma que se realizó durante un periodo de tiempo o multitemporal y mediante la descarga de imágenes satelitales del sensor Sentinel tales como estudios de Jiménez y otros (2020), Huaytalla Rosales y otros (2020), Alegría (2020), también otros estudios optaron por realizar descargas de otros servidores o plataformas como son de landsat, tales estudios fueron de Anwar y otros (2016), Capador Aguilar y otros (2021) entre otros, teniendo ambas plataformas beneficios que contiene la teledetección ya que ayuda a visualizar de manera más rápida, efectiva y de inmediata, dando datos ajustados a la realidad, de esa manera, en ésta investigación clasificando los tipos de cobertura presente en la zona de estudio durante un periodo de tres años; Echevarría Mendoza y otros (2019), que concluye que este método multitemporal con el software ArcGIS permite entender y cuantificar los cambios, además ayuda a incrementar los datos y facilita la toma de futuras decisiones o Arante y otros (2021), que utilizaron esta herramienta para ver la correlación existente entre los incendios forestales y la deforestación determinando las emisiones de GEI obteniendo como resultados que en el año 2019 sobrepasó los 10 000 km<sup>2</sup> con un alrededor de 6 760 km<sup>2</sup>. Del mismo modo se determinó 295 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> neto liberado por Brasil a la atmósfera.

Tercero, en cuanto al análisis y procesamiento de las imágenes satelitales se realizó mediante los índices NBR Y NDVI (Índice Normalizado de Área Quema y el índice de Vegetación de Diferencia Normalizada), identificando cicatrices que quema y vegetación sana respectivamente, del mismo modo que utilizó Fernández (2018), Guevara (2021), Arteaga y otros (2021) entre otros, aplicando clasificaciones y rangos, de esa manera aportando datos segmentados diferenciados mediante colores para el fácil entendimiento y realización de los mapas finales.

Cuarto, el diseño de investigación es no experimental o descriptivo como realizó Torre y otros (2019), evaluando también la pérdida de cobertura vegetal mediante la teledetección y encontrando, que desde el 2015 al 2017, el agricultura redujo el área total del 13% al 6%. En el 2018 aumentó significativamente el área donde las plantas no fueron cubiertas por el fenómeno natural ocurrido, con una superficie del 10% teniendo como resultado, la consistencia que el mapa muestra resultados eficientes con una precisión global del 88,33%, por lo tanto, los resultados de la clasificación supervisada son una alternativa eficiente y precisa para clasificar diferentes categorías de tierras y determinar la cantidad de tierra sin ir a campo, es por ello que en la presente investigación también se determinó la pérdida de cobertura vegetal a causa de los incendios forestales mediante la teledetección, usando los tipos de cobertura mediante las imágenes, encontrando que hay pérdidas en tres tipos de coberturas presentes en la zona tales como son de pajonal andino, matorral arbustivo y plantaciones forestales.

Quinto, en cuanto a las proporciones de pérdidas de cobertura vegetal a causa de los incendios forestales se tiene que las áreas quemadas y afectadas en los años 2019, 2020, 2021 fueron 500.07 ha, 117 ha, 1 397.22 ha. Respectivamente, llegando a ser el 2021 el año con pérdidas más significativas. A diferencia de Mejía Bastidas (2021), determino la cantidad de incendios registrados durante el periodo 2012 al 2018 afectando un área de 1 468.70 ha, en el año 2012 los bosques nativos fueron los más afectados con 171.93 ha, sin embargos ambos

estudios utilizaron los índices NBR, para identificar y localizar las zonas quemadas dentro de las áreas de estudio.

Sexto, es importante considerar las estaciones del año ya que Guevara (2021), analiza la deforestación causada por incendios forestales utilizando imágenes satelitales, procesándolas en el software ArcMap 10.5 identificando las cicatrices de quema y cuantificando las áreas deforestadas, así mismo evalúa la correlación que existe entre las áreas afectadas con los factores meteorológicos analizando que en periodos secos la ocurrencia de incendios forestales fueron los que se registraron más, es por ello que en el presente trabajo de investigación se encontró, que los incendios forestales producidos dentro de la zona de estudio son realizados en épocas secas que son entre agosto a diciembre, que también son fechas que realizan las practicas ancestrales como son los pagos a la tierra y sin tener registro alguno de incendios producidos en otros meses como son de enero a julio.

Séptimo, se encuentra que la calidad y tipo de cobertura predominante es importante tomar en cuenta, en el momento de determinar las zonas más susceptibles; en la presente investigación se encuentra que, existe más susceptibilidad de ocurrencia de incendios en zonas donde la cobertura vegetal esta dispersa y el tipo de vegetación es generalmente de estructura más seca, mientras que en áreas donde la cobertura está más densa y de alta calidad la probabilidad de ocurrencia de incendio es baja. Capador Aguilar y otros (2021) analiza la cobertura vegetal en los incendios forestales utilizando índices espectrales en Colombia, donde concluye que la calidad del suelo cambia en la cobertura de Cerros Orientales, debido a los incendios forestales, cambiando el LST y NDVI en un área de estudio, en 2015 el aumento de incendios forestales causo una pérdida de 377,9 ha alterando la calidad de vegetación; también se evidencia que las zonas más susceptibles son Santa Fe, Chapinero y Usaquén, debido a que la calidad de la cobertura del suelo es escasa y moderada.

## VI. CONCLUSIONES

En la investigación se presenta las siguientes conclusiones:

1. En base al trabajo fue posible determinar la pérdida de cobertura vegetal a causa de los incendios forestales durante el 2019 al 2021 en la localidad de San Jerónimo, Cusco, con un total de 2014.29 ha representado un 26.58% de área quemada de la cantidad total de cobertura vegetal, llegamos a la conclusión que en el año 2021 la pérdida de cobertura vegetal fue predominante con mayor área quemada a diferencia de los otros años.
2. Así mismo se cuantifico el área de pérdida del pajonal andino por incendios forestales durante 2019 – 2021, en la localidad de San Jerónimo, Cusco, después de realizar el procesamiento de las imágenes satelitales llegamos a la conclusión que es uno de los tipos de cobertura vegetal que fue significativamente afectado representando un 34.17% en el periodo 2019 al 2021.
3. Seguidamente se cuantifico el área de matorral arbustivo perdido por incendios forestales durante 2019 – 2021, en la localidad de San Jerónimo, Cusco, después de realizar el procesamiento de las imágenes satelitales llegamos a la conclusión que la pérdida de cobertura vegetal es de 860.52 representando 28.27%.
4. De igual manera se cuantifico el área de plantación forestal perdido por incendios forestales durante 2019 – 2021, en la localidad de San Jerónimo, Cusco, se llega a la conclusión que es uno de los tipos de cobertura vegetal que menos afectada se encuentra con un total de 46.28 ha representado un 4.14%.
5. Finalmente para determinar la susceptibilidad de ocurrencia de incendios mediante la cobertura vegetal durante 2019 – 2021, en la localidad de San Jerónimo, Cusco, se realizó la categorización según el tipo de cobertura

vegetal y categoría de especie predominante, así se llega a la conclusión que dentro de la localidad de San Jerónimo se encuentra pajonales con categoría muy alta, pastos/hiervas con categoría alta, arboles/arbustos con categoría media, arboles con categoría baja y no combustible con categoría muy baja o nula.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Para mejor desarrollo y ahorro de tiempo, las descargas de imágenes Sentinel se deberá realizar directamente desde la plataforma de Copérnico realizando la descarga del nivel 2A (L2A), ya que estas se encuentran ya pre procesadas y debidamente calibras, sin embargo, es imprescindible escoger muy bien las imágenes mientras menos nubosidad presenten, éstas serán mejor de visualizar.
2. Se recomienda continuar con investigaciones relacionadas al tema de los incendios forestales en la localidad de San Jerónimo, con el propósito de conocer más a fondo acerca de este problema, tomando el presente trabajo como base para analizar estudios posteriores, buscando la posible relación de los factores condicionantes como son, los factores meteorológicos, topográficos y los tipos de cobertura.
3. Tener en cuenta las zonas potenciales con una elevada susceptibilidad o probabilidad de ocurrencia de incendio forestal como zonas candidatas a prevención, focalizando estrategias, implementando un plan de restauración de áreas afectadas y recursos monetarios para evitar la pérdida de áreas de cobertura vegetal.
4. Implementar un sistema o plataforma de alerta temprana para reportar incendios como un sistema de monitoreo mediante la teledetección, donde, se haga más uso de las imágenes satelitales con el objetivo de realizar las acciones debidas y evitar mayores pérdidas.
5. Fortalecer y fomentar a instituciones públicas, privadas y a la sociedad a participar en capacitaciones de educación ambiental, dando a conocer planes de prevención, mitigación, buenas prácticas y en la toma de decisiones en plan de manejo del fuego.

## REFERENCIAS

- Agromática. Satélites Sentinel 2 para teledetección en agricultura. [En línea] 2022. [Fecha de consulta: 18 de Febrero de 2022]. Recuperado de <https://www.agromatica.es/sentinel-2-teledeteccion-agricultura/>.
- AGUILAR Arias, Heileen, MORA Zamora, Rodolfo y VARGAS Bolaños, Christian. Metodología para la corrección atmosférica de imágenes aster, rapideye, spot 2 y landsat 8 con el módulo flaash del software envi. Revista Geografía de America Central N. 53 - UNA. [En línea] 2014, [Fecha de consulta: 19 de Febrero de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.15359/rgac.2-53.2>.  
ISSN: 2215 - 2563.
- AHMAD, Firoz y GOPARAJU, Laxmi. Geospatial Assessment of Forest Fires in Jharkhand [en línea]. India: Indian Journal of Science and Technology, 2017. [Fecha de consulta: 03 de Febrero de 2022]. Disponible en: DOI: 10.17485/ijst/2017/v10i21/113215.  
ISSN: 09745645.
- ALEGRÍA, Rafael Eduardo. Estudio y evaluación del riesgo de incendios forestales en la interfaz urbano-forestal de las comunas que componen el área Metropolitana de Valparaíso. Tesis (Ingeniero Geógrafo). Santiago de Chile: Universidad de Chile, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, 134 pp., 2020.  
Disponible en: <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/178619/estudio-y-evaluacion-del-riesgo-de-incendios-forestales.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ANWAR, ALY, y otros. Vegetation cover change detection and assessment in arid environment using multi-temporal remote sensing images and ecosystem management approach. King Saud University. Articulo de Investigacion [en línea]. Alexandria University. Saudi Arabia - Egypt : Solid Earth, 2016.



- Disponible en: <https://doi.org/10.5194/se-7-713-2016>
- Aplicaciones de la Teledetección Ambiental. [En línea] 2017. [Fecha de consulta: 27 de Enero de 2022.]  
Disponible en: <https://geoinnova.org/blog-territorio/aplicaciones-de-la-teledeteccion-ambiental/>.
  - ARANTE, Claudia, y otros. Fire Occurrences and Greenhouse Gas Emissions from Deforestation in the Brazilian Amazon. [En línea] MDPI, 22 de Enero de 2021. [Fecha de consulta: 28 de Enero de 2022.] Disponible en: <https://doi.org/10.3390/rs13030376.20724292>.
  - ARIAS, Jesús, VILLASIS, Miguel Angel y MIRANDA, Maria Guadalupe. 2016. El protocolo de investigación III: la población de estudio [en línea] 2016. [fecha de consulta: 28 de Febrero de 2022.] Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755023011.pdf>.  
ISSN: 0002-5151.
  - ARTEAGA, Maritza Maribel y CORNEJO, Erika Samantha. Análisis Multitemporal de Incendios Forestales en el Santuario Historico de Machupicchu, 2008-2020. Tesis (Ingeniería Ambiental). Lima: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2021. 91 pp.
  - BENITEZ, Griselda y EQUIHUA, Miguel. Incendios Forestales: una amenaza constante. [En línea] Gobierno de Mexico: INECOL (Instituto de Ecología A.C), (7 de MARZO de 2019). [Fecha de consulta: 05 de Febrero de 2022]. Recuperado de <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/2013-06-05-10-34-10/17-ciencia-hoy/914-incendios-forestales-una-amenaza-constante>.
  - BID. 2021. Los bosques de América Latina y el Caribe en la década de 2020: aportes de cuatro equipos de expertos. [Hablemos de sostenibilidad y cambio climático]. [En línea] (19 de Marzo de 2021). [Fecha de consulta: 02 de Febrero de 2022]. Recuperado de <https://blogs.iadb.org/sostenibilidad/es/los-bosques-de-america-latina-y-el-caribe-en-la-decada-de-2020-aportes-de-cuatro-equipos-de-expertos/#:~:text=Los%20bosques%20son%20la%20joya,en%20la%20d%C3%A9cada%20de%202020..>

- CAPADOR AGUILAR, Yezid Esteban, GONZALES ANGARITA, Gina Paola y SUAREZ DAZA, Paula Andrea. Análisis de la cobertura vegetal en incendios forestales mediante índices espectrales: caso de estudio Cerros Orientales, (Bogotá, Colombia): Español. Avances Investigación En Ingeniería, 18(1). Revista AVANCES. [En línea] (24 de 04 de 2021). [Fecha de consulta: 02 de Febrero de 2022].  
Disponible en: <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.1.6931>.
- CARRILLO, Ana Lilia. 2015. POBLACION Y MUESTRA. [En línea] Setiembre de 2015. [fecha de consulta: 28 de Febrero de 2022.] Disponible en: <http://ri.uaemex.mx/oca/bitstream/20.500.11799/35134/1/secme-21544.pdf>.
- CENEPRED. 2021. Escenario de Riesgo por Incendios Forestales de la Región Cusco. [Gob.pe\_ Gobierno regional Cusco]. [En línea] Cusco: Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres - CENEPRED, 25 de Febrero de 2021. [Fecha de consulta: 04 de Febrero de 2022].  
Recuperado de <https://www.gob.pe/institucion/cenepred/noticias/348958-cenepred-elabora-el-escenario-de-riesgo-por-incendios-forestales-de-la-region-cusco>.
- CEPAL. [en línea] La pérdida de los bosques de América Latina y el Caribe 1990–2020. America Latina : , 2021.  
ISBN: 2788-5828.
- CEPRENED. Escenario de riesgo por superávit de lluvias en la costa y sierra sur del peru para verano 2021. [En línea] Peru: Basado en Informe Tecnico N° 10 - 2020/SENAMHI-DMA-SPC 25 pp., Setiembre de 2020. [Fecha de consulta: 03 de Febrero de 2022.]  
Disponibile en [file:///C:/Users/ASUS/Downloads/escenario\\_riesgo\\_por\\_superavit\\_de\\_lluvias\\_en\\_la\\_costa\\_y\\_sierra\\_sur\\_del\\_peru\\_verano\\_2021.pdf](file:///C:/Users/ASUS/Downloads/escenario_riesgo_por_superavit_de_lluvias_en_la_costa_y_sierra_sur_del_peru_verano_2021.pdf).
- CHUVIECO, Emilio. Teledetección Ambiental. La observación de la Tierra desde el espacio. [En línea] 3ra° ed. Barcelona: Ariel Ciencia,, 2008.

Disponible en [https://www.aet.org.es/files/guia\\_teledeteccion\\_medio\\_ambiente.pdf](https://www.aet.org.es/files/guia_teledeteccion_medio_ambiente.pdf).

- CHUVIECO, Emilio. Teledeteccion Ambiental. La observacion de la Tierra desde el Espacio ER. 586 pp. [En línea] (01 de Enero de 2002). [Fecha de consulta: 21 de Febrero de 2022]. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/259011213\\_Teledeteccion\\_Ambiental\\_La\\_Observacion\\_de\\_la\\_Tierra\\_Desde\\_el\\_Espacio](https://www.researchgate.net/publication/259011213_Teledeteccion_Ambiental_La_Observacion_de_la_Tierra_Desde_el_Espacio).
- Copernicus. El programa Copernicus aplicado a la producción y gestión de la información geoespacial - Fundamentos de teledetección aplicada. [En línea] Proyecto cofinanciado por la Comisión Europea, 2018. [Fecha de consulta: 18 de Febrero de 2022]. Disponible en [https://www.ign.es/web/resources/docs/IGNCnig/actividades/OBS/Programa\\_Marco\\_Copernicus\\_User\\_Uptake/2\\_Fundamentos\\_teledeccion\\_aplicada.pdf](https://www.ign.es/web/resources/docs/IGNCnig/actividades/OBS/Programa_Marco_Copernicus_User_Uptake/2_Fundamentos_teledeccion_aplicada.pdf).
- DONOVAN, María. What is conservation agriculture? CIMMYT. International Maize and Wheat Improvement Center. [En línea] (23 de January de 2020). [Fecha de consulta: 14 de Marzo de 2022]. Recuperado de <https://www.cimmyt.org/news/what-is-conservation-agriculture/>.
- ECHEVARRIA Mendoza, Maycol Owen y ROMAN Medrano, Maria Alejandra. Evaluación multitemporal del cambio de uso y cobertura de suelo con imágenes geoespaciales en el distrito de Oxapampa, Perú 2014-2019. Tesis (Ingeniero Ambiental). Lima: Universidad Peruana Union, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Departamento de Pasco, distrito de Oxapampa : Repositorio de tesis - Universidad Peruana Union, 2019. 17 pp.
- EL COMERCIO. Cusco: bomberos luchan contra tres incendios forestales. [En línea] Redaccion EC, 20 de Agosto de 2021. [Fecha de consulta: 15 de Febrero de 2022.] Disponible en <https://elcomercio.pe/peru/cusco-bomberos-luchan-contra-tres-incendios-forestales-nndc-noticia/?ref=ecr>.
- ESA. Píxel resolution. [Imagery specifications]. [En línea] European Space Imaging. [Fecha de consulta: 20 de Febrero de 2022]. Recuperado de <https://www.euspaceimaging.com/products/satellite-imagery/image-specs/>.

- FAO. Land cover classification system (LCCS). Classification concepts and user manual. Charper 2 (the conceptual basis). East Africa Project. [En línea] 2000. [Fecha de consulta: 14 de Marzo de 2022.] Disponible en <https://www.fao.org/3/x0596e/X0596e01f.htm#TopOfPage>.  
ISBN 92-5-104216-0.
- FAO. El Estado de los bosques del mundo 2016. Los bosques y la agricultura: desafíos y oportunidades en relación con el uso de la tierra. [En línea] Roma, Italia 138 pp., 2016.  
Disponible en <https://www.fao.org/3/i5588s/i5588s.pdf>.
- FAO y PNUMA. El estado de los bosques del mundo 2020. Los bosques, la biodiversidad y las personas. ROMA : FAO y PNUMA 2020, 2020. [En línea] 2020. [Citado el: 26 de Enero de 2022.] pág. # 224 p. 978-92-5-132421-9.  
Disponible en <https://doi.org/10.4060/ca8642es>.  
ISBN: 9789251324219.
- FEHMI, Jeffrey S. Confusion among three common plant cover definitions may result in data unsuited for comparison. [Wiley Online Library]. [En línea] (22 de February de 2010). [Fecha de consulta: 04 de Febrero de 2022.] Recuperado de <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2009.01141.x>.
- FERNANDEZ , Ronny. Evaluacion de la superficie deforestada por efecto de los incendios forestales durante el periodo 2011-2016 en el distrito Las Piedras- Tambopata- Madre de Dios. Tesis (Ingeniero Forestal y Medio Ambiente). Madre de Dios: Universidad NAcional Amazonica de Madre de Dios, Facultad de Ingenieria, 2018. 105 pp.
- GARCIA Fernández, Miguel A. y ROBLES Ventosa, Maria L. Aplicacion de técnicas de teledetección para la peritacion de daños provocados por el fuego en explotaciones agricolas, ganaderias y apícolas. Cuad. Soc. Esp. Cienc. For. 29: 59-64 . [En línea] Madrid, España Cuad. Soc. Esp. Cienc. For. 29: 59-64 (7), 2009 .  
Disponible en <file:///C:/Users/ASUS/Downloads/Dialnet-AplicacionDeTecnicaDeTeledeteccionParaLaPeritacio-4245458.pdf>. ISSN: 1575-2410.

- Geoinnova. Aplicaciones de la Teledetección Ambiental. [En línea] Teledeteccion, 17 de Febrero de 2017. [Fecha de consulta: 17 de Febrero de 2022]. Recuperado de <https://geoinnova.org/blog-territorio/aplicaciones-de-la-teledeteccion-ambiental/>.
- GIS&BEERS. Corrección radiométrica de imágenes satélite. [GIS&BEERS]. [En línea](6 de Febrero de 2018). [Fecha de consulta: 18 de Febrero de 2022]. Recuperado de <http://www.gisandbeers.com/correccion-radiometrica-imagenes-satelite/>.
- GISGEOGRAPHY. Passive vs Active Sensors in Remote Sensing. [En línea] 29 de October de 2021. [Fecha de consulta: 14 de Abril de 2022]. Recuperado de <https://gisgeography.com/passive-active-sensors-remote-sensing/#:~:text=Types%20of%20Remote%20Sensing&text=Active%20sensors%20have%20its%20own,passive%20sensors%20measure%20this%20energy..>
- Gobierno Regional de Cusco. ORDENANZA REGIONALNº 047-2013-CR/GRC.CUSCO. Cusco : El Peruano, 22 de 22 de noviembre de 2013.
- GONZALES Prieto, Serafín J. Incendios forestales: la geometría del fuego. [Ciencia para llevar]. [En línea] (27 de Julio de 2021). [Fecha de consulta: 07 de Febrero de 2022.] Recuperado de <https://blogs.20minutos.es/ciencia-para-llevar-csic/2021/07/27/incendios-forestales-la-geometria-del-fuego/>.
- GUEVARA, Brenda Raisa. Análisis de la deforestación ocasionada por incendios forestales en el periodo 2010-2020 en el distrito de Ccatcca, Quispicanchis, Cusco. Tesis (Ingeniería Ambiental). Lima: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2021. 133 pp.
- HARI, Adrianto, y otros. Los incendios forestales y terrestres están principalmente asociados con la deforestación en la provincia de Riau, Indonesia. 12(1). [En línea] MDPI, 18 de Diciembre de 2019. [Fecha de consulta: 03 de Febrero de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.3390/rs12010003>. ISSN: 20714292.

- HERNANDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Maria del Pilar. Metodología de la investigación [En línea]. Mexico D.F., 2014 . 2014. [fecha de consulta: 28 de Febrero de 2022.] Disponible: [https://periodicooficial.jalisco.gob.mx/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia\\_de\\_la\\_investigacion\\_-\\_roberto\\_hernandez\\_sampieri.pdf](https://periodicooficial.jalisco.gob.mx/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf). ISBN: 9781456223960.
- HUAYTALLA Rosales, Jackeline Jovana y VALERO Blancas, Diana Elizabeth Rosario. 2020. Determinación de tipos de cobertura vegetal mediante índices espectrales usando teledetección, Reserva Nacional de Lachay, 2020. Tesis (Ingeniería Ambiental). Lima: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2020. 50 pp.
- IDEAM. Incendios de la Cobertura Vegetal. Recursos internet (IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales) [en línea]. [Fecha de consulta: 02 de Febrero de 2022.] Disponible en <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/incendios-cobertura-vegetal>.
- IGN. Teledeteccion . Madri-España : © Instituto Geográfico Nacional, 2015. Disponible en: <https://www.ign.es/web/resources/docs/IGNCnig/OBS-Teledeteccion.pdf>
- IMA. Las Quemas e Incendios de Formaciones Vegetales en la Region Inka. [en línea]. [fecha de consulta: 28 de Enero de 2022.] Disponible en: <http://ctic2009.unsaac.edu.pe/investigacion/iiur/librosiiur/QuemasIncendioslMA.pdf>.
- INDECI. Disponible en: [https://portal.indeci.gob.pe/informe/reportes-preliminares-complementarios-emergencias/?title=cusco&tipo\\_alerta=incendio-forestal&anos\\_alertas=2021](https://portal.indeci.gob.pe/informe/reportes-preliminares-complementarios-emergencias/?title=cusco&tipo_alerta=incendio-forestal&anos_alertas=2021). s.n.
- INEI. Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. [En línea] 2017. [fecha de consulta: 28 de Febrero de 2022.] Disponible: <http://censo2017.inei.gob.pe/>.

- INIA. Cubiertas vegetales: una herramienta fundamental para el manejo sustentable del suelo en huertos frutales, viñedos y hortalizas. [En línea] Boletín INIA N°425, 106 p. Instituto de Investigación Agropecuarias, La Cruz, Región Valparaíso. Chile, Julio de 2020. [fecha de consulta: 04 de Febrero de 2022.] Disponible en: <https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/6936>. ISBN: 0717-4713.
- IWEB. Cómo comparar procesadores para servidores (CPU) [En iWeb, le ayudamos a administrar su infraestructura de TI para que pueda concentrarse en el crecimiento de su negocio. Por eso aquí publicamos artículos que creemos serán de interés para los fundadores, ejecutivos, profesionales de TI... y para cualquier]. (09 de Enero de 2015). [fecha de consulta: 20 de Febrero de 2022.] Recuperado de <https://iweb.com/es/blog/como-comparar-procesadores-para-servidores-cpu#:~:text=La%20Unidad%20central%20de%20procesamiento,comandos%20de%20programas%20y%20computaci%C3%B3n..>
- JAEN. Naturaleza del fuego. [En línea] Jaen: Fundación para la prevención de riesgos laborales y Confederación de empresarios de Jaen - CEJ, 2014. [fecha de consulta: 04 de Febrero de 2022.] Disponible en <https://www.cej.es/portal/asesoramientoprl/pdf/p4.pdf>.
- JIMENEZ, Antoni David y GARCIA, Arbildo. Resiliencia de la cobertura vegetal post incendio forestal aplicando índices espectrales de vegetación – Distrito de Chulucanas – Departamento de Piura, 2019. Tesis (Ingeniería Forestal y del Medio Ambiente). Tumbes: Universidad Nacional de Tumbes, Facultad de Ciencias Agrarias, 2020. 132 pp.
- Junta de Castilla y León. Manual de Extinción de Incendios Forestales Para Cuadrillas. [En línea] España: Imprenta Soles León - Printed in Spain, 2014. [fecha de consulta: 05 de Febrero de 2022.] Disponible en [https://pfcyl.es/sites/default/files/biblioteca/documentos/manual\\_de\\_extincion\\_de\\_incendios\\_forestales\\_para\\_cuadrillas.pdf](https://pfcyl.es/sites/default/files/biblioteca/documentos/manual_de_extincion_de_incendios_forestales_para_cuadrillas.pdf). LE-23-2014.

- KANE , Jeffrey. Encyclopedia Britannica. Forest Fire. [En línea] 18 de Jan. de 2022. [Fecha de consulta: 17 de April de 2022.] Disponible: <https://www.britannica.com/science/forest-fire..>
- KULO, Nedim. Benefits of the remote sensing data integration. Departament of Geodesy and Geoinformatics, Faculty of Civil Engineering. Universidad of Sarajevo, Bosnia and Herzegovina. Diciembre de 2018. [Fecha de consulta: 02 de Mayo de 2022]. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/329443299\\_Benefits\\_of\\_the\\_Remote\\_Sensing\\_Data\\_Integration](https://www.researchgate.net/publication/329443299_Benefits_of_the_Remote_Sensing_Data_Integration).
- La Network. Incendios Forestales afectan a toda Latinoamerica. [en linea]. [En línea] 2021. [fecha de consulta: 27 de Enero de 2022.] Disponible en: <https://la.network/incendios-forestales-afectan-a-toda-latinoamerica/>.
- LOWRY, Carolyn y G. Smith, Richard. ScienceDirect. Cover Plant. [En línea] 2018. [Fecha de consulta: 2022 de 04 de 16.] Disponible: <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/cover-plant>.
- MANTA, Maria Isabe. Contribucion al conocimiento de la prevencion de la forestales en la sierra peruana. Lima : Fondo Editorial -UNALM - Universidad Nacional Agraria La Molina, 2017.[fecha de consulta: 28 Enero de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4302>  
ISBN:9786124147869.
- MARIN, Diego Armando. Estructura organizacional y sus parámetros de diseño: análisis descriptivo en pymes industriales de Bogotá. colombia : Universidad Jorge Tadeo Lozano, (28): 43-64, 2012. s.n.
- MARTÍNEZ, Javier y Martín, Pilar. Guía Didáctica de Teledetección Ambiental . [En línea] 2010. [fecha de consulta: 26 de Enero de 2022.] Disponible en: [http://www.aet.org.es/files/guia\\_teledeteccion\\_medio-ambiente\\_pliego.pdf](http://www.aet.org.es/files/guia_teledeteccion_medio-ambiente_pliego.pdf). s.n.



- MATA, Luis Diego. Confiabilidad y validez en la investigación cuantitativa. [En línea] (07 de Julio de 2020). [fecha de consulta: 25 de Febrero de 2022.] Recuperado de <https://investigaliacr.com/investigacion/confiabilidad-de-instrumentos-y-validez-de-resultados-en-la-investigacion-cuantitativa/#:~:text=En%20la%20investigaci%C3%B3n%20cuantitativa%2C%20la,casos%20y%20momentos%20de%20aplicaci%C3%B3n.>
- MAZA Chamba, Christian Vicente. Clasificación y análisis de la cobertura vegetal sobre la subcuenca zamora huayco - cantón loja. Tesis (ingeniero en Gestion Ambiental). Ecuador : Universidad Tecnica Particular de Loja - Universidad Catolica de Loja, Escuela de Ciencias Biologicas y Ambientales, 2009. 87pp.
- MEJIA Bastidas, Alex Hernesto. Analisis multitemporal de los cambios de la cobertura vegetal provocados por incendios forestales en San Jose de Minas, periodo 2012 - 2018. Tesis (Ingeniro Forestal). Ecuador: Universidad Tecnica del Norte, Facultad de Ingenieria en ciencias agropecuarias y ambientales, carrera de ingenieria forestal, Departamento Ibarra : Repositorio de tesis - Universidad Tecnica del Norte. 2021.
- MINAM. Mapa nacional de ecosistemas del Perú - memoria descriptiva. [En línea]. Mayo de 2019. 124 pp. [fecha de consulta: 03 de Febrero de 2022.] Disponible en: [file:///C:/Users/ASUS/Downloads/memoria\\_mapa\\_ecosistemas.pdf](file:///C:/Users/ASUS/Downloads/memoria_mapa_ecosistemas.pdf). Deposito Legal en la biblioteca Nacional del Peru: 2019-05731.
- MINAM. Mapa nacional de cobertura vegetal 108 pp. [en línea] © Ministerio del Ambiente. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural., 2015. [fecha de consulta: 26 de Enero de 2022.]. Disponible en: <https://www.minam.gob.pe/patrimonio-natural/wp-content/uploads/sites/6/2013/10/MAPA-NACIONAL-DE-COBERTURA-VEGETAL-FINAL.compressed.pdf>. ISSN: 581985
- LÓPEZ, Raúl Fernandez, y otros. Validación de instrumentos como garantía de la credibilidad en las investigaciones científicas. [En línea] 2019. [fecha

de consulta: 17 de Febrero de 2022.] Disponible en: <http://www.revmedmilitar.sld.cu/index.php/mil/article/view/390/331>.

- PAUSAS, Juli G. Incendios Forestales una vision desde la ecologia. [En línea] Madrid: Los libros de la Catarata, 2012. [fecha de consulta: 04 de Febrero de 2022.] Disponible en <https://digital.csic.es/handle/10261/56575>. ISBN: 978-84-00-09492-8.
- PÉREZ Gutiérrez, Carlos y MUÑOZ Nieto, Ángel L. Teledetección: Nociones y Aplicaciones LIBRO. Universidad de Salamanca 370 pp. . [En línea] Julio de 2006. [fecha de consulta: 22 de Febrero de 2022.] Disponible en <https://mundocartgeo.files.wordpress.com/2015/03/teledeteccion-nocionesaplicaciones-2006publico.pdf>. ISBN-10: 8461116135 ISBN-13: 9788461116133.
- PICÓN , Dario y Melian Yanina Alejandra. La unidad de análisis en la problematica enseñanza-aprendizaje. Investigacion (Ingenierio de Sistemas). Universidad Nacional de la Patagonia Austral, Unidad Académica Caleta Olivia . [En línea] Mayo de 2014. Disponible en Dialnet-<LaUnidadDeAnalisisEnLaProblematicaEnsenanzaaprendi-5123550.pdf>.
- PLANA, Eduard, FONT, Marc y SERRA, Marta Los incendios forestales, guia para comunicadores y periodistas. Centro Tecnológico Forestal de Cataluña : s.n., 2016. pág. 32 pp. ISBN: 978-84-617-6648-2.
- PRESSENZA. Latin American and Caribbean forests are key to environmental sustainability and global food security. Internacinal press agency. Santiago de Chile. [En línea] (15 de Setiembre de 2021). [Fecha de consulta: 15 de Febrero de 2022]. Recuperado de <https://www.pressenza.com/2021/09/latin-american-and-caribbean-forests-are-key-to-environmental-sustainability-and-global-food-security/>.
- REBELLA, César y BELLA, Carlos Di. Incendios Forestales en Latino America. [en linea]. [fecha de consulta: 27 de Enero de 2022.] Disponible en: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-incendios\\_forestales\\_en\\_america\\_latina-ceibe.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-incendios_forestales_en_america_latina-ceibe.pdf).

- REUTER, Fabian. Catedra de Teledetección y Cartografía\_Principios de Teledetección. [en línea] Facultad de Ciencias Forestales\_Universidad Nacional de Santiago del Estero, Marzo de 2009. [fecha de consulta: 18 de Febrero de 2022.] Disponible en <https://fcf.unse.edu.ar/archivos/series-didacticas/SD-33-Principios-teledeteccion-REUTER.pdf>.
- RODRIGUEZ, Dante A. Génesis de los incendios forestales. Mexico: División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo. km 38.5, Carretera México-Texcoco. C. P. 56230. Chapingo, (18): 357-373, 2012. ISSN: 2007-3828.
- RODRIGUEZ, Oscar y ARREDONDO Bautista, Harold. Manual para el manejo y procesamiento de imágenes satelitales obtenidas del sensor remoto modis de la nasa, aplicado en estudios de ingeniería civil. Tesis(Ingeniero civil). Bogotá D.C.: Pontificia Universidad Javeriana Facultad De Ingeniería Departamento De Ingeniería Civil, 2005. 225pp.
- SENSORES. Curso sensores remotos Facultad de Ciencias Exactas UNCPBA., 2012. [fecha de consulta: 18 de Febrero de 2022.] Recuperado de:[http://cursosihlla.bdh.org.ar/Geo\\_UN\\_2014/3\\_Bonus/2%20Resoluciones%20en%20Teledetecci%C3%B3n.pdf](http://cursosihlla.bdh.org.ar/Geo_UN_2014/3_Bonus/2%20Resoluciones%20en%20Teledetecci%C3%B3n.pdf).
- SERFOR. Plan de prevención y reducción de riesgos e incendios forestales. [en línea] Lima: MINAGRI - SERFOR 60 pp. [fecha de consulta: 11 de Febrero de 2022.] Disponible en <https://www.serfor.gob.pe/portal/wp-content/uploads/2018/12/Plan-de-prevenci%C3%B3n-y-reducci%C3%B3n-de-riesgos-de-incendios-forestales.pdf>.
- SERFOR. Reporte de 245 alertas de incendios forestales en todo el país, a julio de 2021. [en línea]. Lima, Perú [fecha de consulta: 27 de Enero de 2022.] Disponible en: <https://www.gob.pe/es/institucion/serfor/noticias/510226-serfor-reporta-245-alertas-de-incendios-forestales-en-todo-el-pais-a-julio-de-2021>.

- SAVATREE. Importance and Value of Trees. Why Trees? [En línea] (29 de Mayo de 2017). [Fecha de consulta: 17 de Febrero de 2022]. Recuperado de <https://www.savatree.com/whytrees.html>.
- SENAMHI. 2018. Estudio de condiciones atmosféricas favorables a los incendios forestales en el Perú. Lima : Dirección de Meteorología y Evaluación Ambiental Atmosférica Subdirección de Predicción Meteorológica, 2018 [fecha de consulta: 27 de febrero de 2022]. Disponible: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01401SENA-45.pdf>
- SETYAWAN, Eric. Satellite Imagery: Resolution vs. Accuracy BLOG. [INTERMAPA Your World. Made Simple]. (12 de Agosto de 2019). [fecha de consulta: 20 de Febrero de 2022.] Recuperado de <https://www.intermap.com/blog/satellite-imagery-resolution-vs.-accuracy>.
- SSN. SSN-NOTICIAS CUSCO. Incendio en Comunidad Campesina de Suncco – San Jerónimo arrasó con más de seis hectáreas. [en línea] Super noticias 15 de Agosto de 2018. [fecha de consulta: 15 de Febrero de 2022.] Disponible en <https://superstarnoticias.pe/es/local/incendio-en-comunidad-campesina-de-suncco-san-jeronimo-arraso-con-mas-de-seis-hectareas>.
- TARGET, Tech. Pixel BLOG. [WhatIs.com]. (Julio de 2015). [fecha de consulta: 20 de Febrero de 2022.] Recuperado de <https://whatis.techtarget.com/definition/pixel>.
- TASILLA, Flor, CARRANZA, Jhersón y CUBAS, Ana. Pérdida de cobertura vegetal en el distrito de Morales, San Martín, Perú (periodo 1987 – 2017). Revista de Investigación: Ciencia, Tecnología y Desarrollo 2020, (6) n.º 1: 1-11. [En línea] © Dirección de Investigación de Ingeniería Ambiental, Universidad Peruana Unión. Lima - Perú, 2020. [fecha de consulta: 02 de Febrero de 2022.] Disponible en: [https://revistas.upeu.edu.pe/index.php/ri\\_ctd/index](https://revistas.upeu.edu.pe/index.php/ri_ctd/index). ISSN: 2410-843x.
- TORRE, Mirsa y RIVAS, Patricia. Análisis temporal de la pérdida de cobertura vegetal mediante teledetección en el distrito de Satipo-Satipo-Junin,

- durante los años 2015-2018. Tesis (Ingeniería Ambiental). Lima: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2019. 101 pp.
- UTRERAS, Florencio. [Copernicus: Datos Abiertos y Gratuitos BLOG]. Chile. (27 de Junio de 2019). [fecha de consulta: 20 de Febrero de 2022.] Recuperado de [https://www.ide.cl/descargas/Workshop\\_2019/Presentaciones/10.CopernicusDatosAbiertosyGratuitos-Florencio-Utreras.pdf](https://www.ide.cl/descargas/Workshop_2019/Presentaciones/10.CopernicusDatosAbiertosyGratuitos-Florencio-Utreras.pdf).
  - VARGAS, Zoila Rosa . 2014. La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. Revista Educación [en línea]. Costa Rica 2014, n.o 33. [fecha de consulta: 28 de febrero de 2022]. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf> ISSN: 03797082.
  - VILLEGAS Vega, Henry. Introducción a la percepción remota y sus aplicaciones geológicas-Guía para los asistentes. [en línea]. Bogotá: República de Colombia Ministerio de Minas y Energía Instituto Colombiano de Geología y Minería, 2008. [fecha de consulta: 20 de Febrero de 2022.] Disponible en <https://recordcenter.sgc.gov.co/B12/23008002524448/documento/pdf/2105244481102000.pdf>.
  - WWF. [En 2020, los incendios forestales podrían ser peores que en 2019 para Sudamérica y el mundo]. Washington, DC, (27 de agosto de 2020). [fecha de consulta: 02 de Febrero de 2022.] Recuperado de <https://www.worldwildlife.org/descubre-wwf/historias/en-2020-los-incendios-forestales-podrian-ser-peores-que-en-2019-para-sudamerica-y-el-mundo>.
  - WWF. Panda. welcomes pledges to protect and restore forests and increase financing; urges action and rapid implementation. [En línea] (02 de November de 2021). [Fecha de consulta 26 de Enero de 2022]. Recuperado de [https://wwf.panda.org/wwf\\_news/?4199466%2F](https://wwf.panda.org/wwf_news/?4199466%2F)
  - YU, Kegen, y otros. EURASIP Journal on Advances in Signal Processing. [En línea] 27 de Abril-Agosto de 2014. [Fecha de consulta: 15 de Abril de 2022.] Disponible en: <https://doi.org/10.1186/1687-6180-2014-134>.

## ANEXOS

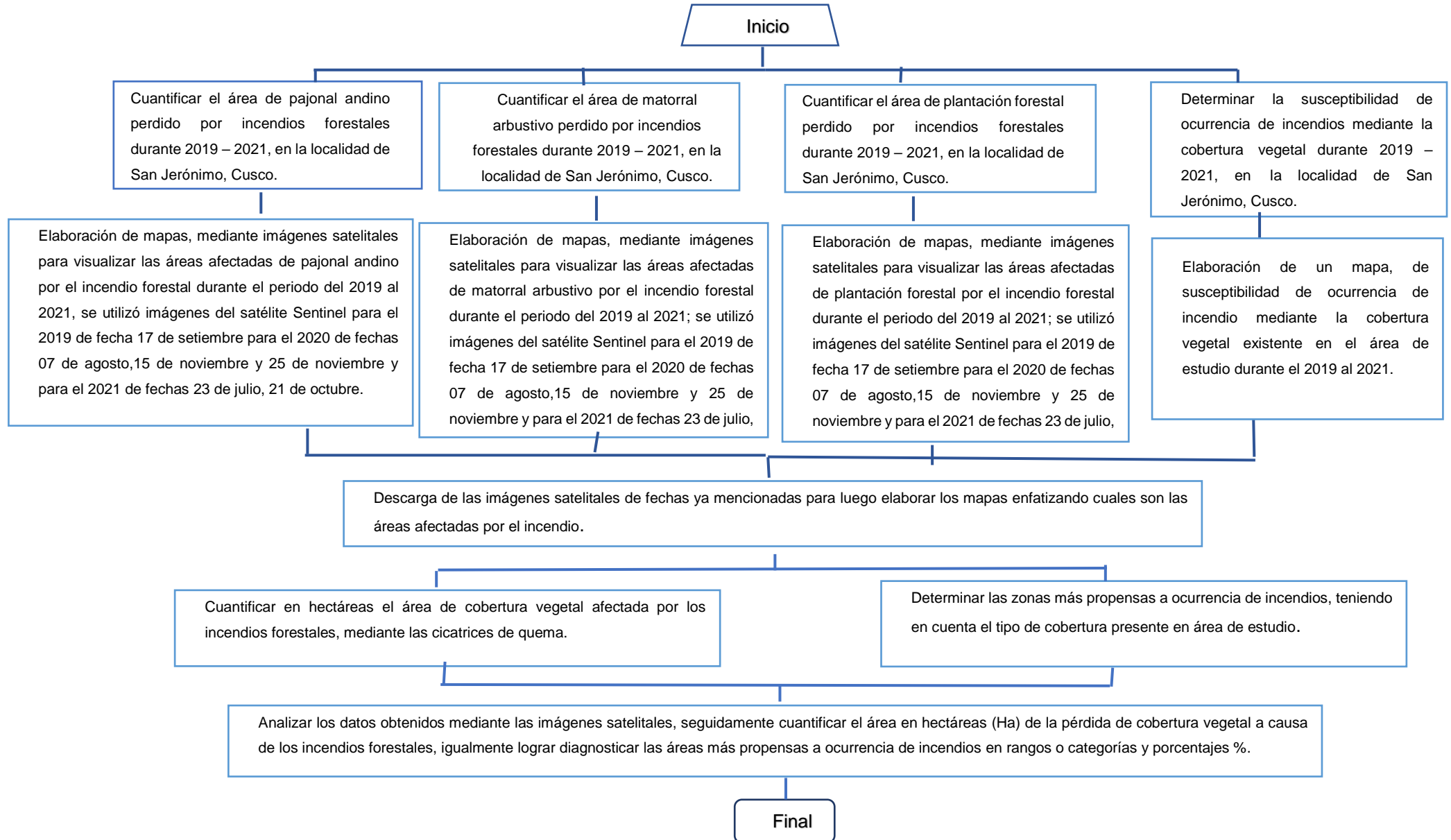
### MATRIZ DE CONSISTENCIA

*Anexo : Matriz de consistencia*

	PROBLEMA	OBJETIVO	VARIABLES	NIVEL DE INVESTIGACIÓN
<b>G E N E R A L</b>	¿Cuánto fue la pérdida de cobertura vegetal a causa de los incendios forestales durante 2019 – 2021 en la localidad de San Jerónimo, Cusco?	Determinar la pérdida de cobertura vegetal a causa de los incendios forestales durante 2019 – 2021 en la localidad de San Jerónimo, Cusco	<b>Variable 01:</b> Cobertura Vegetal  <b>Dimensiones:</b> ✓ <i>Pajonal andino</i> ✓ <i>Matorral arbustivo</i>	Tipo:  ✓ Aplicado  Diseño:
<b>E S P E C I F I C O S</b>	¿Cuánto será el área de pajonal andino perdido por incendios forestales durante 2019 – 2021, en la localidad de San Jerónimo, Cusco?  ¿Cuánto será el área de matorral arbustivo perdido por incendios	Cuantificar el área de pajonal andino pérdida por incendios forestales durante 2019 – 2021, en la localidad de San Jerónimo, Cusco.  Cuantificar el área de matorral arbustivo pérdida por incendios	✓ <i>Plantaciones forestales</i>  <b>Variable 02:</b> Incendio Forestal  <b>Dimensiones:</b> ✓ <i>Superficie quemada</i> ✓ <i>Susceptibilidad de incendio</i>	✓ Descriptivo  Enfoque:  ✓ Cuantitativo

	<p>forestales durante 2019 – 2021, en la localidad de San Jerónimo, Cusco?</p> <p>¿Cuánto será el área de plantación forestal perdido por incendios forestales durante 2019 – 2021, en la localidad de San Jerónimo, Cusco?</p> <p>¿Cuánto será la susceptibilidad de ocurrencia de incendios mediante la cobertura vegetal durante 2019 – 2021, en la localidad de San Jerónimo, Cusco?</p>	<p>forestales durante 2019 – 2021, en la localidad de San Jerónimo, Cusco.</p> <p>Cuantificar el área de plantación forestal pérdida por incendios forestales durante 2019 – 2021, en la localidad de San Jerónimo, Cusco.</p> <p>Determinar la susceptibilidad de ocurrencia de incendios mediante la cobertura vegetal durante 2019 – 2021, en la localidad de San Jerónimo, Cusco</p>		
--	--	--	--	--


**Anexo : Diagrama de flujo para determinar la pérdida de cobertura vegetal a causa de los incendios forestales**





**Anexo** : Instrumento de recolección de datos para Cobertura Vegetal

 **Tipos de Cobertura Vegetal.**


	<b>“Pérdida de cobertura vegetal a causa de los incendios forestales durante 2019 – 2021 en la localidad de San Jerónimo, Cusco”</b>	<b>Código:</b> F-2022-01
	<b>FICHA 1: RECOLECCIÓN DE DATOS DE PAJONAL ANDINO</b>	<b>Páginas:</b> Página 1 de 1

<b>Encargado:</b>	
<b>Fecha:</b>	

<b>N°</b>	<b>Año</b>	<b>Área de pajonal andino (Has)</b>	<b>Área afectada (Has)</b>	<b>Área afectada %</b>	<b>Área no afectada has</b>	<b>Observaciones</b>
1	2019					
2	2020					
3	2021					
<b>Total:</b>						

**Anexo** : Instrumento de recolección de datos para Cobertura Vegetal

 **Tipos de Cobertura Vegetal.**


	<p><b>“Pérdida de cobertura vegetal a causa de los incendios forestales durante 2019 – 2021 en la localidad de San Jerónimo, Cusco”</b></p>	<p><b>Código:</b> F-2022-03</p>
	<p><b>FICHA 2: RECOLECCIÓN DE DATOS DE PLANTACIÓN FORESTAL</b></p>	<p><b>Páginas:</b> Página 1 de 1</p>

<b>Encargado:</b>	
<b>Fecha:</b>	

N°	Año	Área de plantaciones forestales (Has)	Área afectada (Has)	Área afectada %	Área no afectada has	Observaciones
1	2019					
2	2020					
3	2021					
<b>Total:</b>						

**Anexo** : Instrumento de recolección de datos para Cobertura Vegetal

 **Tipos de Cobertura Vegetal.**


	<p><b>“Pérdida de cobertura vegetal a causa de los incendios forestales durante 2019 – 2021 en la localidad de San Jerónimo, Cusco”</b></p>	<p><b>Código:</b> F-2022-03</p>
	<p><b>FICHA 3: RECOLECCIÓN DE DATOS DE PLANTACIÓN FORESTAL</b></p>	<p><b>Páginas:</b> Página 1 de 1</p>

<b>Encargado:</b>	
<b>Fecha:</b>	

<b>N°</b>	<b>Año</b>	<b>Área de plantaciones forestales (Has)</b>	<b>Área afectada (Has)</b>	<b>Área afectada %</b>	<b>Área no afectada has</b>	<b>Observaciones</b>
1	2019					
2	2020					
3	2021					
<b>Total:</b>						

**Anexo** : Instrumento de recolección de datos para Incendios Forestales

 **Lugares de ocurrencia de Incendios Forestales.**


	<b>“Pérdida de cobertura vegetal a causa de los incendios forestales durante 2019 – 2021 en la localidad de San Jerónimo, Cusco”</b>	<b>Código:</b>  F-2022-04
	<b>FICHA 4: RECOLECCIÓN DE NÚMERO DE INCENDIOS FORESTALES (INDECI)</b>	<b>Páginas:</b>  Página 1 de 1

<b>Encargado:</b>	
<b>Fecha:</b>	

<b>N°</b>	<b>Lugar afectado</b>	<b>Reporte Complementario (INDECI)</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>Observaciones</b>
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
<b>Total</b>						

**Anexo:** Instrumento de recolección de daños por Incendios Forestales

 **Daños de Incendios Forestales.**


	<b>“Pérdida de cobertura vegetal a causa de los incendios forestales durante 2019 – 2021 en la localidad de San Jerónimo, Cusco”</b>	<b>Código:</b> F-2022-05
	<b>FICHA 5: RECOLECCIÓN DE DAÑOS POR INCENDIOS FORESTALES</b>	<b>Páginas:</b> Página 1 de 1

<b>Encargado:</b>	
<b>Fecha:</b>	

<b>N°</b>	<b>Año</b>	<b>N° incendios</b>	<b>Superficie quemada</b>	<b>Cicatrices de quema</b>	<b>Observaciones</b>
1	2019				
2	2020				
3	2021				
<b>Total:</b>					

*Anexo: Instrumento de susceptibilidad de ocurrencia de incendios mediante la cobertura vegetal*

 **Susceptibilidad de ocurrencia de incendios mediante la CV.**

	<b>“Pérdida de cobertura vegetal a causa de los incendios forestales durante 2019 – 2021 en la localidad de San Jerónimo, Cusco”</b>	<b>Código:</b> F-2022-06
	<b>FICHA 6: RECOLECCIÓN DE SUSCEPTIBILIDAD DE OCURRENCIA DE INCENDIOS MEDIANTE LA COBERTURA VEGETAL</b>	<b>Páginas:</b> Página 1 de 1

<b>Encargado:</b>	
<b>Fecha:</b>	

<b>N°</b>	<b>Tipo de cobertura vegetal</b>	<b>N° incendios</b>	<b>Categoría de amenaza</b>	<b>Calificación</b>	<b>Observaciones</b>
1					
2					
3					
4					
5					
<b>Total:</b>					

**CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

**I. DATOS GENERALES**

**1.1. Apellidos y Nombres del validador:** Herrera Díaz Marco Antonio

**1.2. Cargo e institución donde labora:** Universidad César Vallejo

**1.3. Especialidad del validador:** SIG y Teledetección

**1.4. Nombre del instrumento:** \_\_\_\_\_

**1.5. Título de la investigación:**

“Pérdida de cobertura vegetal a causa de los incendios forestales durante 2019 – 2021 en la localidad de San Jerónimo, Cusco”

**1.6. Autores del instrumento:** Mendoza Astocaza, Susana y Jessenia Margaret, Rupa Quispitupa

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado y específico.					85
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.					85
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					85
4. Organización	Existe una organización lógica.					85
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					85
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					85
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos.					85
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones					85
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					85
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					85
<b>PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN</b>						<b>85</b>

### III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS

✚ **Primera variable:** Cobertura Vegetal.

DIMENSIÓN	INDICADORES	Suficiente	Medianamente suficiente	Insuficiente
Pajonal Andino	✓ Cantidad de pajonal andino perdido.		X	
Matorral Arbustivo	✓ Cantidad de matorral arbustivo perdido.		X	
Plantación Forestal	✓ Cantidad de plantación forestal perdido.	X		

✚ **Segunda Variable:** Incendio Forestal.

DIMENSIÓN	INDICADORES	Suficiente	Medianamente suficiente	Insuficiente
Superficie Quemada	✓ Cicatrices de quema	X		
Susceptibilidad de incendio	✓ Ocurrencia de incendio.	X		
	✓ Tipo de cobertura vegetal.	X		

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: **85** %

( X ) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.

( ) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lima, 06 de abril del 2022

Firma del experto informante



DNI N°: 44553815

Teléfono N° 951203784



**CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

**V. DATOS GENERALES**

**5.1. Apellidos y Nombres del validador:** Michael Edgar Flores Mamani

**5.2. Cargo e institución donde labora:** Universidad César Vallejo

**5.3. Especialidad del validador:** SIG y Teledetección

**5.4. Nombre del instrumento:** \_\_\_\_\_

**5.5. Título de la investigación:**

“Pérdida de cobertura vegetal a causa de los incendios forestales durante 2019 – 2021 en la localidad de San Jerónimo, Cusco”

**5.6. Autores del instrumento:** Mendoza Astocaza, Susana y Jessenia Margaret, Rupa Quispitupa

**VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado y específico.				80	
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.					90
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				80	
4. Organización	Existe una organización lógica.				80	
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					90
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias				80	
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos.					90
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones					90
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					90
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					90
<b>PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN</b>						<b>86</b>

## VII. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS

✚ **Primera variable:** Cobertura Vegetal.

DIMENSIÓN	INDICADORES	Suficiente	Medianamente suficiente	Insuficiente
Pajonal Andino	✓ Cantidad de pajonal andino perdido.	X		
Matorral Arbustivo	✓ Cantidad de matorral arbustivo perdido.	X		
Plantación Forestal	✓ Cantidad de plantación forestal perdido.	X		

✚ **Segunda Variable:** Incendio Forestal.

DIMENSIÓN	INDICADORES	Suficiente	Medianamente suficiente	Insuficiente
Superficie Quemada	✓ Cicatrices de quema	X		
Susceptibilidad de incendio	✓ Ocurrencia de incendio.	X		
	✓ Tipo de cobertura vegetal.	X		


VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN: **86** %

( X ) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.

( ) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lima, 06 de abril del 2022

Firma del experto informante



DNI N°: 00515616

Teléfono N° 945819812

## CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

### IX. DATOS GENERALES

9.1. Apellidos y Nombres del validador: Tullume Chavesta Milton

9.2. Cargo e institución donde labora: Universidad César Vallejo

9.3. Especialidad del validador: SIG y Teledetección

9.4. Nombre del instrumento: \_\_\_\_\_

9.5. Título de la investigación:

“Pérdida de cobertura vegetal a causa de los incendios forestales durante 2019 – 2021 en la localidad de San Jerónimo, Cusco”

9.6. Autores del instrumento: Mendoza Astocaza, Susana y Jessenia Margaret, Rupa Quispitupa

### X. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado y específico.					85
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.					85
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					85
4. Organización	Existe una organización lógica.					85
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					85
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					85
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos.					85
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones					85
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					85
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					85
<b>PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN</b>						<b>85</b>

## XI. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS

✚ **Primera variable:** Cobertura Vegetal.

DIMENSIÓN	INDICADORES	Suficiente	Medianamente suficiente	Insuficiente
Pajonal Andino	✓ Cantidad de pajonal andino perdido.	X		
Matorral Arbustivo	✓ Cantidad de matorral arbustivo perdido.	X		
Plantación Forestal	✓ Cantidad de plantación forestal perdido.	X		

✚ **Segunda Variable:** Incendio Forestal.

DIMENSIÓN	INDICADORES	Suficiente	Medianamente suficiente	Insuficiente
Superficie Quemada	✓ Cicatrices de quema	X		
Susceptibilidad de incendio	✓ Ocurrencia de incendio.	X		
	✓ Tipo de cobertura vegetal.	X		

XII. **PROMEDIO DE VALORACIÓN:** 85 %

( X ) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.

( ) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lima, 06 de abril del 2022

Firma del experto informante

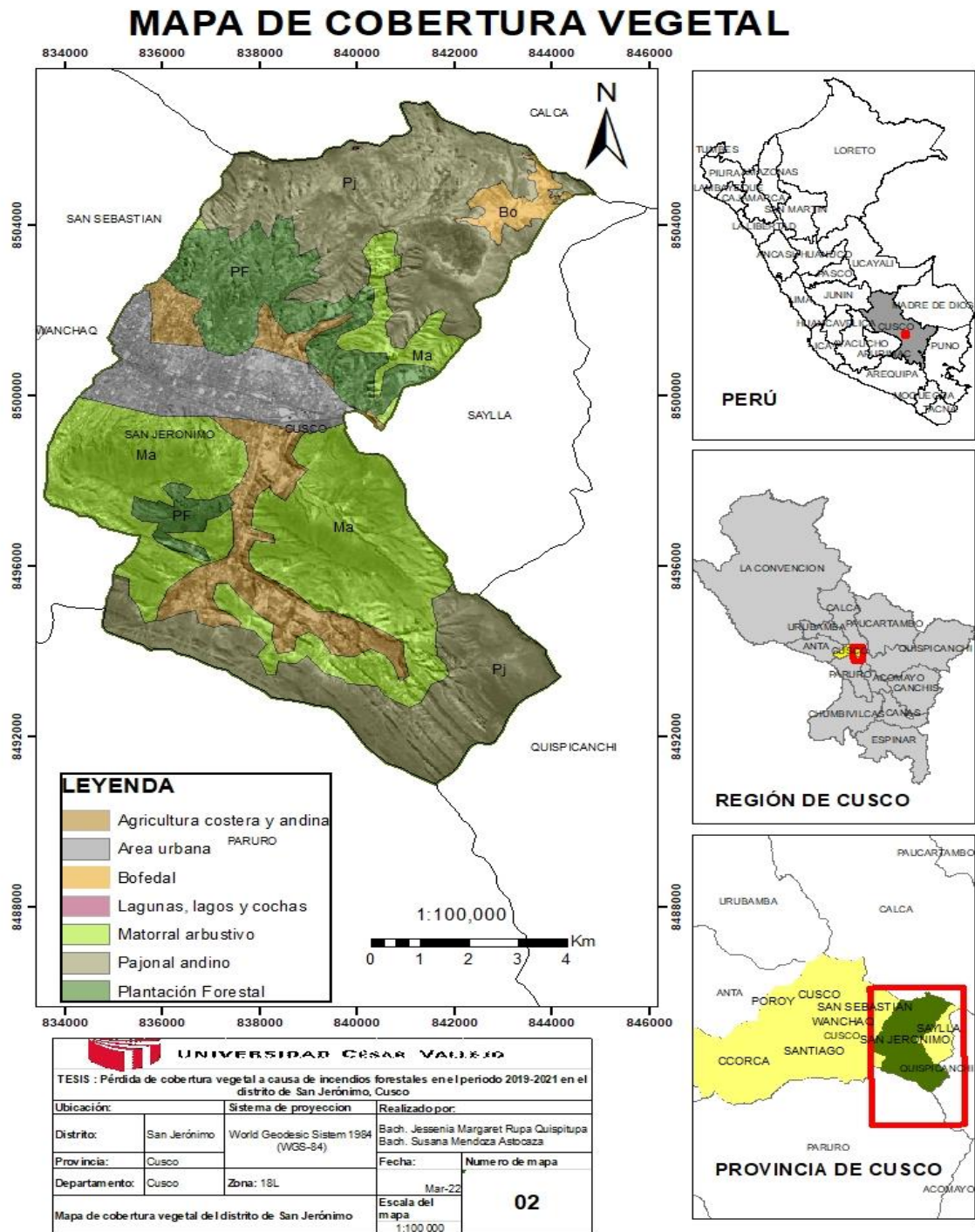


DNI N°: 44553815

Teléfono N° 966255191

Anexo: Mapa de cobertura vegetal

## MAPA DE COBERTURA VEGETAL



Mapa 6 : Mapa de Cobertura Vegetal