



Universidad César Vallejo

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Implementación del sistema de información geográfica para la
gestión de incendios forestales del parque arqueológico de
Machupicchu, Cusco, 2021.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTOR:

Espinoza Diaz, Gabriel Eduardo (ORCID:0000-0003-4133-5475)

ASESOR:

Dr. Sernaque Auccahuasi, Fernando Antonio (ORCID:0000-0003-1485-5854)

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistemas de Gestión Ambiental

LIMA – PERÚ

2022

DEDICATORIA

A Dios, que siempre me
acompaña. A mi madre, a mi
esposa y a mis hijos por su
compresión y apoyo
incondicional
y a toda mi familia

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, deseo agradecer a mi esposa Mary por su apoyo incondicional durante todo este tiempo. A mis hijos Eduardo y Mikaela por tener paciencia y aceptar quedarnos en casa durante muchos fines de semana, tiempo que me permitió estudiar y llevar adelante la carrera y desarrollar esta presente tesis.

No menos importante, debo agradecer a toda mi familia, a mi tía Teresa y en especial a mi madre Carmen Luz, pilar de mi vida, por su continuo apoyo y su constante insistencia por que cumpla los objetivos planteados.

A continuación, debo agradecer a mi asesor de tesis, el Dr. Ing. Fernando Antonio Sernaque Auccahuasi por sus comentarios, sugerencias y correcciones, sin las cuales no habría sido posible llegar a completar el trabajo realizado.

No puedo dejar de mencionar a todas y cada una de las personas que me han apoyado desde dar el aliento para continuar como facilitándome información para para proseguir y terminar esta investigación.

A todos ellos, y a los que me haya podido olvidar, muchas gracias.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEORICO.....	6
III. METODOLOGIA.....	15
3.1.Tipo de investigación.....	15
3.2.VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN:.....	15
3.3.Población, muestra y muestreo.....	18
3.4.Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	19
3.5.Validez y confiabilidad.....	24
3.6.Procedimientos.....	25
3.7.Aspectos éticos.....	63
IV. RESULTADOS.....	64
V. DISCUSIÓN.....	76
VI. CONCLUSIONES.....	80
VII.RECOMENDACIONES.....	82
REFERENCIAS.....	83
ANEXOS	

Índice de Tablas

Tabla 1 - Sistemas de Información Geográfica (Variable 1)	16
Tabla 2 - Incendios Forestales (Variable 2)	17
Tabla 3 - Matriz de Evaluación de Instrumentos - Herramienta SIG de Escritorio	22
Tabla 4 - Matriz de Evaluación de Instrumentos - Herramienta SIG para Publicación y Distribución por una intranet.....	23
Tabla 5 - Coordenadas PAMP	25
Tabla 6 - Coordenadas Santuario Histórico de Machupicchu	26
Tabla 7 - Datos Recopilados IGN	38
Tabla 8 - Datos Recopilados SIGDA	41
Tabla 9 - Datos Recopilados MINAM	41
Tabla 10 - Capas cartografía base	47
Tabla 11 - Capas generadas Intersección	50
Tabla 12 - Capas generadas Análisis espacial Intersección.....	54
Tabla 13 - Capas generadas Intersección Área de Incidencia con PAMP	57
Tabla 14 - Estructura de la tablas de atributos Incendios Forestales.....	59
Tabla 15 - Incendios Forestales 2020 suscitados dentro del área de estudio.....	65
Tabla 16 - Incendios Forestales 2021 suscitados dentro del área de estudio.....	67

Índice de Figuras

Figura 1 - Componentes del Sistema de Información Geográfica	13
Figura 2 - Mapa de Ubicación del PAM.....	27
Figura 3 - Fases de la implementación.....	28
Figura 4 - Sistema de Información Geográfica para la Gestión de Incendios Forestales	28
Figura 5 - Pagina de descarga QGIS	29
Figura 6 - Pagina para escoger versión de QGIS.....	29
Figura 7 - Pagina de donaciones Proyecto QGIS.....	30
Figura 8 - Explorador de Archivos , ejecución del instalador de QGIS	30
Figura 9 - Ventana Instalador QGIS	30
Figura 10 - Ventana Licencia de Usuario Final.....	31
Figura 11 - Ventana Carpeta de Destino	31
Figura 12 - Ventana Inicio de Instalación	31
Figura 13 - Ventana Proceso de Instalación.....	32
Figura 14 - Ventana Instalación Finalizada	32
Figura 15 - Ventana de componentes a instalar con XAMPP	33
Figura 16 - Panel de Control XAMPP para monitorear Apache	33
Figura 17 - Pagina de Descarga QGIS Server	34
Figura 18 - Ventana de Configuración de Instalación OSGEO4W.....	34
Figura 19 - Ventana Tipo de Instalación.....	34
Figura 20 - Ventana Directorio de Paquetes	35
Figura 21 - Ventana Tipo de Configuración.....	35
Figura 22 - Ventana Servidor de Descarga	35
Figura 23 - Ventana Seleccionar de paquetes	36
Figura 24 - Ventana Resolver dependencias	36
Figura 25 - Ventana Instalación en Progreso	36
Figura 26 - Ventana Instalación Finalizada	37
Figura 27 - Página de descarga de datos del Instituto Geográfico Nacional.....	38
Figura 28 - Página de Consulta de Eventos SINPAD.....	39
Figura 29 - Reporte SINPAD.....	39
Figura 30 - Sistema para la Gestion del Riesgo de Desastres (SIGRID)	40
Figura 31 - Sistema de Informacion Geografica de Arqueologia (SIGDA)	40
Figura 32 - Geo servidor del Ministerio del Ambiente (MIMAM)	41
Figura 33 - Crear nuevo proyecto de QGIS.....	42
Figura 34 - Configurar las propiedades del proyecto	42
Figura 35 - Configurar sistema de coordenadas.....	43
Figura 36 - Configuraciones generales del proyecto	43
Figura 37 - Agregar capas al proyecto	44
Figura 38 - Buscar el archivo SHP para generar la capa.....	44
Figura 39 - Seleccionar el archivo SHP correspondiente	44
Figura 40 - Aceptar la configuración por defecto para la capa.....	45
Figura 41 - Provincias insertadas en el proyecto.....	45
Figura 42 - Menú de Capa - Filtro en base a atributos	46
Figura 43 - Ventana Filtro con atributos	46

Figura 44 - Ventana de QGIS con la capa Provincias del Cusco.....	47
Figura 45 - Menú desplegable para Análisis Espacial - Intersección	48
Figura 46 - Ventana de Análisis Espacial Intersección	48
Figura 47 - Análisis Espacial: Intersección Incendios Forestales 2020 PAMP	49
Figura 48 - Ventana de Análisis Espacial Intersección	49
Figura 49 - Análisis Espacial; Intersección Incendios Forestales 2021 PAMP	50
Figura 50 - Mapa con Cartografía Base e Incendios Forestales PAMP	51
Figura 51 - Menú desplegable para Análisis Espacial - Buffer.....	51
Figura 52 - Ventana de Análisis Espacial Buffer.....	52
Figura 53 - Análisis Espacial: Buffer Incendios Forestales 2020 PAMP	52
Figura 54 - Ventana de Análisis Espacial Buffer.....	53
Figura 55 - Análisis Espacial Buffer Incendios Forestales 2021 PAMP	53
Figura 56 – Ventana Intersección Área de Incidencia 2020 - PAMP	55
Figura 57 - Análisis Espacial: Intersección Área de Incidencia 2020 con PAMP ..	55
Figura 58 - Análisis Espacial Intersección Área de Incidencia 2021 con PAMP ..	56
Figura 59 - Análisis Espacial: Intersección Área de Incidencia 2021 con PAMP ..	56
Figura 60 - Acceder a la Tabla de Atributos	57
Figura 61 - Habilitar modo de edición.....	58
Figura 62 - Crear un campo nuevo.....	58
Figura 63 - Ventana Añadir Campo.....	58
Figura 64 - Formulario de Datos.....	60
Figura 65 - Intersección de Áreas de Incidencia 2020 con Centros Poblados	60
Figura 66 - Acceso a las propiedades del proyecto en QGIS	61
Figura 67 - Ventana de Configuración para publicación en QGIS Server	61
Figura 68 - Código página web	62
Figura 69 - Pagina web resultante.....	62
Figura 70 - Mapa Incendios Forestales 2020	64
Figura 71 - Mapa Incendios Forestales 2021	66
Figura 72 - Mapa de Área de Incidencia Incendios Forestales 2020	68
Figura 73 - Mapa de Área Afectada Incendios Forestales 2020	69
Figura 74 - Mapa de Área Afectada Incendios Forestales 2021	70
Figura 75 – Mapa Área de Incidencia Incendios Forestales 2021	71
Figura 76 - Mapa Centros Poblados dentro del Área de Incidencia - Incendios Forestales 2020	72
Figura 77 - Mapa Centros Poblados dentro del Área de Incidencia - Incendios Forestales 2021	73
Figura 78 – Grafico Incendios Forestales Suscitados.....	73
Figura 79 – Grafico Área afectada del Parque Arqueológico de Machupicchu	74
Figura 80 – Grafico Porcentaje del Área del Parque Arqueológico de Machupicchu afectada	74

RESUMEN

La investigación desarrollada tuvo como objetivo definir y describir la implementación del Sistema de Información Geográfica para la gestión de incendios forestales del Parque Arqueológico de Machupicchu, Cusco. Se describen los antecedentes y la importancia de estas acciones considerando los impactos posibles que produce un incendio forestal a nivel ambiental, económico, social e histórico sobre el ámbito de estudio, se describe la fase preliminar y de desarrollo del sistema de información geográfica incluyendo sus características principales y sus limitaciones. Se exponen los beneficios de su implementación, además de la selección de las herramientas propias del sistema compatibles con el objetivo, la instalación para su uso, la recopilación de los datos necesarios, el proceso de georreferenciación de la información, la aplicación de los análisis espaciales necesarios y la presentación de la nueva información cartográfica generada. Se concluye que los procesos de georreferenciación, análisis espacial y presentación cartográfica que poseen los sistemas de información geográfica son idóneos y de fácil uso para los actores interesados en la gestión de incendios forestales y la preservación del parque arqueológico, pudiendo extenderse su aplicación a otros sitios y parques arqueológicos, contando de esta manera con una herramienta de apoyo para prevenir y atender estas emergencias.

Palabras clave: Sistema de información geográfica, incendios forestales, prevención de incendios forestales, gestión de incendios forestales, Parque Arqueológico de Machupicchu.

ABSTRACT

The research developed aimed to define and describe the implementation of the Geographic Information System for the management of forest fires in the Archaeological Park of Machupicchu, Cusco. The background and importance of these actions describe the possible impacts that a forest fire produces at an environmental, economic, social, and historic level; a preliminary study and development phases of the geographic information system comprise its main characteristics and limitations. There are exposed benefits of its implementation, in addition to the selection of the system's tools compatible with the objective, the installation for its use, the collection of the necessary data, the process of the georeferenced information, the application of the necessary spatial analyses and the presentation of the new generated cartographic information. The research concludes: that the processes of georeferencing, spatial analysis, and cartographic presentation that geographic information systems have are ideal and easy to use for actors interested in the management of forest fires and the preservation of the archaeological park, and their application can be extended to other archaeological sites and parks, thus having a support tool to prevent and address these emergencies.

Keywords: Geographic information system, forest fires, forest fire prevention, forest fire management, Machupicchu Archaeological Park

I. INTRODUCCIÓN

Cuando hay presencia en el aire atmosférico de combinados químicos y biológicos perjudiciales que afectan el bienestar humano y pone en riesgo la vida y salud, se indica que hay una contaminación atmosférica, estos elementos contaminantes pueden proceder de la actividad humana como de sucesos naturales y provienen de la ocurrencia de incendios forestales. (Sandovla, Reyes y Oyarzun, 2019), más otros componentes como el cambio meteorológico, producen daños ecológicos, así como aspectos sociales y económicos que varían la calidad de vida dentro de los territorios afectados. Cuando se generan incendios forestales se produce una problemática interdisciplinaria, si existe un desconocimiento de esta interacción se tiene un impacto mayor. Las instituciones deben mejorar los procedimientos para afrontar el evento en base a un análisis interdisciplinar, para responder efectivamente y controlar los incendios forestales. (Rojas, 2017, p. 32).

Las áreas forestales son entornos complejos, la tercera parte de la superficie terrestre de nuestro planeta está cubierta por bosques (Moayedi et al., 2020), se han dañado aproximadamente 67 millones de hectáreas a nivel global desde el 2003 al 2012 (Wu et al., 2020), se puede establecer la repercusión causada por un evento de ese tipo en base al daño causado al ecosistema en la zona afectada, a la flora y fauna dentro del periferia siniestrada, así mismo la habilidad de resiliencia disminuye y se contamina los elementos hídricos de la zona (Wu, Lv y Zhang, 2019), las áreas forestales se ven dañadas por diversas causas naturales o por acciones producidas por el hombre, siendo los incendios forestales los que generan más daño (F. Wu, Lv y Zhang, 2019).

En la gestión de riesgos de desastres se deben utilizar todas las herramientas tecnológicas necesarias para prevenir, planificar, mitigar, prepararse ante probables consecuencias y alertar la proximidad de un evento. En este sentido, los Sistemas de Información Geográfica es un potente instrumento informático que brinda herramientas que podemos utilizar para analizar el espacio geográfico (Massera, 2018, p. 48).

Dentro de las causas de los incendios tenemos los incendios provocados con el propósito de preparar las tierras para el cultivo, una forma de resolver disputas, producir carbón, extraer la miel de las colmenas, cocinar o tratar de mantener el calor. (Chinamatira, 2016), aunque la mayoría se generan por causas antrópicas, algunos se producen por eventos naturales (Hesseln, 2018), los elementos de riesgo que aumentan la generación de estos eventos son: Las condiciones climatológicas y meteorológicas (Temperatura, humedad relativa, la velocidad del viento), la cobertura vegetal y las especies arbóreas, el mes. (Sevinc, Kucuk y Goltas, 2019).

Por otro lado, se sabe que la mano de obra disminuye si se decide por la quema de áreas de cultivo si contemplar que esta produce contaminación atmosférica y pérdidas de suelos que quedan deteriorados, sufren erosión, alteración en su estructura edafológica, pérdida en materia orgánica y generación de gases de efecto invernadero, gases tóxicos y material particulado, generándose un daño sobre la salud del ecosistema. (Ruiz, Wolff y Claret, 2015).

Un sistema de información geográfica junta la computación, personas e información espacial; cuya función primordial es recopilar, examinar, archivar, editar y mostrar información georreferenciada (Espinoza, 2019, p. 19), pensando en un sistema de información geográfica de un territorio, este debe contener información ambiental de manera que se permita consultar las propiedades de la zona de estudios o buscar cuales cumplen con ciertos criterios , por esto un sistema de información geográfica es una herramienta necesaria a utilizar cuando evaluamos el impacto ambiental o de ordenamiento territorial. Una característica destacada de un sistema de información geográfica es su capacidad para elaborar modelos espaciales, a partir de la integración de la información disponible, es posible inferir características nuevas del área en estudio. (Winschel, 2017, p. 70).

Obtener información confiable sobre la generación y causa de los incendios forestales permite prevenir el riesgo , concientizar a la población y a las entidades competentes sobre su responsabilidad (Chilcon y Quintana , 2018, p.11) , el desconocimiento de las causas precisas, de quien , dónde, cuándo y por qué se provocan los incendios forestales no ayuda; se debe recopilar y

analizar información relacionada a la ubicación, cantidad de incendios, duración y áreas quemadas, con esta información se puede desarrollar técnicas de prevención y planificación para enfrentar el suceso, demostrar y ordenar adecuadamente los presupuestos e implementar medidas de mitigación y prevención (Mol, 1997).

El Perú cuenta con más de 72 millones de hectáreas que están cubiertas de bosques que representa el 56,09% del territorio de estas 128 521 560 hectáreas con la viabilidad para la actividad forestal (Ministerio del Ambiente, DGEVFPN. 2015), el Perú es el noveno con mayor área de bosques naturales a nivel mundial y el segundo lugar en América del Sur, aquí habitan una gran variedad de familias silvestres de flora y fauna (Informe Nacional Perú - FAO, año 2004), frecuentemente los incendios forestales sucedidos en el Perú, son de origen antrópico, siendo las causas principales la quema de pastos y habilitación de terrenos para cultivo; 93 365.80 hectáreas han sido dañadas en los últimos cinco años; 94 239.90 hectáreas de cubierta vegetal se han destruido y 5 540.80 hectáreas de campos agrícolas. El departamento del Cusco registró 130 incidentes para ser exactos de un total de 587 incendios forestales suscitados, secundado por Puno y Apurímac respectivamente (Plan de Prevención y Reducción de Riesgos de Incendios Forestales 2012-2019, p. 7).

El Parque Arqueológico Nacional de Machupicchu es una de las áreas con más ocurrencias, siendo la causa más importante para la proliferación de incendios forestales la existencia de abundante vegetación propia de ceja de montaña. (Plan de Contingencia para Incendios Forestales de la DDC 2018, 2018, p. 10), se han dañado 1554.91 hectáreas afectadas por incendios forestales entre los años 2005 al 2009 (Plan Maestro del Santuario Histórico de Machupicchu, 2018, p. 282).

El Santuario aún sigue expuesto a daños provocados por el hombre como la disminución en la cobertura vegetal por los de incendios forestales y la incremento de la frontera agrícola (Plan Maestro del Santuario Histórico Machupicchu, 2014, p. 51), se encuentra expuesto a los incendios forestales más a menudo en el periodo de mayo a agosto debido a que en estas fechas por tradición se realiza el rose para renovar las áreas de cultivo, los agricultores

no prevén la fuerza de los vientos que expanden y avivan la quema de los residuos secos de la cosecha anterior produciendo contaminan en el medio ambiental, destrucción del hábitat y la puesta en riesgo de la zona.

El personal de la oficina de apoyo del Parque Arqueológico de Machupicchu actualmente registra la información de los incendios forestales que se suscitan cerca de la zona de estudio en una planilla y la información cartográfica es procesada con diferentes softwares licenciado como herramienta de escritorio de manera local para producir información georreferenciada y preparar los mapas necesarios, pero esa información no es distribuida mediante una intranet a todo el personal de la institución. El no tener una herramienta que pueda entregar la información de los incendios forestales a disposición de toda la entidad no permite una gestión adecuada de los incendios forestales y respuesta oportuna a la emergencia.

Actualmente el personal de la oficina de apoyo del Parque Arqueológico de Machupicchu utiliza información del Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres (SIGRID) del SERNARP e información del Sistema de Información Geográfica de Arqueología (SIGDA).

La presente investigación se justifica de manera práctica por la necesidad que tiene la Dirección Desconcentrada del Cusco del Ministerio de Cultura de tener un sistema que facilite la presentación y distribución de la información de los incendios forestales suscitados en los diferentes Parques y Sitios Arqueológicos que tienen a su cargo , en especial en el Parque Arqueológico de Machupicchu y la necesidad de preparar y distribuir esta información a través de toda la institución utilizando; de esta manera se entregara información en tiempo real necesaria y útil para definir planes de contingencia y planificar actividades de prevención.

Para dar solución a esta problemática se propuso la realización de un sistema de información geográfica que almacene, organice y distribuya la información a través de una intranet en entorno web utilizando software libre que no implique a la institución un costo en el pago de las licencias conformado por la herramienta de escritorio QGIS y el servidor de mapa de código libre

denominado QGIS Server, de esta manera se podrá entregar la información necesaria a las otras oficinas sobre los incendios forestales sucedidos en el Parque Arqueológico de Machupicchu.

A partir de la problemática de la realidad descrita, se planteó como problema general: ¿Cómo la implementación del Sistema de Información Geográfica contribuye a la Gestión de Incendios Forestales, Parque Arqueológico de Machupicchu, Cusco, 2021?, A partir del problema general se plantean los siguientes problemas específicos: ¿De qué manera la información georreferenciada mejora la gestión de los incendios forestales del Parque Arqueológico de Machupicchu, Cusco, 2021?, ¿Cuál es el análisis de datos espaciales que influye en la gestión de los incendios forestales del Parque Arqueológico de Machupicchu, Cusco, 2021? y ¿Cómo la generación de cartografía especializada mejora la gestión de los incendios forestales del Parque Arqueológico de Machupicchu, Cusco, 2021?.

Como objetivo general para la presente investigación tenemos: Determinar que el sistema de información geográfica mejora la gestión de los incendios forestales del Parque Arqueológico de Machupicchu, Cusco, 2021 y como objetivos específicos: Analizar si la información georreferenciada mejora la gestión de los incendios forestales del Parque Arqueológico de Machupicchu, Cusco, 2021, identificar si el análisis de datos espaciales influye la gestión de los incendios forestales del Parque Arqueológico de Machupicchu, Cusco, 2021 y establecer si la generación cartográfica especializada influye en la gestión de los incendios forestales del Parque Arqueológico de Machupicchu, Cusco, 2021.

De acuerdo al presente estudio se tiene como hipótesis general: El sistema de información geográfica mejora significativamente la gestión de los incendios forestales del Parque Arqueológico de Machupicchu, Cusco, 2021 y las hipótesis específicas siguientes: La información georreferenciada influye en la gestión de los incendios forestales del Parque Arqueológico de Machupicchu, Cusco, 2021, el análisis de datos espaciales influye en la gestión de los incendios forestales del Parque Arqueológico de Machupicchu, Cusco, 2021 y la generación cartográfica permite la gestión de los incendios forestales del Parque Arqueológico de Machupicchu, Cusco, 2021.

II. MARCO TEORICO

Boateng, Yakubu (2016), realizaron el modelado de riesgo de incendios en el área forestal de Goaso en Ghana utilizando sistemas de información geográfica y sensores remotos, en la investigación identificaron que una de las zonas forestales de Ghana con un alto nivel de incendios forestales es el área forestal de Goaso. El área ha experimentado cambios en el uso tradicional de la tierra, como la caza, la producción de carbón, prácticas de tala ineficientes y patrones de abandono rural. Estos factores fueron identificados como las causas más importantes para la generación de los incendios forestales que han modificado la incidencia de los incendios en el área de Goaso. A pesar de la incidencia de incendios forestales los servicios forestales no brindan una representación cartográfica de las áreas quemadas. Esto ha dado lugar a que la unidad de extinción de incendios de la FCG requiera una cantidad significativa de información para comprender los factores de riesgo de incendios y sus efectos espaciales.

Matin, Mir A., Vishwas Sudhir Chitale, Manchiraju S. R. Murthy, Kabir Uddin, Birendra Bajracharya, and Sudip Pradhan. (2017) realizaron la investigación para comprender los patrones y el riesgo de incendios forestales en Nepal utilizando datos históricos de incendios, sistemas de información geográfica y sensores remotos. Analizaron los patrones de incendios forestales en función de los datos históricos de incidencia de incendios para explorar los patrones espaciales y temporales de los incendios forestales en Nepal.

İlker Atmaca, Özge Işık Pekkan, Mehtap Özenen Kavlak, Yavuz Selim Tunca, Saye Nihan Çabuk. (2022), realizaron el modelado del riesgo de incendios forestales mediante regresión logística y sistemas de información geográfica en la provincia de Muğla (Ugla), donde indican que, en Turquía, 192.734 hectáreas de superficie forestal han resultado dañadas por 46.669 incendios forestales en los últimos 20 años. Donde la causa principal que identificaron es la negligencia. Por ello, para disminuir la frecuencia de los incendios forestales y prever daños, determinaron zonas con riesgo de incendio, en este estudio se utilizó la regresión logística (LR) y los sistemas de información geográfica (GIS) para modelar el riesgo de incendios forestales para la provincia de Milas en Muğla.

Considerando las características topográficas, datos de rodales y datos culturales, se investigó la relación de estos factores con la ocurrencia de incendios. Los análisis de precisión de la estimación del riesgo de incendio con LR y los riesgos de incendio de áreas con diferentes propiedades se examinaron mediante la característica operativa del receptor (ROC) y la prueba de Hosmer-Lemeshow.

Negassa, M. D, Mallie, D. T, Gameda, D. O (2020); realizaron la detección de cambios en la cubierta forestal utilizando sistemas de información geográfica y métodos de teledetección, un estudio espacio-temporal en el área prioritaria de bosques protegidos de Komto, zona de East Wollega en Etiopía.; Komto Forest es uno de los bosques naturales remanentes que se encuentran en el distrito de Guto Gida de la zona de East Wollega, influenciado por el cambio de cobertura del suelo (LULCC), este bosque se ha ido reduciendo a un ritmo alarmante. Se detectó el cambio de cobertura del suelo y se analizó las fuerzas impulsoras para respaldar los procesos de toma de decisiones. Se examinó la variación en la dinámica de la cubierta forestal durante el período 1991-2012 usando la imagen Landsat TM de 1991, ETM + de 2002 y OLI-TIRS de 2019.

Arisanty, Muhaimin, Rosadi, Saputra, Hastuti y Rajiani (2021), investigaron los patrones espaciotemporales de áreas quemadas a partir de sistema de información geográfica para monitorear el riesgo de incendios en Indonesia, observaron que los incendios forestales y terrestres ocurren todos los años en Indonesia y que los esfuerzos para manejarlos no han sido óptimos porque los incendios ocurren en demasiados lugares con patrones y densidades poco claros. El estudio analizó los patrones espaciotemporales de las áreas quemadas y la densidad del fuego en áreas propensas a incendios en Indonesia. Los datos de las áreas quemadas se tomaron del sistema Karhutla Monitoring System (KSM) un sistema de información geográfica de la Agencia de Meteorología, Climatología y Geofísica (BMKG), se recopiló datos de imágenes de la NOAA (Administración Nacional Oceánica y Atmosférica). Los datos se examinaron mediante el análisis de puntos calientes para determinar los patrones espaciotemporales de las áreas quemadas y el análisis de densidad kernel para examinar la densidad de los incendios terrestres.

Karimi, Abdollahi, Ostad-Ali-Askari. Singh, Eslamian y Heidarian (2018) , realizaron una revisión estructurada sobre la evaluación de modelos y factores efectivos obtenidos de teledetección y sistema de información geográfica para la predicción del peligro de incendios forestales; en esta investigación, se realizaron búsquedas estructurales en las bases de datos en iraní e inglés utilizando las palabras clave modelización del riesgo de incendios, riesgo de incendios, predicción del riesgo de incendios y detección remota recuperándose información entre 1995-2017 aplicado a las predicciones del riesgo de incendio en el área de los sistemas de información geográfica y de la teledetección. Posteriormente los datos de modelado y zonificación de predicción de riesgo de incendio fueron extraídos y analizados de manera descriptiva.

Bravo, Carbajal, Gallardo, Morales y Cruz (2020), investigaron la utilización de los SIG para el análisis e interpretación de anomalías térmicas de la región costa-sierra occidental de Jalisco, México, el objetivo fue analizar la información de los incendios forestales en el área de estudio obtenida utilizando los sistemas de información geográfica; primero se identificó los puntos de calor con imágenes satelitales AVHRR y MODIS , después se realizó la identificación del lugar en el cual se ubicaron, la presentación , la entrega de los datos y al final se vinculó con los sistemas meteorológicos presentes en el instante del incendio forestal , asimismo se contrastó los registros de incendios entre el 2015 al 2018.

Navazo, Nieto y Moreno (2015), analizaron los incendios forestales usando la teledetección y los sistemas de información geográfica en Sierra de Gata, este estudio se basa en el gran incendio suscitado en agosto del 2015 en Extremadura porque se estima que produjo el deterioro de más de 7 000 ha de cubierta forestal como informo oficialmente el Gobierno de Extremadura. Se realizó la demarcación del espacio quemado desde imágenes Landsat 8 aplicando seis métodos y luego se comparó con los datos oficiales proporcionados por el Servicio de Prevención y Extinción de Incendios Forestales de Extremadura (INFOEX), asimismo para obtener la intensidad del incendio , la dureza de los perjuicios causados en la vegetación , realizar la evaluación de la actividad fotosintética de la flora antes y después del evento y evaluar la regeneración temprana de la flora se utilizaron los siguientes índices

espectrales: Índice de Diferencia Temporal Infrarroja (TDII), Ratio Normalizado de Área Quemada (NBR) e Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI).

Korchagina, Goleva, Savchenko, Yuliya, Bozhikov (2020), en el artículo, los autores consideran la necesidad de utilizar sistemas de información geográfica y datos de zonificación para realizar un mejor y más efectivo monitoreo forestal, cada planta de nuestro planeta tiene la capacidad de reflejar o absorber ondas de luz. Como tecnología para el monitoreo de bosques se utiliza el método de visualización del índice de vegetación normalizado (NDVI), que también se denomina índice relativo de vegetación. Hoy en día, NDVI es el índice más común para resolver problemas utilizando estimaciones cuantitativas de la cubierta vegetal. Cada rango de valores es capaz de identificar un objeto específico. Todos los valores espectrales se almacenan en una base de datos especial y están inextricablemente vinculados con las coordenadas en el mapa resultante. Los archivos con mapas y valores espectrales están en formato HDF. Las imágenes de satélite que le permiten trabajar con el índice NDVI se crean utilizando varios instrumentos, uno de los cuales es un sensor de imagen de exploración: el espectro radiómetro MODIS. La introducción de la tecnología propuesta aumentará significativamente la movilidad y la eficacia del seguimiento. La implementación de los resultados de la teledetección en el análisis del estado de los bosques con base en el uso del índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) se basa en la interconexión de las estimaciones de superficie y la interpretación analítica de las imágenes de satélite. El usuario tiene la oportunidad de seleccionar el formato del archivo exportado, así como resaltar la sección deseada del área observada. Se filtran los espectros necesarios para encontrar NDVI y otros índices de vegetación.

Prathap, Akhter Ali, Kamraju (2019), mencionan que el uso y la cobertura del suelo es un componente importante para comprender la interacción de las actividades humanas con el medio ambiente. El mapeo de cambios en el uso de la tierra/cobertura terrestre (LULC) a escalas regionales es esencial para una amplia gama de aplicaciones, incluidos deslizamientos de tierra, erosión, planificación de la tierra, calentamiento global, etc. La alteración de LULC

(basada especialmente en actividades humanas) afecta negativamente los patrones del clima, los patrones de los peligros naturales y la dinámica socioeconómica a escala global y local. El bosque reservado de Lankamalla es un bosque denso en los alrededores de Kadapa y su extensión geográfica es de 498,67 km². En los últimos tiempos, la teledetección y el sistema de información geográfica son beneficiosos para evaluar el uso de la tierra y el análisis de datos de la cubierta terrestre. La teledetección se considera una fuente de datos significativa para fines de monitoreo forestal y se ha utilizado ampliamente para monitorear la deforestación. LANDSAT 8 (OLI) de 2014 y 2018 se descargaron de USGS Earth Explorer para analizar las tendencias en la deforestación y los cambios en la cobertura del suelo en el uso de la tierra en el bosque de Lankamalla y sus alrededores. En el pre procesamiento de imágenes, se ha realizado una clasificación supervisada para clasificar las imágenes en varias clases de uso del suelo utilizando herramientas de procesamiento digital de imágenes. El área de estudio se clasifica en 1. Bosque denso, 2. Bosque caducifolio, 3. Terreno agrícola, 4. Cuerpos de agua y 5. Terreno baldío. La tierra agrícola se subdivide nuevamente en tres clases a. tierra de cultivo, b. Tierra en barbecho y c. Plantación.

Souza Lima, Martins, Paollineli Reis, Pereira Torres (2016), el objetivo de este estudio fue producir un mapa de susceptibilidad a incendios en la vegetación, ubicada en la faja urbana de la ciudad de Ubá (Matto Grosso, Brasil), utilizando información relacionada con el relieve, el uso y la cobertura del suelo. Este mapeo servirá como herramienta para el establecimiento de políticas públicas de prevención, actuando en la concientización del poder público, así como medidas de control en las zonas de mayor susceptibilidad, el mapa se realizó utilizando el software ArcGIS 10.1 para generar los mapas de uso, ocupación, pendiente y orientación. Estos mapas se superpusieron, lo que permitió determinar las áreas más susceptibles a los incendios.

Gai, Weng, Yuan (2011) manifiestan que los incendios forestales son un desastre habitual en la vida real, que causan enormes pérdidas de vidas, propiedades y ecología; en este estudio se presenta un modelo de evaluación de riesgos para identificar, clasificar y mapear áreas de riesgo de incendios

forestales. Este modelo considera tres partes, la caracterización de los peligros, el estudio de vulnerabilidad y el análisis de capacidad de respuesta a emergencias. La primera parte se concentra en varios factores que influyen en los incendios forestales, incluyendo la topografía, la meteorología y el uso del suelo donde se ubica el bosque. La segunda parte está compuesta por la densidad de población y el valor de los recursos forestales. La capacidad de respuesta a incendios forestales, incluida la brigada de incendios forestales, la torre de vigilancia y la fuente de agua para helicópteros, es la tercera parte. A través del procedimiento de análisis espacial, se deriva el riesgo de incendio forestal que va de mayor a menor, según su sensibilidad al fuego o capacidad de inducción de incendios. El análisis espacial se utiliza para combinar algunos factores de influencia únicos en los mapas de riesgo para mostrar el mapa total de riesgo de incendio. El peso de cada factor se determina mediante el análisis de la relatividad de Gray (GRA). Este modelo se ilustra con un estudio de caso de riesgo de incendio forestal en un área de China. Se sugiere que el mapeo de riesgos es útil para la gestión de incendios forestales para minimizar el peligro de incendios forestales.

Molina (2017), desarrollo la línea base de información geográfica para el sistema para la gestión y manejo de incidentes por incendios forestales, Región Chorotega, Costa Rica, la región del Bosque Seco en el noroeste de Costa Rica por los tipos topográficos, climáticos y de vegetación, es más propensa a incendios forestales, entre 1998 hasta 2017 en esta área se registró el 76,88 % del total de superficie afectada por estos eventos. La información geográfica necesaria fue identificada de manera conjunta entre la Comisión Nacional de Incendios Forestales (CONIFOR) y el Comité Técnico de Incendios Forestales (COTENA). Se diseñó un modo de recaudación de información geográfica para brindar al personal del SINAC un método de campo para organizar datos de manera normalizada a aplicar en todo Costa Rica, la información georreferencia se almaceno de manera estandarizada y ordenada; se creó 50 capas generadas utilizando los datos espaciales recopilados, se le dio una presentación y se archivó en el índice de datos , se agregó adicionalmente 6 capas de otras entidades y 33 enlazadas desde el geo portal del SNIT (Servicio Nacional de Información Territorial de Costa Rica). También el Sistema Nacional de Áreas

de Conservación (SINAC) facilitó al personal una aplicación para gestionar los incidentes de incendios forestales con información especial existente y actualizada de las Áreas de Conservación Guanacaste, Tempisque y Arenal – Tempisque.

Los sistemas de información geográfica, permiten el análisis, visualización y manipulación de información geográfica, permiten el análisis espacial de lo que acontece en la superficie terrestre aplicándose en la interpretación de algunos fenómenos. Permite diversos usos desde la recopilación, comprensión de los recursos naturales, la programación y ordenamiento de territorios hasta las aplicaciones de geomarketing. (Pérez 2016, p. 18).

Un sistema de información geográfica puede entenderse como una parte de la realidad representando en un modelo referenciado a coordenadas mundiales y brinda información concreta en base a las necesidades de estudio. (Segovia, 2016, p. 12), es un conjunto de técnicas que combina equipos informáticos, programa de computador, personal y procesos, que nos permiten realizar la captura, archivamiento, gestión, estudio y presentación de datos geo referenciados de manera gráfica y alfanumérica para diferentes aplicaciones en distintos espacios de la industria. (Cisterna, 2017, p. 5), permite vincular datos con una ubicación geográfica, esto facilita presentar en un mapa recursos, edificaciones, localidades, otros datos de los gobiernos locales, regionales o nacionales (Mejía, 2017, p. 22); puede ser usado con diferentes fines como: Arqueología, geografía histórica, cartografía, gestión de recursos y activos, evaluación de impacto ambiental, indagaciones científicas, planificación urbana, sociografía, mercadeo , logística (Segovia, 2016, p. 12), también se puede precisar que los sistemas de información geográfica son herramientas eficaces en el estudio de escenarios, planes de acción frente a una variedad de alternativas y herramienta de soporte para toma de decisiones; se puede utilizar en todos los niveles de gestión de la información donde se requiere investigar, ya que presenta a los colaboradores la información con la cuenta la organización (Chambilla, 2019, p. 26).



Figura 1 - Componentes del Sistema de Información Geográfica
Fuente: Elaboración Propia

La georreferenciación es un procedimiento usual dentro del sistema de información geográfica que se aplica a objetos vectoriales que representan objetos físicos (puntos, líneas, poli línea y polígonos) y objetos raster (imágenes), este procedimiento permite ubicar espacialmente un elemento en una localización geográfica específica en un sistema de coordenadas y una referencia geográfica definida sobre un elipsoide o geoide (Datum) concretos , es un procedimiento necesario en el análisis de datos geoespaciales, permite la correcta ubicación de los datos espaciales en el mapa, admite la apropiada integración y comparación de datos procedentes de diferentes sistemas de coordenadas, podrán integrarse tras un proceso de transformación de coordenadas.

Los análisis espaciales y el geo procesamiento nos permiten procesar y analizar datos geográficos y alfanuméricos generando nueva información cartográfica útil para los sistemas de información geográfica y el propósito para los que están siendo utilizados.

Los mapas son el medio para que los sistemas de información geográfica presenten la información cartográfica procesada y analizada, estos documentos

pueden tener un saluda físico es decir impresos o distribuidos de manera digital en una página web mediante un servidor de mapas para que sean consultados.

Los incendios forestales se originan por la quema del follaje a partir de una ignición cuyo origen puede ser antrópico o natural. Se define como incendio forestal a la expansión libre del fuego sobre la superficie terrestre que encuentra a su paso cultivos, pastos árboles y arbustos (Plana, Font, & Serra, 2016, p. 7), se define también como el fuego que afecta la vegetación en bosques naturales o cualquier otro ecosistema vegetal; generado por fuentes inducidas o naturales, con un evento y propagación no controlada. (Plan de Contingencia para Incendios Forestales de la DDC, 2018, p. 25), frecuentemente se utiliza de forma confusa fuego e incendio, el primero es la emisión de calor y luz producto del a combustión y el otro una expresión del mismo, ósea un evento de fuego no controlado. Para que se provoque se requiere un origen de calor que puede ser la irradiación solar, del inflamable que procede de la follaje forestal y su progreso obedece al oxígeno que está disponible en el ambiente (López, 2009), el tipo de combustible permite diferenciar los incendios urbanos, forestales o agrícolas (Plana, Font, & Serra, 2016, p. 7), estos eventos logran afectar áreas pequeñas como grandes extensiones, produciendo varios efectos al ecosistema, composición de la biodiversidad, como también a los bienes y servicios relacionados como el agua subterránea, captura de carbono, emisión de oxígeno, alimentación, recreación y en procesos globales a través de las emisiones aportan al cambio climático mundial. (Plan de Contingencia para Incendios Forestales de la DDC, 2018, p. 25).

III. METODOLOGIA

3.1. Tipo de investigación

Esta es una investigación cuantitativa, según Molina (2015, p.12). La investigación cuantitativa se inclina hacia el método científico para la generación de los conocimientos. El fin de este tipo de investigación es que se pueda validar la tesis, relacionar las variables y formar un juicio formalizado y extensivo a una población. Las técnicas tienen como particularidad una gran organización e integridad; hay especificaciones acerca de las acciones e instrumentos.

Y es del tipo aplicada por cuanto se busca implementar un sistema de información geográfica que servirá para la gestión de los incendios forestales en el Parque Arqueológico de Machupicchu. Para Estaban (2018, pag 3) se llama aplicada porque sobre un estudio elemental se plantean problemas o hipótesis de investigación para encontrar y proponer soluciones a las dificultades actividades que realiza la sociedad, también se denomina tecnológica, puesto que el resultado no es solo conocimiento, sino incluye información especializada.

El diseño de la investigación es descriptivo, según Hernández, Fernández y Baptista (2010, citado Mousalli-Kayat, G, 2015 p. 15) indican que las investigaciones descriptivas pretenden explicar las características, las propiedades y los procesos o cualquiera otra manifestación que está sujeto a estudio. Únicamente procura evaluar o recopilar datos de forma individual o en grupo sobre los conceptos o las variables, el fin no es demostrar cómo se pertenecen estas.

3.2. Variables y operacionalización:

Variable 1 (V1)

Sistema de Información geográfica.

Es un conjunto de técnicas que combina equipos informáticos, programa de computador, personal y procesos, que nos permiten realizar la captura, archivamiento, gestión, estudio y presentación de datos geo referenciados

de manera gráfica y alfanumérica para diferentes aplicaciones en distintos espacios de la industria. (Cisterna, 2017, p. 5).

Para la definición de esta variable se ha determinado los siguientes indicadores que se visualizan en la siguiente tabla:

Dimensiones	Indicador	Índice
Información georreferenciada	El sistema dispone de las herramientas para georreferenciar la información recolectada.	SI/NO
Análisis de datos espaciales	El sistema dispone de las herramientas para analizar los datos espaciales.	SI/NO
Generación cartográfica	El sistema dispone de las herramientas para generar cartográfica.	SI/NO

Tabla 1 - Sistemas de Información Geográfica (Variable 1)
Fuente: Elaboración Propia

Variable 2 (V2)

Gestión de Incendios Forestales.

Gestión es la acción de recopilar, ordenar, registrar, consultar, analizar y reportar la información de los incendios forestales.

Para la definición de esta variable se ha determinado los siguientes indicadores los cuales se visualizan en la siguiente tabla:

Dimensiones	Indicador	Unidad
Extensión	1. Área	Hectáreas (ha)
	2. Porcentaje del Área del Parque Arqueológico	%
Estado	a. Evaluación de la flora afectada	Si/No
	b. Evaluación de la fauna afectada	
	c. Evaluación del estado de los cuerpos de agua	
	d. Evaluación del estado de los suelos	
Susceptibilidad	a. Cobertura	Tipo
	b. Susceptibilidad a incendios	Factores condicionantes /desencadenantes
	c. Área	Hectáreas (ha)
	d. Porcentaje del Área del Parque Arqueológico	%

Tabla 2 - Incendios Forestales (Variable 2)
Fuente: Elaboración Propia

La matriz se encuentra en el Anexo 2. Matriz de Operacionalización de Variables.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

Es la colección de sujetos, procedimientos o datos de un estudio sobre el cual se quiere estandarizar los resultados de la investigación. Están caracterizados por propiedades comunes que los agrupa y estas también permite diferenciarlos (Chavez, 2007, p.162).

La población a ser utilizada son los incendios forestales suscitados en la jurisdicción del Parque Arqueológico de Machupicchu, Cusco.

Muestra

La muestra permite desarrollar los resultados de un estudio, es una clasificación de componentes dentro de la población como un subconjunto (Lopez, 2004, p.71).

La muestra manipulada en esta investigación son los incendios forestales suscitados en la jurisdicción del Parque Arqueológico de Machupicchu, Cusco en el año 2021.

Muestreo

Es un instrumento que nos permite adquirir una muestra característica, el muestreo por conveniencia permite elegir las muestras porque son viables para el investigador. Esta técnica es posiblemente la práctica de muestreo más frecuente, es considerada barata, liviana y rápida. (Lopez, 2004, p.69).

Sabiendo que es no probabilística por conveniencia se requirió la caracterización de las incidencias que se registran en el sistema.

Unidad de análisis

Es el objeto, procedimiento o información de interés en un estudio, es susceptible a ser medido (Hernández, 2010, p.117). son los elementos o datos a ser medidos y se les aplicará el instrumento de medición (Hernández, 2014, p.183).

Las unidades de estudio son los incendios forestales suscitados en la jurisdicción del Parque Arqueológico de Machupicchu, Cusco en el año 2021.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Son las instrucciones e instrumentos, mediante los que se podrá recopilar la información que se necesitan para confrontar o demostrar las hipótesis del estudio (Ñaupas, et al. 2014, p. 201).

Técnica

Los datos recolectados o secundarios citados así por otros investigadores, involucra la revisión de diferentes fuentes como: Archivos, documentos, registros físicos o digitales (Hernández, Mendoza, 2018, p. 206).

En este estudio se recopiló datos secundarios de las siguientes entidades:

- Portal web del Instituto Geográfico Nacional (IGN).
- Sistema de Información Nacional para la Respuesta y Rehabilitación (SINPAD).
- Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres (SIGRID) del SERNARP.
- Sistema de Información Geográfica de Arqueología (SIGDA) del Ministerio de Cultura.
- Geo servidor del Ministerio del Ambiente (MIMAM).

Instrumentos de procesado y presentación de la información.

Es donde se archiva los datos observables que constituyen los conceptos o variables que el investigador pretende utilizar. Ya que al evaluar normalizamos y ponderamos los datos. (Hernández, Mendoza, 2018, p. 228).

Evaluación de las herramientas a utilizar

Se realizó mediante una matriz de evaluación de instrumento que me permitió determinar la herramienta SIG de escritorio y la herramienta SIG para publicación y distribución en internet que nos permita procesar la información cartográfica a utilizar en el sistema de información geográfica, así como la que vamos a utilizar para la distribución, y publicación del mapa de los incendios forestales, esta matriz fue validada por el juicio de expertos:

MATRIZ DE EVALUACION DE INSTRUMENTO - HERRAMIENTA SIG DE ESCRITORIO

HERRAMIENTA SIG DE ESCRITORIO	PESO MAXIMO	PESO MINIMO	ARCGIS	MAP 3D	QGIS
1.- GEOREFERENCIACION	40	10			
1.1.- PERMITE INPORTAR DATOS VECTORIALES DESDE DIFERENTES FORMATOS CON LOS QUE PODAMOS CREAR EL MAPA BASE DONDE UBICAR LOS INCENDIOS FORESTALES (DWG , SHP).	10	2	Permite importar gran cantidad de información en datos vectoriales, incluyen importación desde DWG, SHP es su formato nativo. CALIFICACION: 10	Permite importar gran cantidad de información en datos vectoriales, incluyen importación de archivos SHP, DWG es su formato nativo. CALIFICACION: 10	Permite importar una infinidad de datos vectoriales y raster, importa DWG y SHP sin ningún inconveniente. CALIFICACION: 10
1.2.- PERMITE INTEGRAR EN UN SOLO MAPA LA INFORMACION ESPACIAL QUE TIENE DIFERENTES SISTEMAS DE COORDENADAS CREAR EL MAPA BASE DONDE UBICAR LOS INCENDIOS FORESTALES.	10	2	Integra en un solo mapa información en SHP desde diferentes fuentes con diferentes sistemas de coordenadas. CALIFICACION: 7	Integra en un solo mapa información desde diferentes fuentes, con diferentes formatos, con diferentes sistemas de coordenadas. CALIFICACION: 10	Integra en un solo mapa información en SHP desde diferentes fuentes con diferentes sistemas de coordenadas. CALIFICACION: 8
1.3.- PERMITE ASIGNAR Y TRANSFORMAR LA INFORMACION DE UN SISTEMA DE COORDENADAS A OTRO EN EL CASO QUE LA INFORMACION RECOPIADA SE ENCUENTRE EN DIFERENTES SISTEMAS DE COORDENADAS.	10	2	Se puede asignar y realizar la transformación de un sistema de coordenadas a otro. CALIFICACION: 10	Se puede asignar y realizar la transformación de un sistema de coordenadas a otro. CALIFICACION: 10	Se puede asignar y realizar la transformación de un sistema de coordenadas a otro. CALIFICACION: 10
1.4.-PERMITE DIBUJAR Y EDITAR ELEMENTOS GEOREFERENCIADOS QUE REPRESENTENTE EL FOCO DEL INCENDIO FORESTAL.	10	2	Se puede dibujar y editar elementos georreferenciados. CALIFICACION: 8	Se puede dibujar y editar elementos georreferenciados utilizando las herramientas de precisión con las que cuenta AutoCAD. CALIFICACION: 10	Se puede dibujar y editar elementos georreferenciados CALIFICACION: 8
1.5.- PERMITE EXPORTAR DATOS A FORMATOS DWG Y SHP CON UN NUEVO SISTEMA DE COORDENADAS PARA SER PUBLICADOS EN UN SERVIDOR DE MAPAS WEB.	10	2	Permite exportar datos vectoriales en formato DWG y SHP con nuevos sistemas de coordenadas. CALIFICACION: 10	Permite exportar datos vectoriales en formato DWG y SHP con nuevos sistemas de coordenadas. CALIFICACION: 10	Permite exportar datos vectoriales en formato DWG y SHP con nuevos sistemas de coordenadas. CALIFICACION: 10
			45	50	46
2.- ANALISIS	40	10			
2.1.- PERMITE MODIFICAR LA ESTRUCTURA DE LA TABLA DE DATOS ALFANUMERICA ADJUNTA A LA INFORMACION ESPACIAL PARA AGREGAR PROPIEDADES Y CARACTERISTICAS EN LA CAPA CORRESPONDIENTES A LOS INCENDIOS FORESTALES.	10	3	Permite editar la estructura y los datos de la tabla DBF adjunta al archivo SHP de manera directa. CALIFICACION: 10	Permite editar la estructura y los datos de la tabla DBF adjunta al archivo SHP previa exportación a formato SDF y posterior exportación a SHP. CALIFICACION: 8	Permite editar la estructura y los datos de la tabla DBF adjunta al archivo SHP de manera directa. CALIFICACION: 10

2.2.- PERMITE REALIZAR ANALISIS TOPOLOGICOS Y GEOESPACIALES (BUFFER) CON CARTOGRAFIA BASE Y LA CAPA CORRESPONDIENTES A LOS INCENDIOS FORESTALES.	20	4	Realiza análisis espaciales, la cantidad de análisis es extensa, lo malo es que varias de las herramientas requieren una licencia adicional. CALIFICACION: 9	Realiza análisis espaciales con archivos DWG y SHP, la cantidad de análisis espaciales es limitado. CALIFICACION: 7	Realiza análisis espaciales, la cantidad de análisis es extensa. CALIFICACION: 10
2.3.- PERMITE GENERAR NUEVAS CAPAS CON LOS DATOS RESULTANTES DE AREA DE INCIDENCIA DESDE ANALISIS ESPACIALES BASADOS EN LA CAPA DE INCENDIOS FORESTALES.	10	3	Se puede generar nuevas capas en formato SHP como resultado de los análisis geoespaciales. CALIFICACION: 8	Se puede generar nuevas capas en formato SHP y DWG como resultado de los análisis geoespaciales. CALIFICACION: 10	Se puede generar nuevas capas en formato SHP como resultado de los análisis geoespaciales. CALIFICACION: 8
			27	25	28
3.- COSTOS	20	5			
3.1.- CUENTA CON LICENCIA COMERCIAL O ES SOFTWARE LIBRE PARA UTILIZAR LAS HERRAMIENTAS EN LA INVESTIGACION.	20	5	Tiene licencia comercial con costo aproximado de US\$ 4,000 dólares (S/. 15,200 no incluye IGV TC. Referencial S/3.80 por US\$), costo por estación de trabajo del tipo perpetuo. CALIFICACION: 5	Tiene licencia comercial con costo aproximado de US\$ 1,775 dólares (S/. 6,745 no incluye IGV TC. Referencial S/3.80 por US\$), costo por mantenimiento anual. CALIFICACION: 10	Cuenta con licencia de software libre cero costo CALIFICACION: 20
			5	10	20
TOTAL CALIFICACION HERRAMIENTA SIG DE ESCRITORIO			77	85	94

Tabla 3 - Matriz de Evaluación de Instrumentos - Herramienta SIG de Escritorio
Fuente: Elaboración Propia

MATRIZ DE EVALUACION DE INSTRUMENTO HERRAMIENTA SIG PARA PUBLICACION Y DISTRIBUCION POR UNA INTRANET					
HERRAMIENTA SIG PARA PUBLICACION Y DISTRIBUCION POR UNA INTRANET	PESO	PESO	MAPSERVER	GEOSERVER	QGIS SERVER
3.- VERSATILIDAD	50	0			
3.1- CUENTA CON UN SERVIDOR DE MAPAS PARA DISTRIBUIR LAS INFORMACION DE CARTOGRAFIA BASE Y UBICACIÓN DE LOS INCENDIOS FORESTALES POR UNA INTRANET.	25	0	Si cuenta con un servidor de mapas web que puede ser instalado sobre los servidores web que se ejecutan en Windows, Linux o Mac. CALIFICACION: 20	Si cuenta con un servidor de mapas web que puede ser instalado sobre los servidores web que se ejecutan en Windows, Linux o Mac CALIFICACION: 25	Si cuenta con un servidor de mapas web que puede ser instalado sobre los servidores web que se ejecutan en Windows, Linux. CALIFICACION: 15
3.2.- CUENTA CON UNA HERRAMIENTA CLIENTE PARA PODER PREPARAR Y EDITAR LOS MAPAS CON CARTOGRAFIA BASE Y UBICACIÓN DE LOS INCENDIOS FORESTALES QUE SE PUBLICARAN.	25	0	No cuenta con una herramienta cliente para preparar los mapas antes de ser publicados, hay que publicarlos mediante código o utilizando los formularios del servidor. CALIFICACION: 0	Cuenta con una herramienta denominada Geo Explorer que permite configurar, dar estilos y prepara los mapas para su publicación, es de difícil acceso. CALIFICACION: 15	Permite la publicación directa del mapa desde la aplicación de escritorio QGIS para una correcta actualización de la información presentada y distribuida. CALIFICACION: 25
			20	40	40
4.- PRESENTACION	50	10			
4.1.- PERMITE MOSTRAR EL MAPA DE CARTOGRAFIA BASE Y UBICACIÓN DE LOS INCENDIOS FORESTALES EN UN NAVEGAR DE INTERNET (GOOGLE CHROME , EDGE , MOZILLA)	25	5	Permite presentar mapas en navegadores de internet como Google Chrome, Mozilla, etc. CALIFICACION: 25	Permite presentar mapas en navegadores de internet como Google Chrome, Mozilla, etc. CALIFICACION: 25	Permite presentar mapas en navegadores de internet como Google Chrome, Mozilla, etc. CALIFICACION: 25
4.2.- PERMITE CONSULTAR E IMPRIMIR INFORMACION DEL MAPA DE CARTOGRAFIA BASE Y UBICACIÓN DE LOS INCENDIOS FORESTALES POR UNA INTRANET.	25	5	Presenta mapas, permite la consulta de la información y se puede imprimir; la configuración se realiza por las páginas del servidor o por código, se requiere conocimientos avanzados de programación. CALIFICACION: 15	Presenta mapas, permite la consulta de la información y se puede imprimir; la configuración se realiza por las páginas del servidor o por código, se requiere conocimientos avanzados de programación. CALIFICACION: 20	Presenta mapas, permite la consulta de la información y se puede imprimirla; configuración se realiza utilizando la aplicación de escritorio QGIS. CALIFICACION: 25
			35	45	50
TOTAL CALIFICACION HERRAMIENTA SIG PARA PUBLICACION Y DISTRIBUCION EN INTRANET			55	85	90

Tabla 4 - Matriz de Evaluación de Instrumentos - Herramienta SIG para Publicación y Distribución por una intranet
Fuente: Elaboración Propia

Escogiéndose la herramienta para escritorio a QGIS 3.24.2, software libre para georreferenciar, integrar, editar información alfanumérica, agregar y analizar la información cartográfica con la prepararemos los datos que se utilizara para generar el mapa con cartografía base y ubicación de los incendios forestales que se presentaran median el servidor de mapas web.

Se escogió la herramienta SIG para publicación y distribución en internet a QGIS Server 3.24.2 como servidor de mapas web para que se pueda publicar la información mediante una intranet, por ser una herramienta de software libre y cuenta con las herramientas para publicación directa desde la herramienta SIG de escritorio QGIS 3.24.2

La validación de instrumentos se encuentra en el Anexo 3. Validación de Instrumentos.

3.5. Validez y confiabilidad

La eficacia del instrumento se establecerá por medio del juicio de expertos, proceso que incluye la validez de las características del instrumento que corresponde a la investigación. La validación es el consentimiento de un instrumento de medición, permite la aplicación del instrumento para evaluar la evidencia que es carácter de estudio.

El instrumento se sujeta a la valoración de investigadores y expertos, quienes examinarán la capacidad de este para valorar todas las variables a medir (Ñaupas, et al., 2014, p. 376), un instrumento es confiable si los resultados son coherentes y consistentes (Hernández, et al., 2014, p. 200).

La base teórica de cada variable, dimensión e indicador debe desprenderse de los artículos científicos indexados y libros, deben organizarse en orden de prioridad. (Dirección de Investigación UCV Lima Este, 2019, p.16.).

Se utilizará el nivel de confianza del 80%.

3.6. Procedimientos

Ubicación de la zona de trabajo

La zona de estudios está ubicada en el departamento de Cusco, provincia de Urubamba, en el distrito de Machupicchu. En el decreto D.S. 001-81-AA (08/01/81) se indica que el Santuario Histórico de Machupicchu posteriormente denominado Parque Arqueológico de Machupicchu, comprende un área de 32 592 hectáreas, con las siguientes coordenadas:

COORDENADAS		
	LONGITUD OESTE	LATITUD SUR
LÍMITE INFERIOR	72° 30' 5"	13° 10' 19"
LÍMITE SUPERIOR	72° 36' 33"	13° 14' 00"

Tabla 5 - Coordenadas PAMP
(Plan Maestro del Santuario Histórico de Machupicchu 2015 – 2019).

En la partida electrónica 02012700 del registro de propiedad y legajo Nro. 291 de fecha 10/07/1997 con asiento 02, ficha 17699 que se encuentra en Registros Públicos, las coordenadas geográficas indicadas líneas arriba varían de las presentadas en la memoria descriptiva y el mapa de inscripción (Plan Maestro del Santuario Histórico de Machupicchu 2015 – 2019, p. 16).

En el Plan Maestro del Santuario Histórico de Machupicchu 2004 – 2005 realizado por el Instituto Nacional de Cultura Sede Cusco, después de un trabajo de georreferenciación indica que el área del Santuario Histórico de Machupicchu es de 38 448.106 hectáreas con un perímetro de 116 031 metros (Plan Maestro del Santuario Histórico de Machupicchu 2015 – 2019, p. 16).

Actualmente el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNARP) utilizando tecnologías de mayor precisión, ha permitido establecer un área de 37 302.58 hectáreas y un perímetro de 99 178.07 metros (Plan de prevención y reducción del riesgo de desastres frente a incendios forestales en el Santuario Histórico de Machupicchu al 2022, p. 7).

En el visor del Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres (SIGRID) se puede verificar la siguiente información cartográfica:

	Este	Oeste	Norte	Sur
Santuario Histórico de Machupicchu	783596.00	783596.00	8551134.00	8520073.00
Zona de Amortiguamiento	794312.00	749218.00	569171.00	8503275.00

Tabla 6 - Coordenadas Santuario Histórico de Machupicchu

Fuente: Plan de prevención y reducción del riesgo de desastres frente a incendios forestales en el Santuario Histórico de Machupicchu al 2022

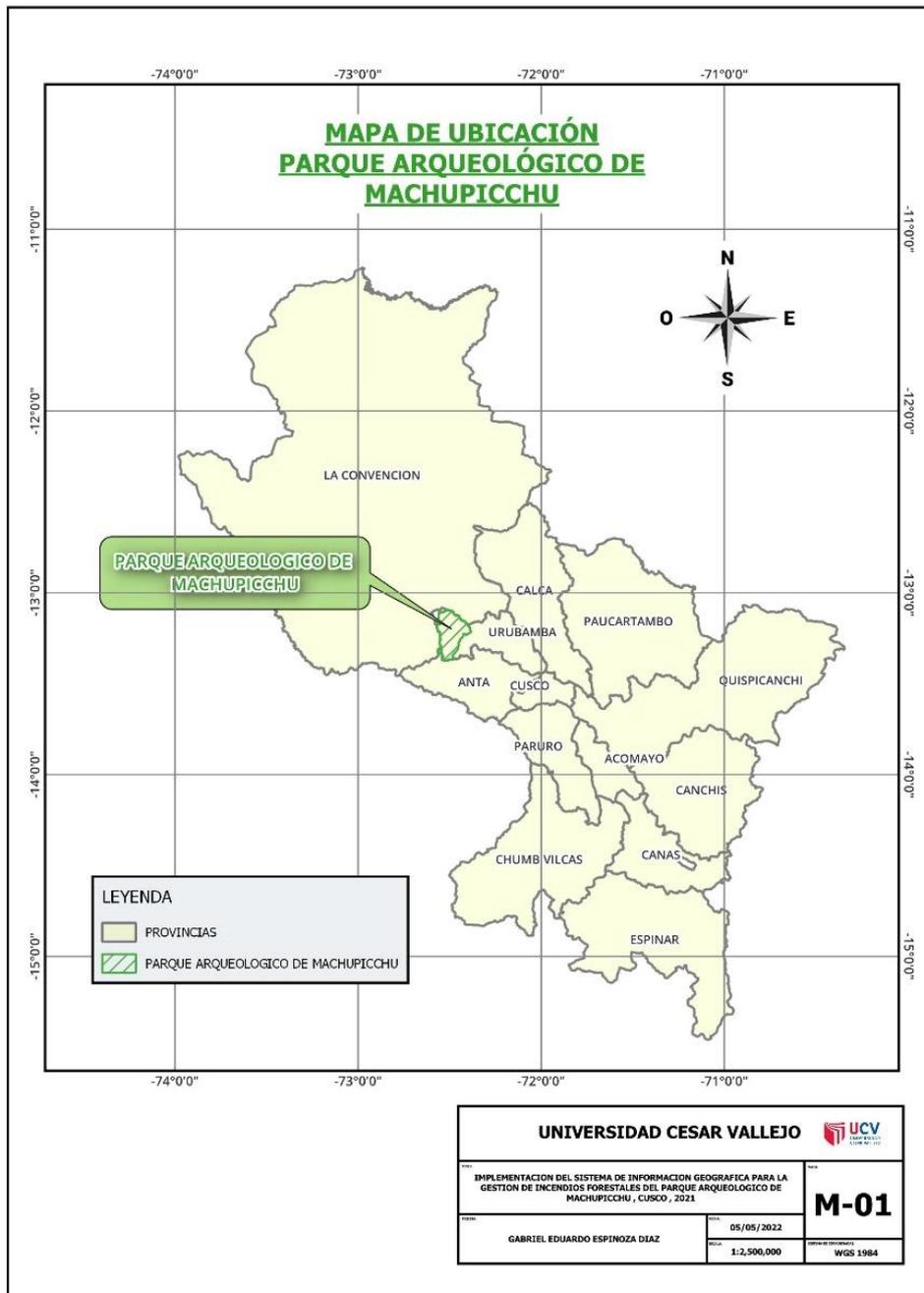


Figura 2 - Mapa de Ubicación del PAM
Fuente: Elaboración Propia

Para desarrollar el sistema de información geográfica para la gestión de los incendios forestales, hemos seguido el siguiente proceso.



Figura 3 - Fases de la implementación
Fuente: Elaboración Propia

Fase preliminar

Esquema del sistema de información geográfica para la gestión de los incendios forestales.

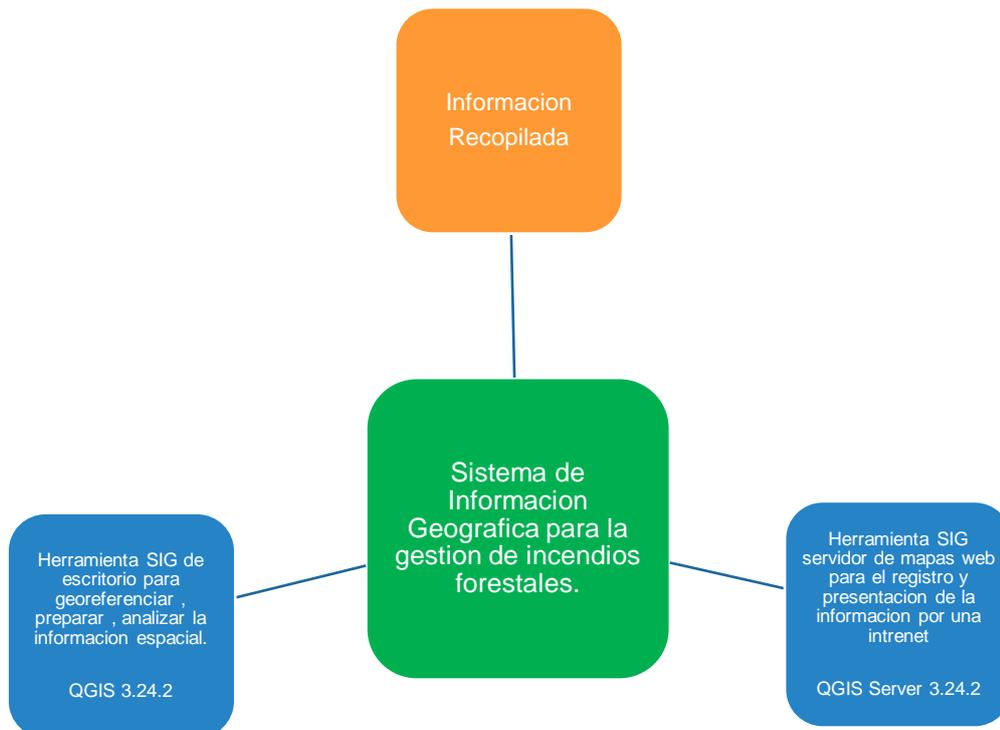


Figura 4 - Sistema de Información Geográfica para la Gestión de Incendios Forestales
Fuente: Elaboración Propia

Descarga e Instalación el software QGIS

a. Ingresar a la página de descarga de QGIS.

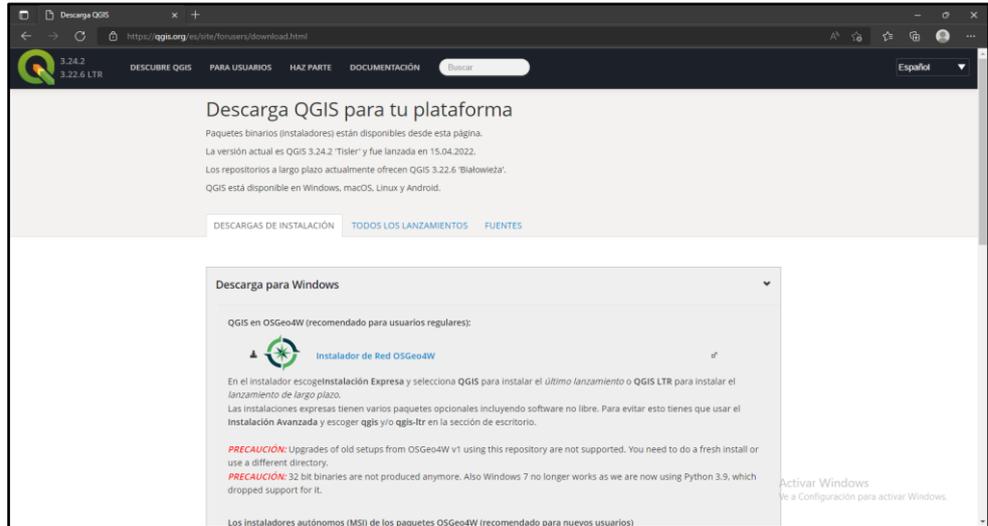


Figura 5 - Pagina de descarga QGIS

b. Escoger la opción QGIS Versión Instalador Autónomo 3.24.2

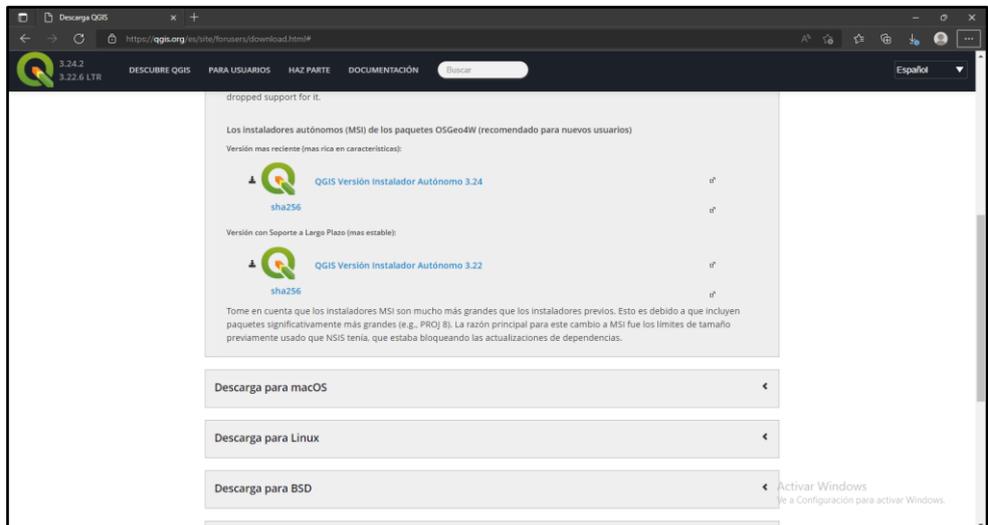


Figura 6 - Pagina para escoger versión de QGIS

- c. Se puede donar para que se mantenga el desarrollo e investigación del software QGIS y otras herramientas.

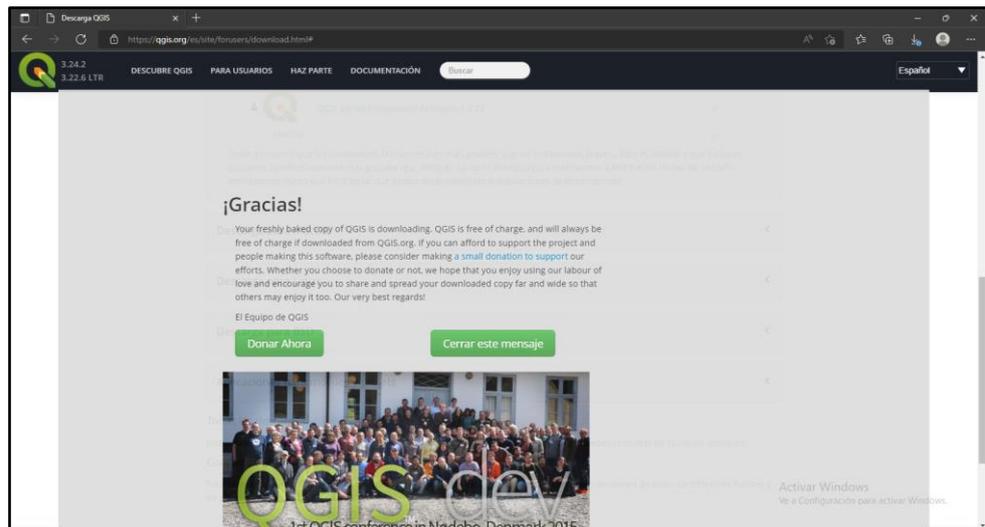


Figura 7 - Pagina de donaciones Proyecto QGIS

- d. Ejecutamos el instalador del software QGIS.

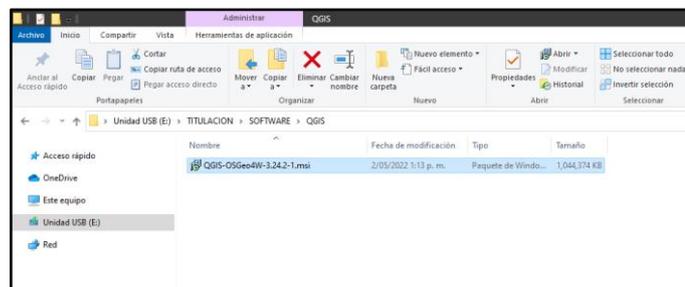


Figura 8 - Explorador de Archivos , ejecución del instalador de QGIS

- e. Se está ejecutando el instalador de QGIS.



Figura 9 - Ventana Instalador QGIS

f. Aceptamos la licencia de uso de software libre de QGIS.

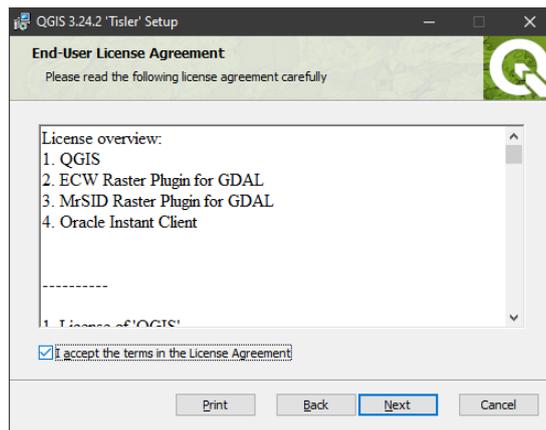


Figura 10 - Ventana Licencia de Usuario Final

g. Aceptamos la ubicación por defecto para la instalación.

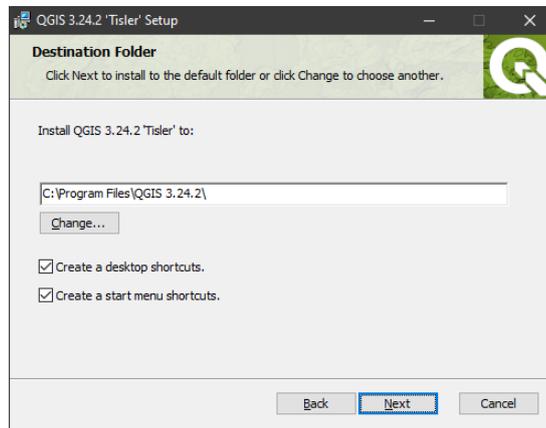


Figura 11 - Ventana Carpeta de Destino

h. Iniciamos la instalación.

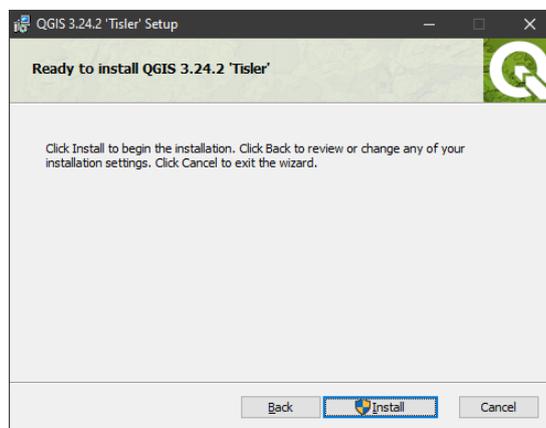


Figura 12 - Ventana Inicio de Instalación

i. Instalación en ejecución.

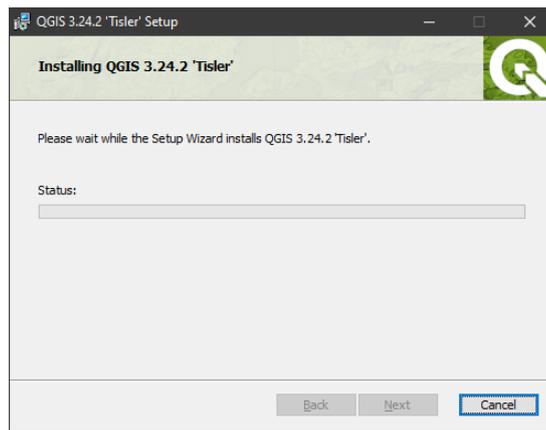


Figura 13 - Ventana Proceso de Instalación

j. Instalación terminada.



Figura 14 - Ventana Instalación Finalizada

Descarga, instalación y configuración de QGIS Server

a. Instalación de requisitos previos a la instalación de QGIS Server.

- Instalar XAMPP (Escoger Apache, PHP, phpMyAdmin).

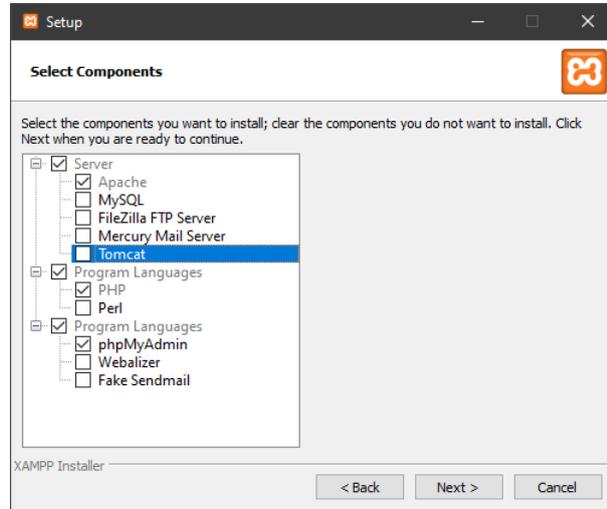


Figura 15 - Ventana de componentes a instalar con XAMPP

- Verificar la ejecución de Apache después de la instalación de XAMPP.

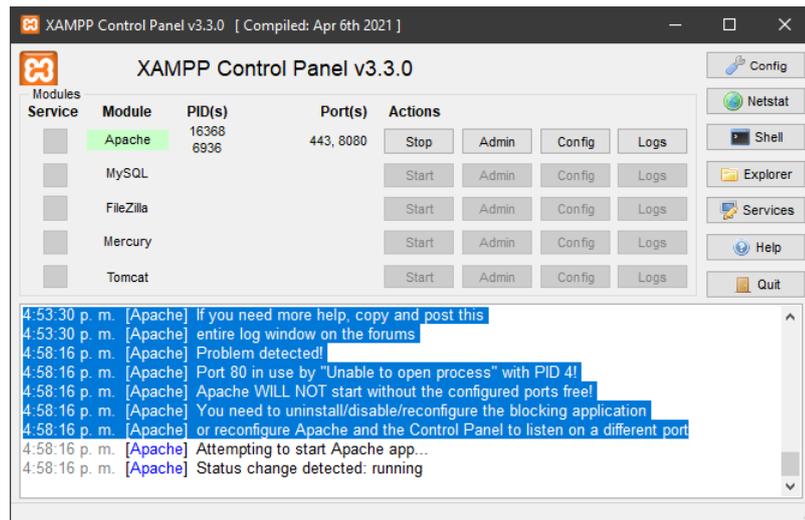


Figura 16 - Panel de Control XAMPP para monitorear Apache

b. Descarga de QGIS Server vía OSGEO4W.

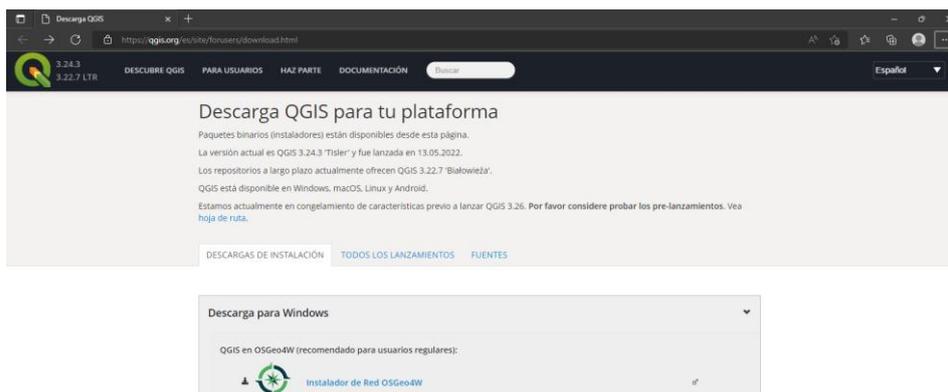


Figura 17 - Pagina de Descarga QGIS Server

c. Instalación de QGIS Server.

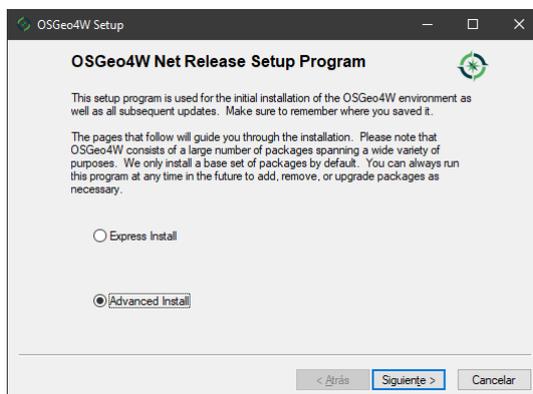


Figura 18 - Ventana de Configuración de Instalación OSGEO4W

d. Escoger tipo de instalación.

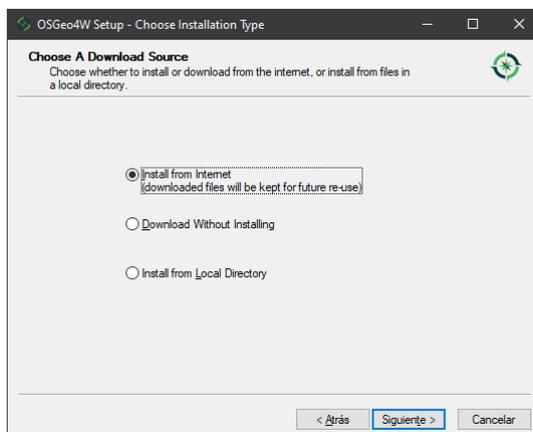


Figura 19 - Ventana Tipo de Instalación

e. Aceptar directorio temporal para paquetes.

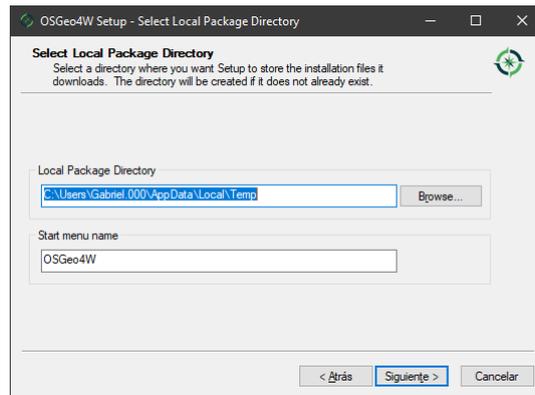


Figura 20 - Ventana Directorio de Paquetes

f. Seleccionar tipo de configuración.

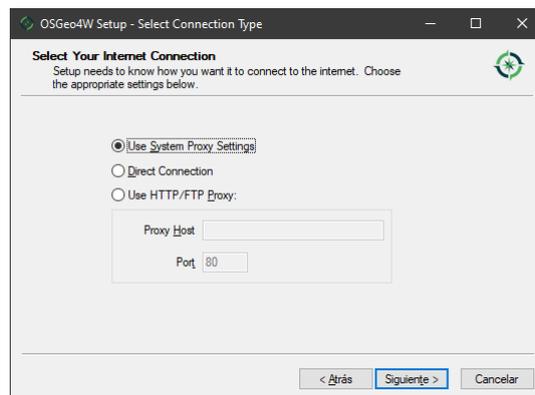


Figura 21 - Ventana Tipo de Configuración

g. Seleccionar servidor de descarga

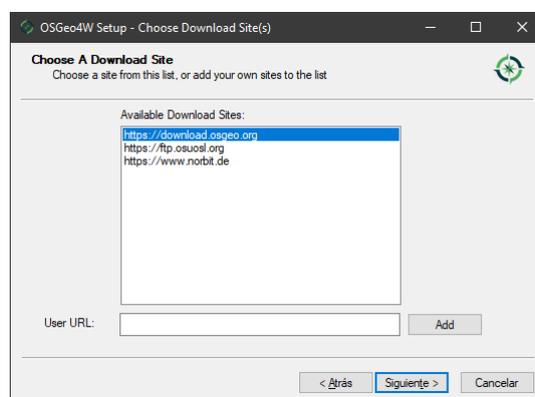


Figura 22 - Ventana Servidor de Descarga

h. Seleccionar QGIS Server 3.24.2 para instalar.

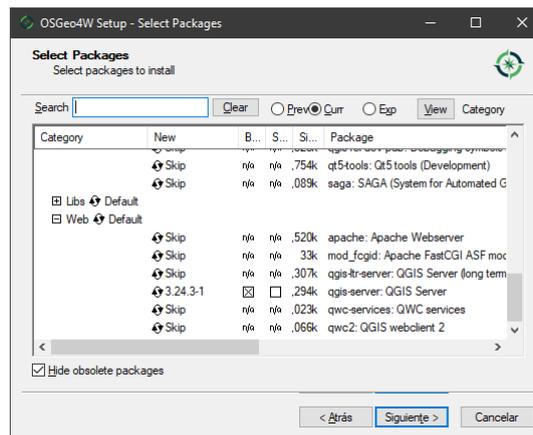


Figura 23 - Ventana Seleccionar de paquetes

i. Aceptar dependencias a resolver.

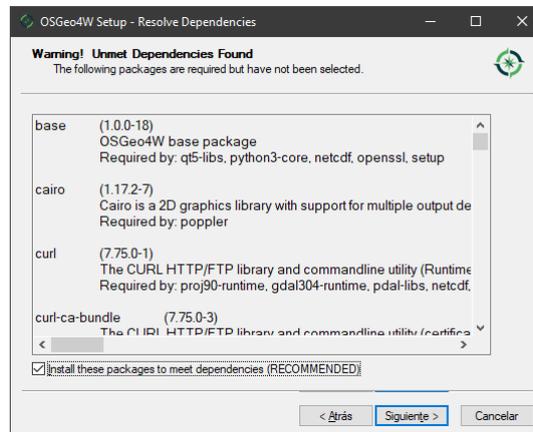


Figura 24 - Ventana Resolver dependencias

j. Instalación en proceso.

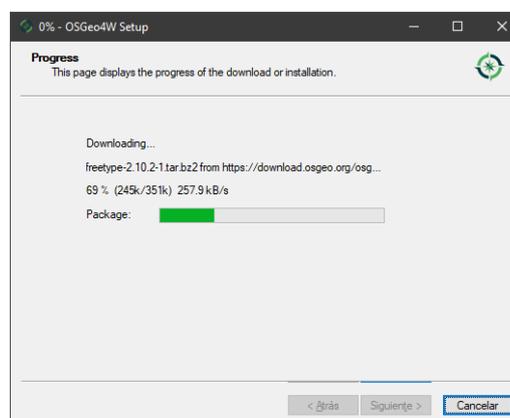


Figura 25 - Ventana Instalación en Progreso

k. Instalación finalizada.

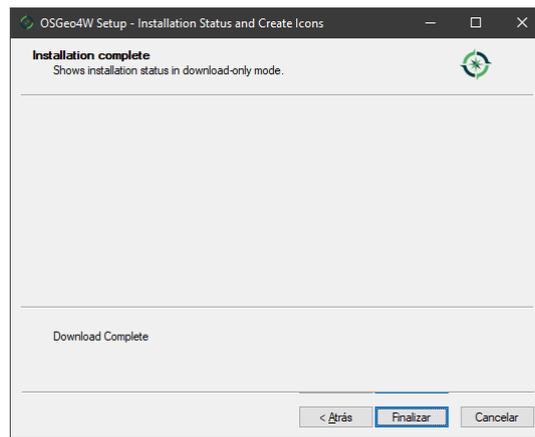


Figura 26 - Ventana Instalación Finalizada

Recopilación de la información

- a. Se recopiló información cartográfica publicada en el portal web del Instituto Geográfico Nacional (IGN).

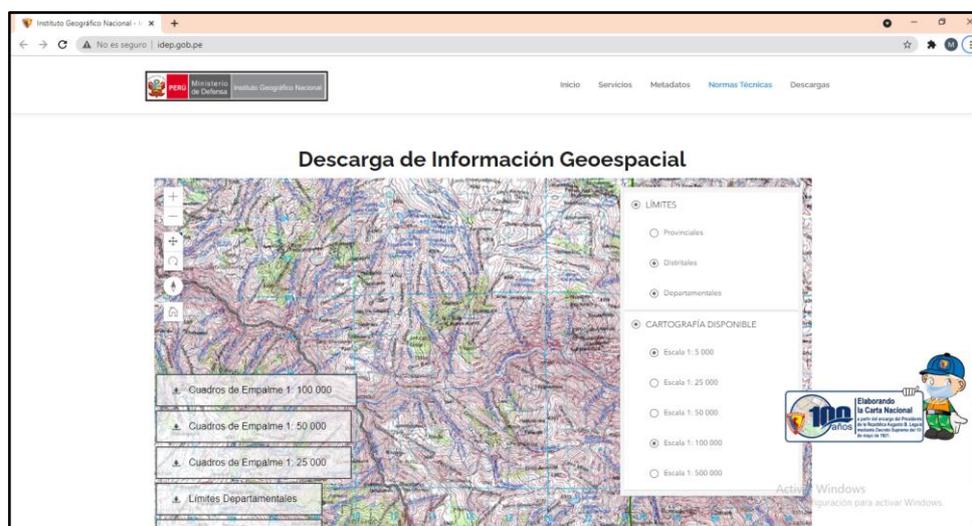


Figura 27 - Página de descarga de datos del Instituto Geográfico Nacional

INFORMACION DESCARGADA			
CONTENIDO	DESCRIPCION	SISTEMA DE COORDENADAS	TIPO DE DATO
DISTRITOS.shp	Límites Distritales	WGS_1984	Vectorial - Shape
PROVINCIAS.shp	Límites Provinciales	WGS_1984	Vectorial - Shape
CP_P.shp	Centros Poblados	WGS_1984	Vectorial - Shape

Tabla 7 - Datos Recopilados IGN
Fuente: Elaboración propia

- b. Se recopiló información alfanumérica desde el Sistema de Información Nacional para la Respuesta y Rehabilitación (SINPAD).

Lista de Emergencias

Código Sinpad: CUSCO | Departamento: CUSCO | Provincia: URUBAMBA | Distrito: MACHUPICCHU | Tipo Evento: EMERGENCIA | Nivel: TODOS | Estado: TODOS

Código Sinpad	Tipo de Evento	Peligro principal	Departamento / Provincia / Distrito	Fecha y hora del evento	Nivel de la emergencia	Estado	Opciones
148791	EMERGENCIA	EROSION FLUVIAL	CUSCO / URUBAMBA / MACHUPICCHU	14/02/2022 05:02	NIVEL 1	CERRADO	
148153	EMERGENCIA	DERRUMBE CERROS	CUSCO / URUBAMBA / MACHUPICCHU	04/02/2022 05:02	NIVEL 1	CERRADO	
147388	EMERGENCIA	HUAYCOS	CUSCO / URUBAMBA / MACHUPICCHU	21/01/2022 06:01	NIVEL 1	ACTIVO	
145226	EMERGENCIA	HUAYCOS	CUSCO / URUBAMBA / MACHUPICCHU	24/11/2021 08:11	NIVEL 1	CERRADO	
141276	EMERGENCIA	INCENDIOS FORESTALES	CUSCO / URUBAMBA / MACHUPICCHU	26/07/2021 14:07	NIVEL 1	CERRADO	
138105	EMERGENCIA	DERRUMBE CERROS	CUSCO / URUBAMBA / MACHUPICCHU	11/04/2021 05:04	NIVEL 1	CERRADO	
129584	EMERGENCIA	INCENDIOS FORESTALES	CUSCO / URUBAMBA / MACHUPICCHU	26/10/2020 08:10	NIVEL 0	CERRADO	
129937	EMERGENCIA	INCENDIOS FORESTALES	CUSCO / URUBAMBA / MACHUPICCHU	08/10/2020 11:10	NIVEL 0	CERRADO	
128936	EMERGENCIA	INCENDIOS FORESTALES	CUSCO / URUBAMBA / MACHUPICCHU	08/10/2020 11:10	NIVEL 0	CERRADO	
128678	EMERGENCIA	INCENDIOS FORESTALES	CUSCO / URUBAMBA / MACHUPICCHU	01/10/2020 15:10	NIVEL 0	CERRADO	

Figura 28 - Página de Consulta de Eventos SINPAD

INDECI **REPORTE SINPAD**

EVALUACIÓN NRO.: 1

CÓDIGO SINPAD: 128937

TIPO DE PELIGRO: INCENDIOS FORESTALES

HECHOS: INCENDIO FORESTAL ACONTECIDO EN EL SECTOR DE INTIHUATANA CERRO EL CALVARIO DISTRITO DE MACHUPICCHU PROVINCIA DE URUBAMBA DEPARTAMENTO DEL CUSCO
HORA DE LA EMERGENCIA: 10: 45 AM

UBICACIÓN: CUSCO / URUBAMBA / MACHUPICCHU

1. INFORMACIÓN GENERAL

1.1 Zona afectada:
Departamento / Provincia / Distrito / Localidad

1.2 Condiciones climáticas de la zona afectada para la asistencia en el momento del reporte

1.3 Ruta de acceso sugerida para llegar a la zona afectada
Via de transporte: Tiempo estimado de llegada

Tipo de vehículo: Ruta principal

Lugar de partida: Ruta alterna

2.0 DAÑOS A LA VIDA Y A LA SALUD DE LA PERSONA

2.1 Población (damnificada y afectada) con respecto al daño en las viviendas

Localidad	Número de Familias			Número de Personas		
	Afecta.	Damnificas.	Total	Afecta.	Damnificas.	Total
-	0	0	0	0	0	0
Total de daños por vivienda:	0	0	0	0	0	0
Total de daños por Medios de Vida:	0	-	0	0	-	0
Total General:	0	0	0	0	0	0

GESTIÓN DE FUNCIONARIOS

Registrado por: PINARES LECHUGA, JORGE ALEJANDRO | Pertenec a: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MACHUPICCHU

Revisado por:

Aprobado por:

Figura 29 - Reporte SINPAD

- c. Se recopiló información alfanumérica desde el Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres (SIGRID) del SERNARP.

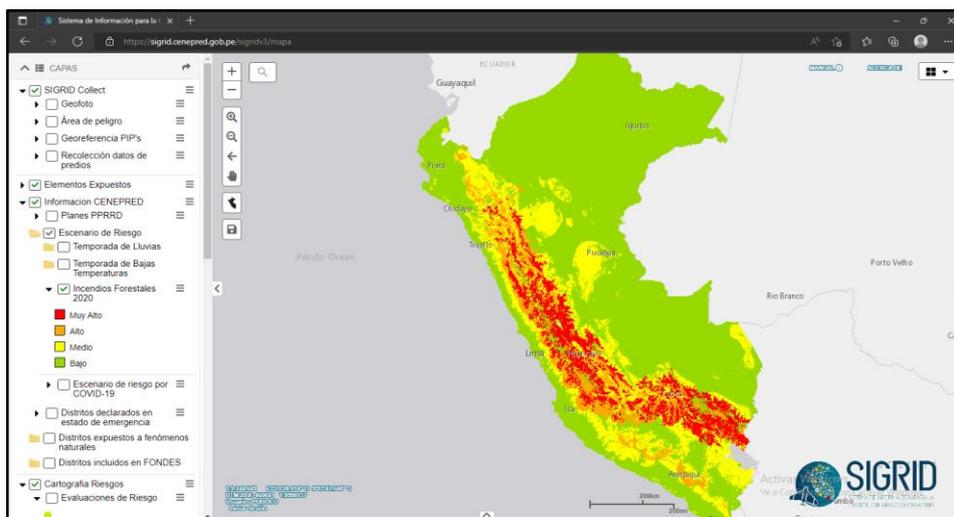


Figura 30 - Sistema para la Gestión del Riesgo de Desastres (SIGRID)

- d. Se recopiló información espacial desde el Sistema de Información Geográfica de Arqueología (SIGDA) del Ministerio de Cultura.

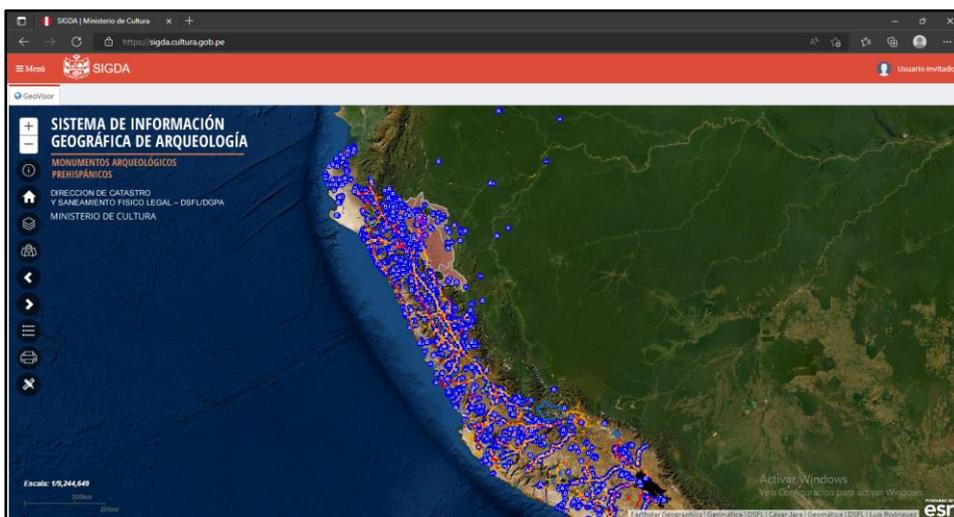


Figura 31 - Sistema de Información Geográfica de Arqueología (SIGDA)

INFORMACION DESCARGADA			
CONTENIDO	DESCRIPCION	SISTEMA DE COORDENADAS	TIPO DE DATO
declarados.shp	Monumentos Declarados	WGS_1984	Vectorial - Shape
delimitados.shp	Monumentos Delimitados	WGS_1984	Vectorial - Shape

Tabla 8 - Datos Recopilados SIGDA
Fuente: Elaboración propia

- e. Se recopiló información espacial del Geo servidor del Ministerio del Ambiente (MIMAM) referente a los incendios forestales suscitados entre los años 2019 al 2021.



Figura 32 - Geo servidor del Ministerio del Ambiente (MIMAM)

INFORMACION DESCARGADA			
CONTENIDO	DESCRIPCION	SISTEMA DE COORDENADAS	TIPO DE DATO
INCENDIOS FORESTALES 2020	Incendios Forestales	WGS_1984	Vectorial - Shape

Tabla 9 - Datos Recopilados MINAM
Fuente: Elaboración propia

Fase de procesado

- a. El sistema de coordenadas para la georreferenciación de los datos a ser utilizados en la elaboración del mapa base para el sistema de información geográfica, es el siguiente:

SISTEMA DE COORDENADAS
UTM84-18S

- b. Creación de un nuevo archivo en QGIS.

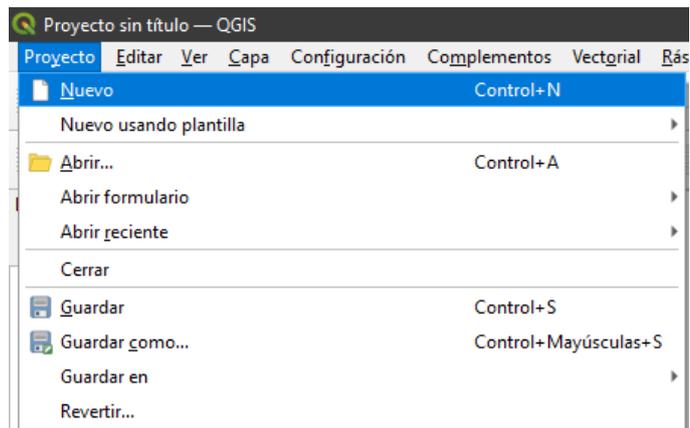


Figura 33 - Crear nuevo proyecto de QGIS

- c. Asignar el sistema de coordenadas correspondiente.

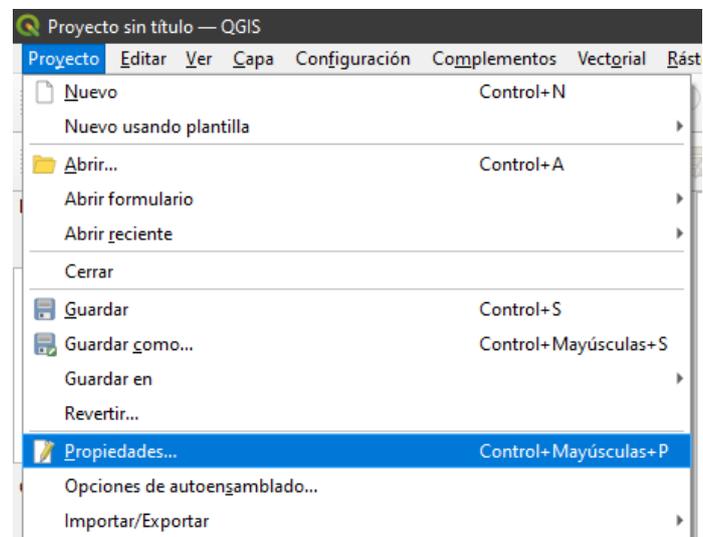


Figura 34 - Configurar las propiedades del proyecto

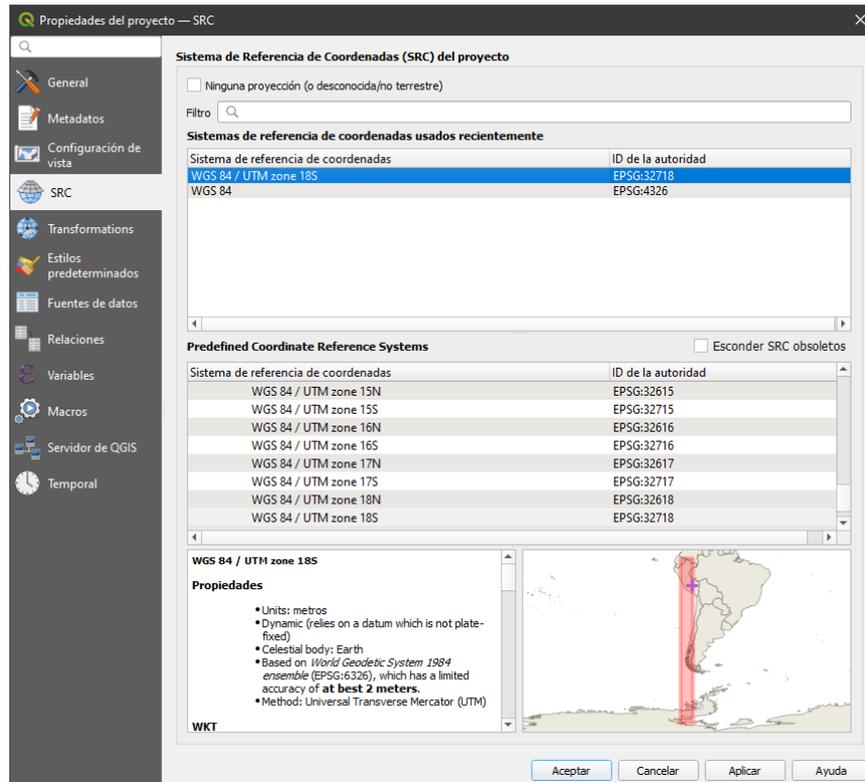


Figura 35 - Configurar sistema de coordenadas

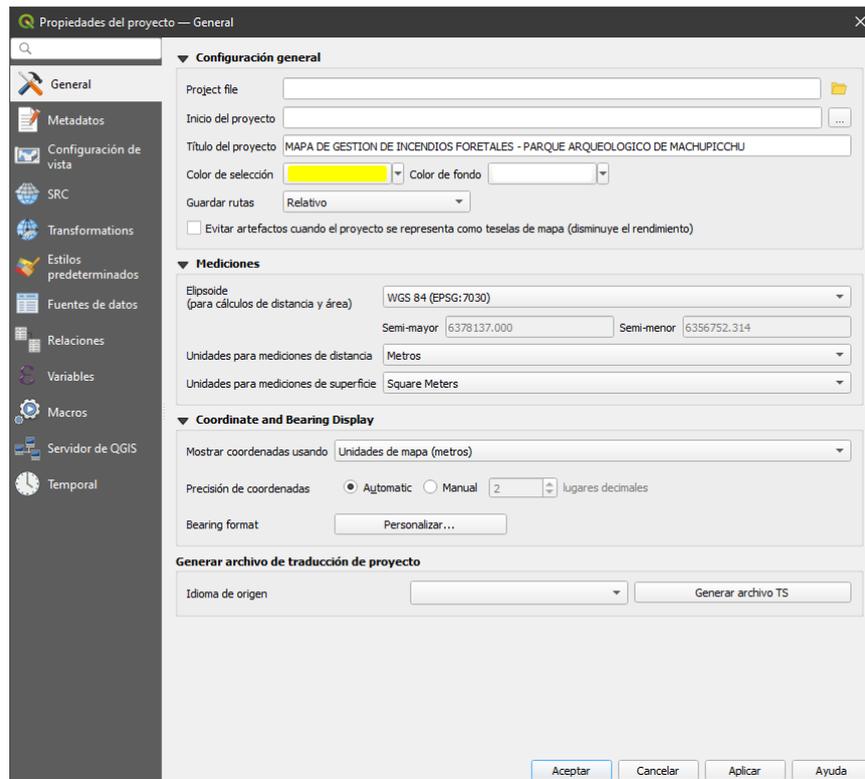


Figura 36 - Configuraciones generales del proyecto

- d. Agregar una capa de datos vectoriales para generar la cartografía base.

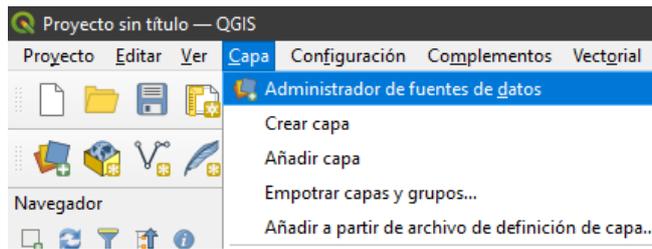


Figura 37 - Agregar capas al proyecto

- e. Agregar una capa de datos vectoriales para generar la cartografía base.

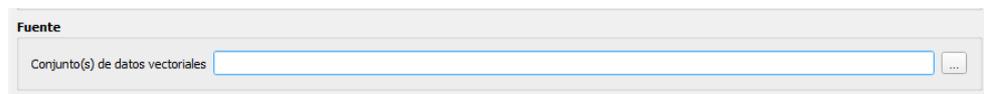


Figura 38 - Buscar el archivo SHP para generar la capa

- f. Escoger el archivo Provincias con formato SHP para agregar al mapa.

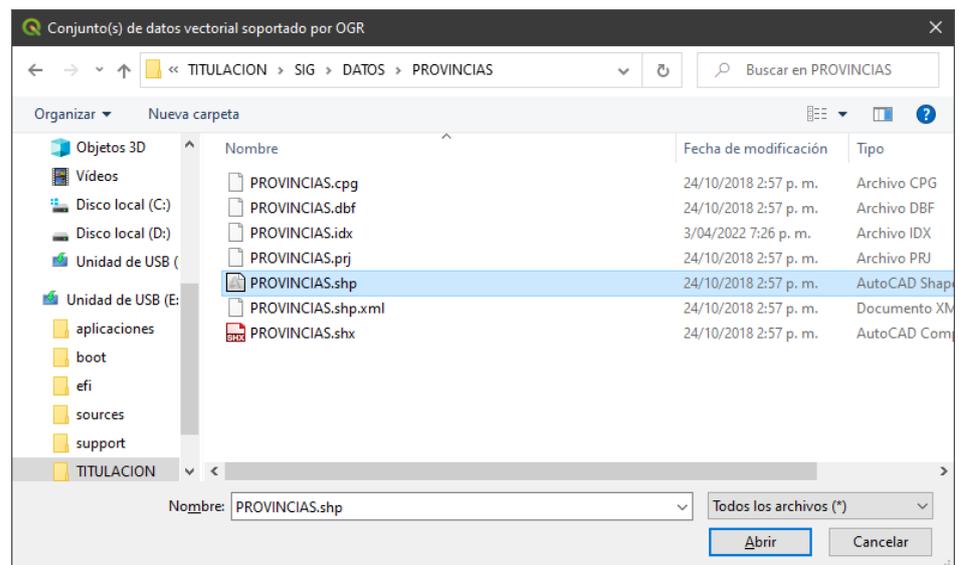


Figura 39 - Seleccionar el archivo SHP correspondiente

- g. Verificación de la configuración de la adición de la capa, presionar **Añadir**

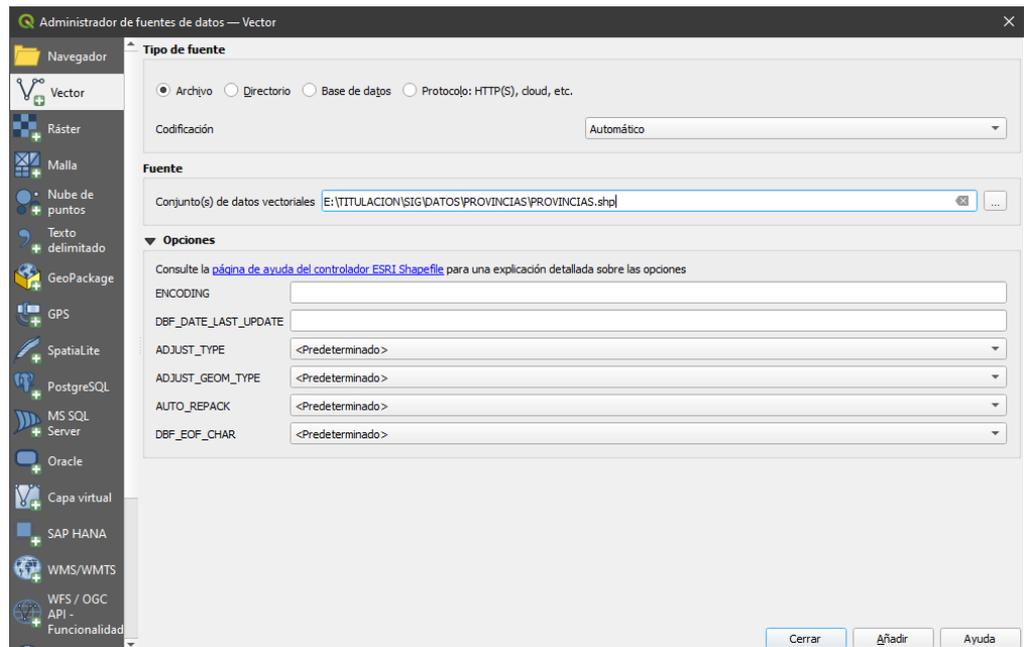


Figura 40 - Aceptar la configuración por defecto para la capa

- h. Datos agregados al mapa.

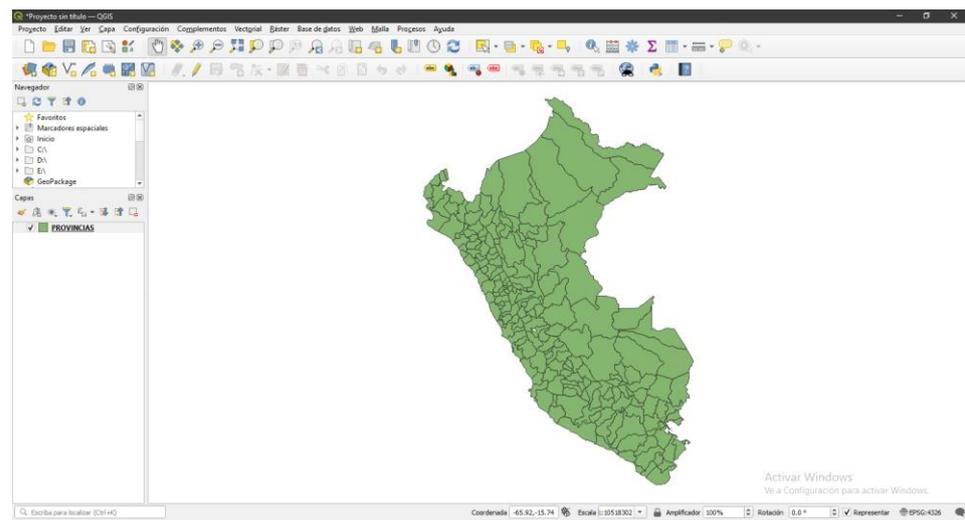


Figura 41 - Provincias insertadas en el proyecto

- i. Filtrar alfanuméricamente solo las provincias de la región del Cusco.

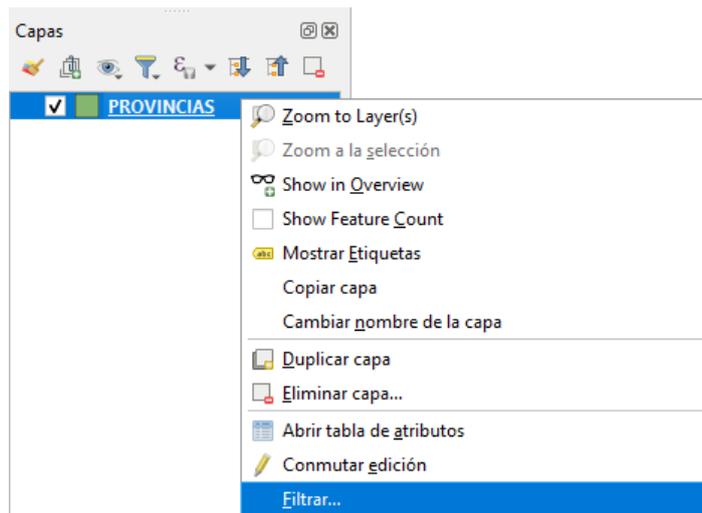


Figura 42 - Menú de Capa - Filtro en base a atributos

- j. Se definió una consulta en base a los atributos utilizando el campo **DEPARTAMEN** correspondiente de la tabla de atributos adjunta a la capa **PROVINCIAS**, se aplicó el operador de igualdad y se comparó con el valor de **CUSCO** del mismo campo.

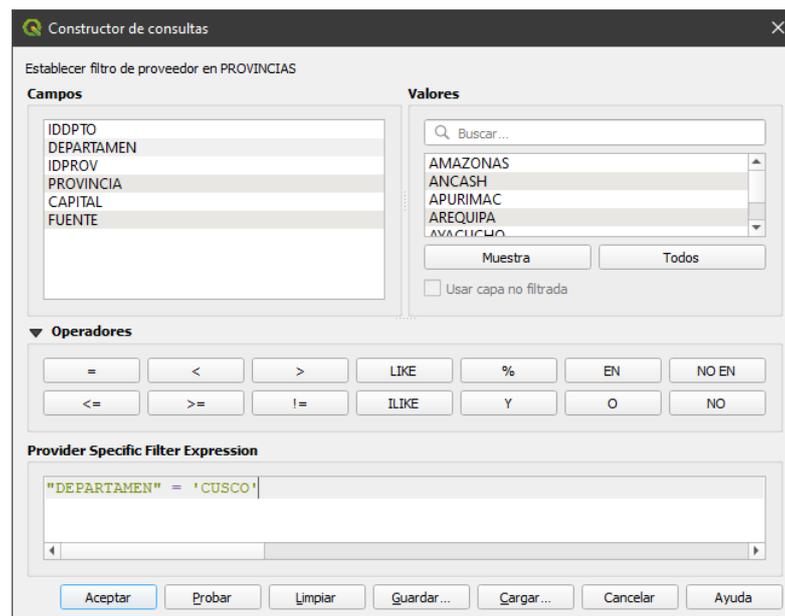


Figura 43 - Ventana Filtro con atributos

k. Solo se muestran las provincias del Cusco.

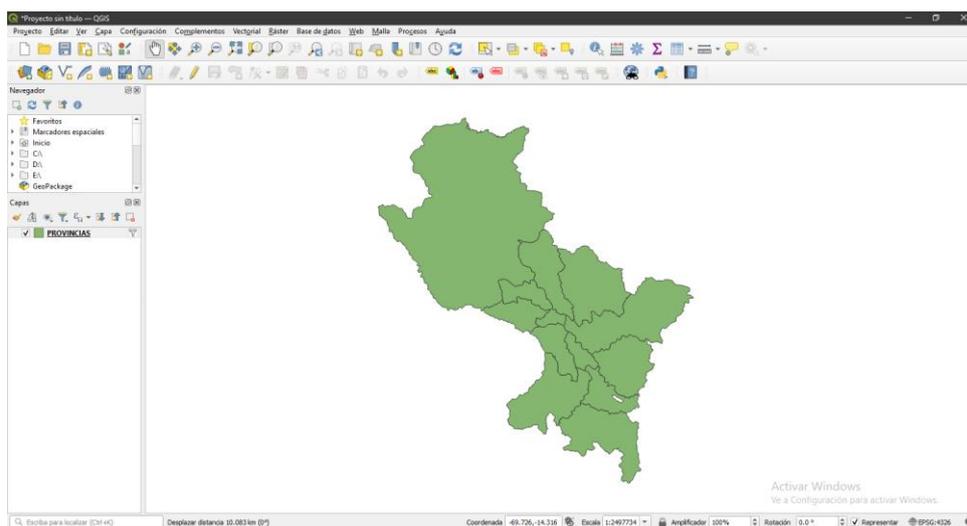


Figura 44 - Ventana de QGIS con la capa Provincias del Cusco

l. Se agregaron las siguientes capas:

- Centros Poblados.shp
- Parque Arqueológico de Machupicchu.shp

m. Se trabajó la cartografía base con las siguientes capas.

NOMBRE CAPA	TIPO OBJETO	TIPO DE DATO	SISTEMA DE COORDENADAS ORIGEN
PROVINCIAS	Polígono	Vectorial - Shape	WGS 84
CENTROS POBLADOS	Punto	Vectorial - Shape	WGS 84
PARQUE ARQUEOLOGICO DE MACHUPICCHU	Polígono	Vectorial - Shape	WGS 84

Tabla 10 - Capas cartografía base
Fuente: Elaboración propia

- n. Se realizó el proceso de georreferenciación y análisis espacial de Intersección para identificar cuáles de todos los incendios forestales suscitados en el Perú en los años 2020 y 2021 se produjeron dentro del área de estudio.

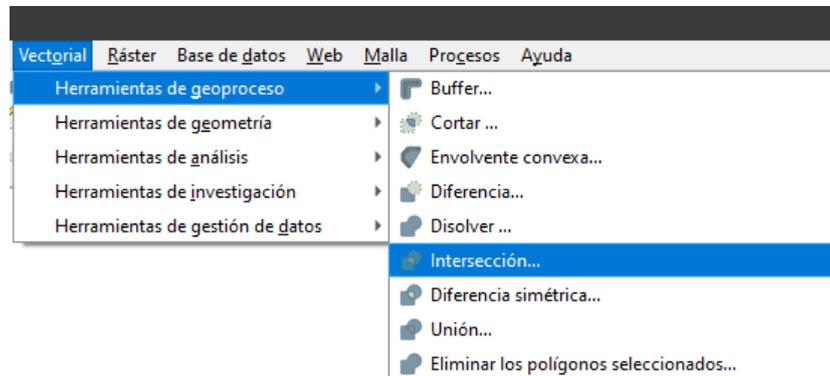


Figura 45 - Menú desplegable para Análisis Espacial - Intersección

- Capa Incendios Forestales 2020 (Puntos) sobre la capa del Parque Arqueológico de Machupicchu (Polígono) resultando los Incendios Forestales del 2020 que se encuentran en el ámbito del Parque.

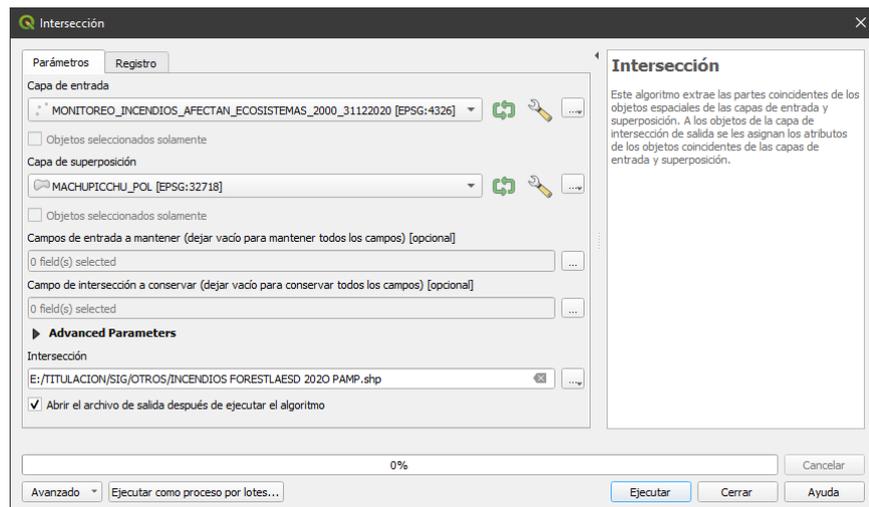


Figura 46 - Ventana de Análisis Espacial Intersección

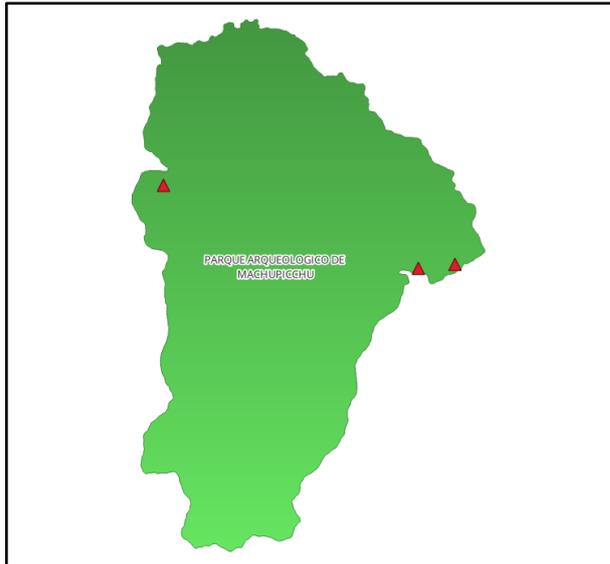


Figura 47 - Análisis Espacial: Intersección Incendios Forestales 2020 PAMP

- Capa Incendios Forestales 2021 (Puntos) sobre la capa Parque Arqueológico de Machupicchu (Polígono) resultando los Incendios Forestales del 2021 que se encuentran en el ámbito del Parque.

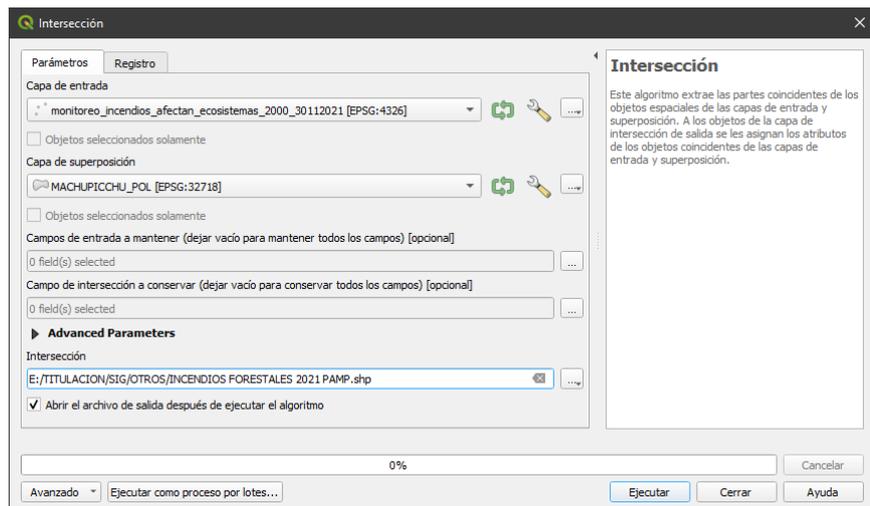


Figura 48 - Ventana de Análisis Espacial Intersección

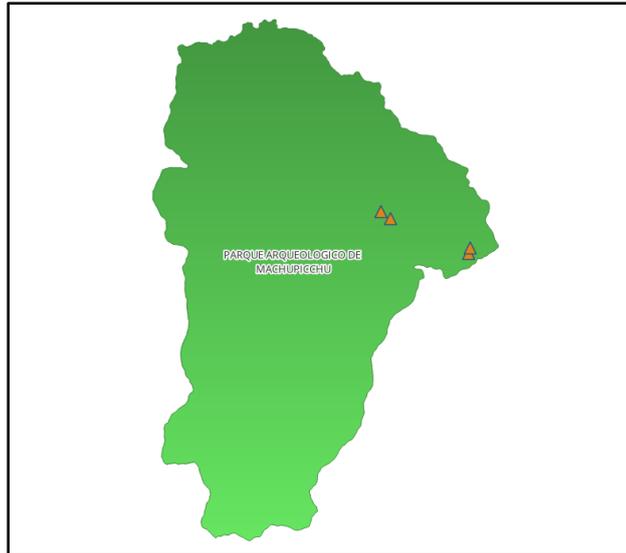


Figura 49 - Análisis Espacial; Intersección Incendios Forestales 2021 PAMP

- Se generaron las siguientes capas como resultados de las operaciones de geo procesamiento y análisis espacial:

NOMBRE CAPA	TIPO OBJETO	TIPO DE DATO	SISTEMA DE COORDENADAS
INCENDIOS FORESTALES 2020 PAMP	Punto	Vectorial - Shape	UTM84-18S
INCENDIOS FORESTALES 2021 PAMP	Punto	Vectorial - Shape	UTM84-18S

Tabla 11 - Capas generadas Intersección
Fuente: Elaboración propia

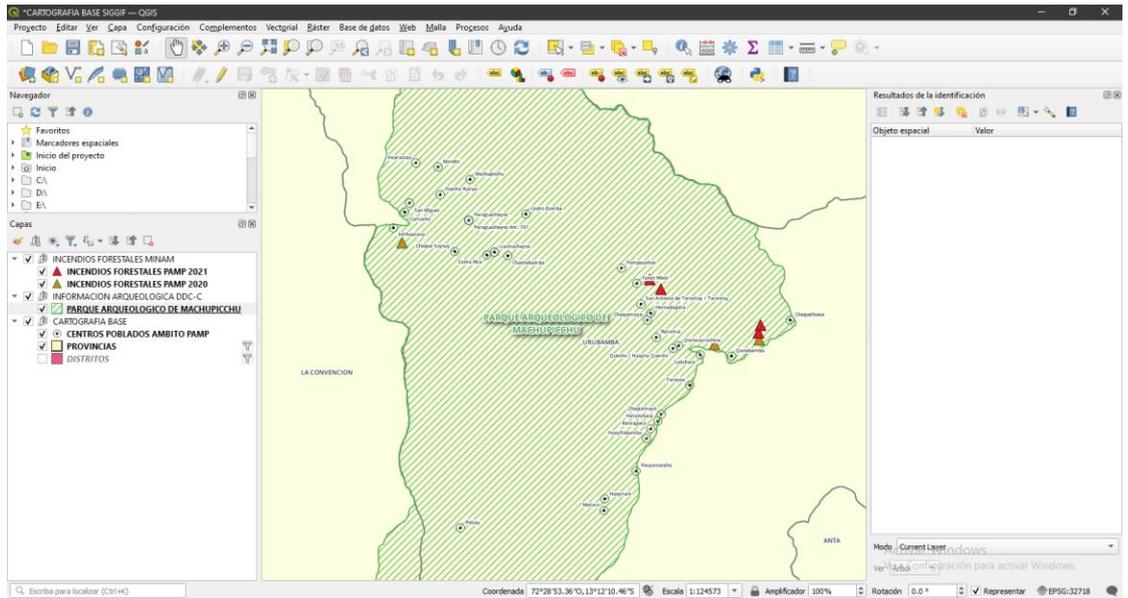


Figura 50 - Mapa con Cartografía Base e Incendios Forestales PAMP

- o. Se realizó el proceso de georreferenciación y análisis espacial de Área de Incidencia o Buffer para identificar el área de incidencia de los eventos sobre la extensión del Parque Arqueológico de Machupicchu (PAMP).

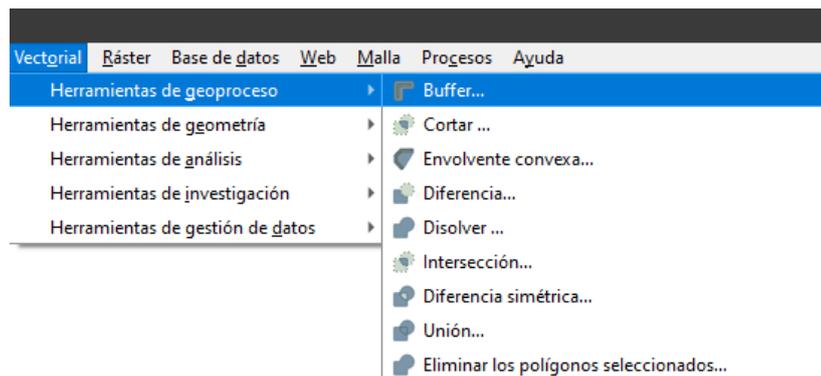


Figura 51 - Menú desplegable para Análisis Espacial - Buffer

- Capa de los Incendios Forestales 2020 PAMP (Puntos) con un radio de 2.5 Kilogramos sobre la capa del Parque Arqueológico de Machupicchu, como resultado tenemos Área de Incidencia Incendios Forestales 2020 PAMP.

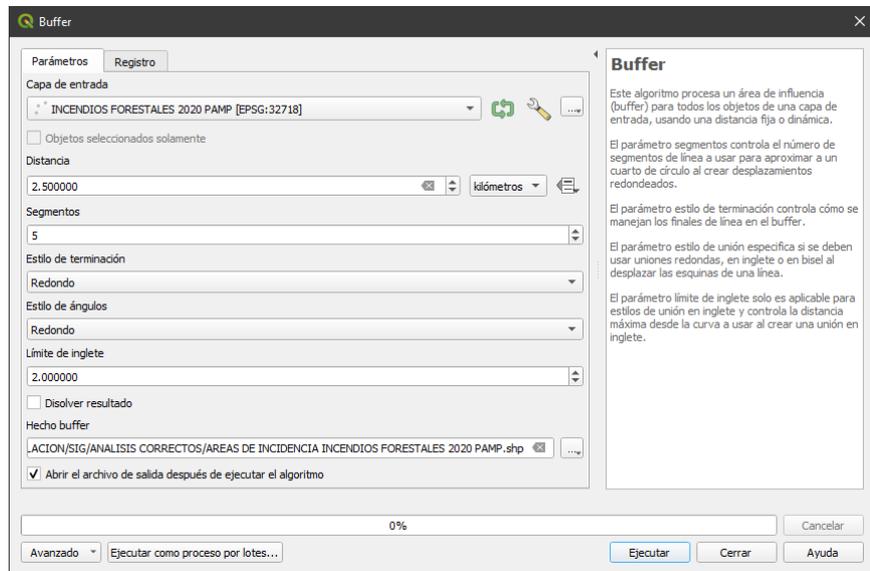


Figura 52 - Ventana de Análisis Espacial Buffer

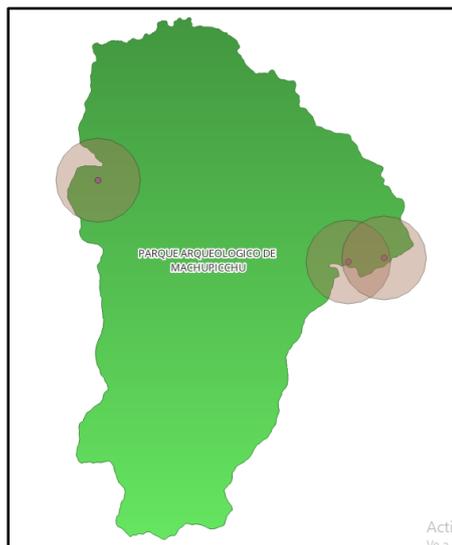


Figura 53 - Análisis Espacial: Buffer Incendios Forestales 2020 PAMP

- Capa de los Incendios Forestales 2021 PAMP (Puntos) con un radio de 2.5 Kilogramos sobre la capa del Parque Arqueológico de Machupicchu, como resultado tenemos Área de Incidencia Incendios Forestales 2021 PAMP.

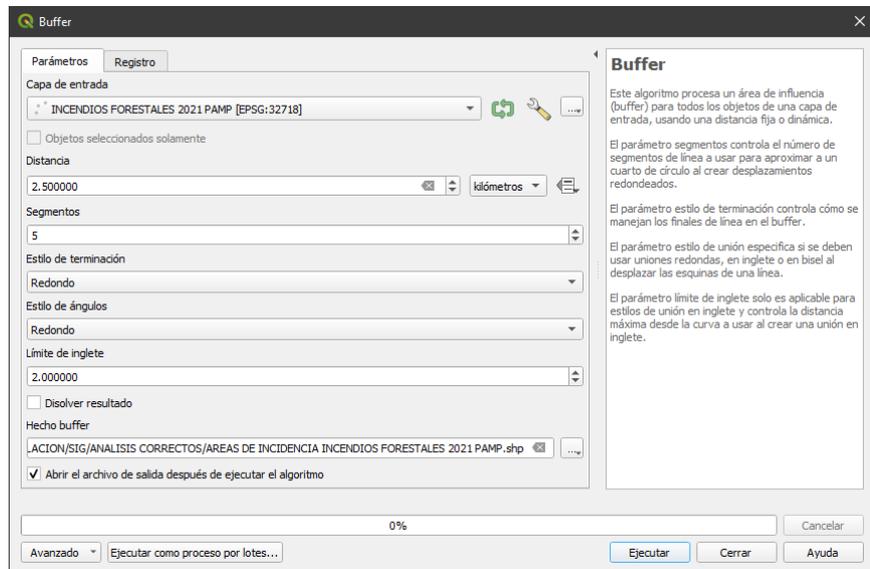


Figura 54 - Ventana de Análisis Espacial Buffer

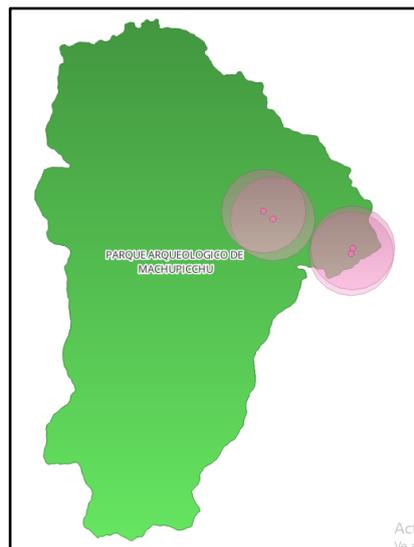


Figura 55 - Análisis Espacial Buffer Incendios Forestales 2021 PAMP

- Se generaron las siguientes capas como resultados de las operaciones de geo procesamiento y análisis espacial:

NOMBRE CAPA	TIPO OBJETO	TIPO DE DATO	SISTEMA DE COORDENDAS
AREA DE INCIDENCIA INCENDIOS FORESTALES 2020 PAMP	Polígono	Vectorial - Shape	UTM84-18S
AREA DE INCIDENCIA INCENDIOS FORESTALES 2021	Polígono	Vectorial - Shape	UTM84-18S

Tabla 12 - Capas generadas Análisis espacial Intersección
Fuente: Elaboración propia

- p. Se realizó el proceso de georreferenciación y análisis espacial de intersección del área de incidencia disuelta con el polígono del Parque Arqueológico de Machupicchu (PAMP) para obtener el área afectada.
- Capa Área Incidencia Incendios Forestales 2020 PAMP (Disuelta) (Polígono) sobre la capa del Parque Arqueológico de Machupicchu, como resultado tenemos Área Afectada 2020.

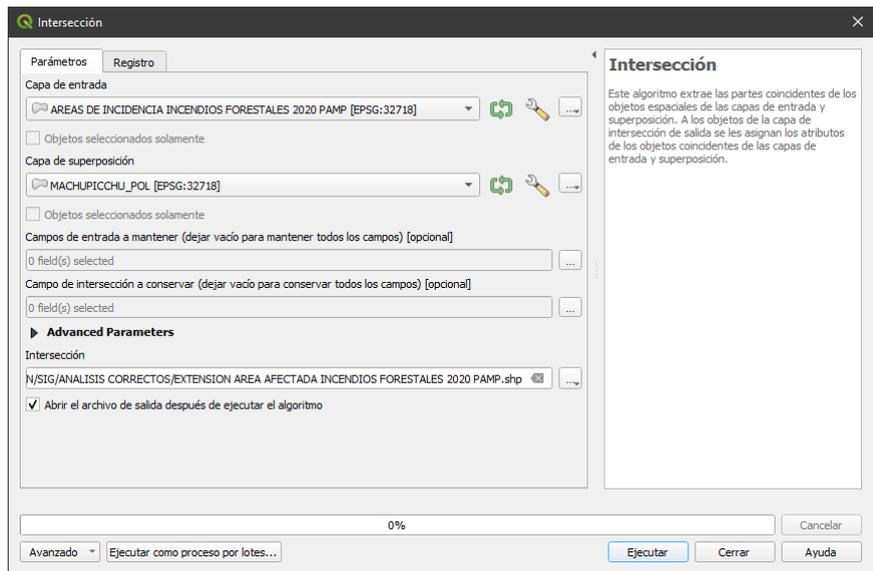


Figura 56 – Ventana Intersección Área de Incidencia 2020 - PAMP

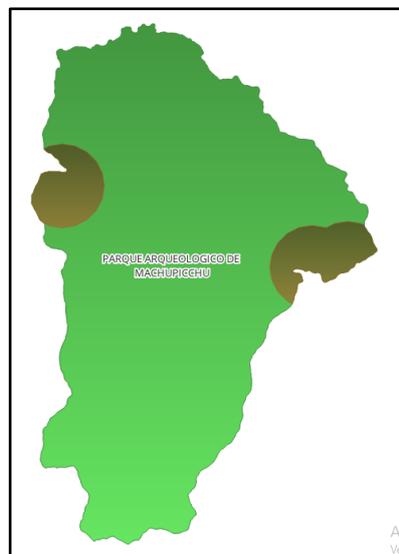


Figura 57 - Análisis Espacial: Intersección Área de Incidencia 2020 con PAMP

- Capa Área Incidencia Incendios Forestales 2020 PAMP (Disuelta) (Polígono) sobre la capa del Parque Arqueológico de Machupicchu, como resultado tenemos Área Afectada 2020.

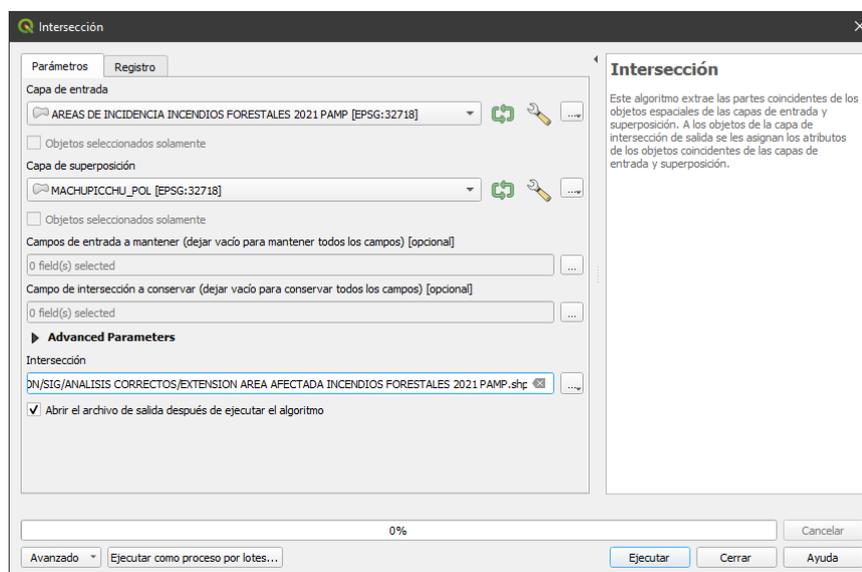


Figura 58 - Análisis Espacial Intersección Área de Incidencia 2021 con PAMP

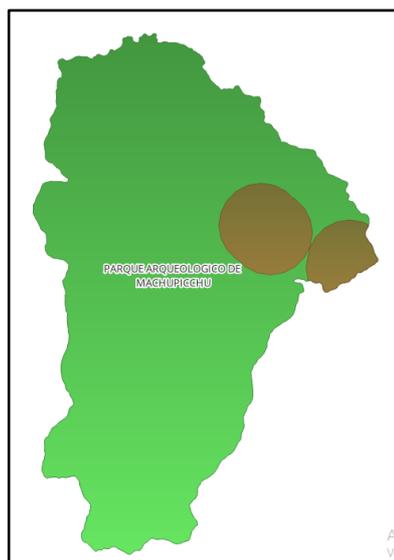


Figura 59 - Análisis Espacial: Intersección Área de Incidencia 2021 con PAMP

- Se generaron las siguientes capas como resultados de las operaciones de geo procesamiento y análisis espacial:

NOMBRE CAPA	TIPO OBJETO	TIPO DE DATO	SISTEMA DE COORDENDAS
AREA AFECTADA 2020	Polígono	Vectorial - Shape	UTM84-18S
AREA AFECTADA 2021	Polígono	Vectorial - Shape	UTM84-18S

Tabla 13 - Capas generadas Intersección Área de Incidencia con PAMP
Fuente: **Elaboración propia**

- q. Modificación de la tabla de atributos correspondiente a las capas **INCENDIOS FORESTALES 2020** e **INCENDIOS FORESTALES 2021**, para adicionar los datos relevantes para gestionar la información alfanumérica de los incendios forestales.

- Acceder a la tabla de atributos de la capa Incendios Forestales

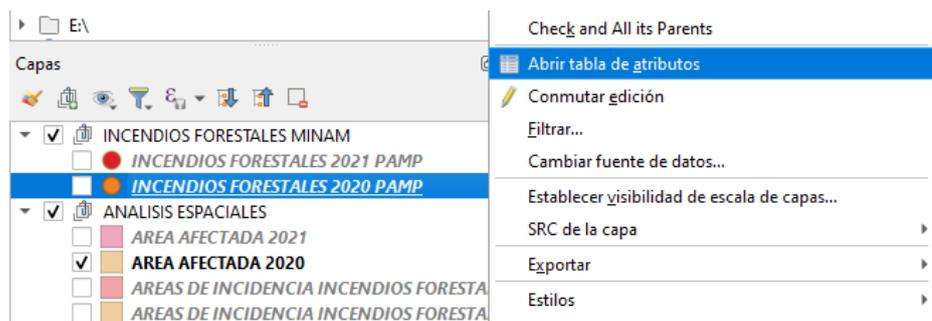


Figura 60 - Acceder a la Tabla de Atributos

- Para poder editar la estructura de la tabla es necesario iniciar el modo de edición.

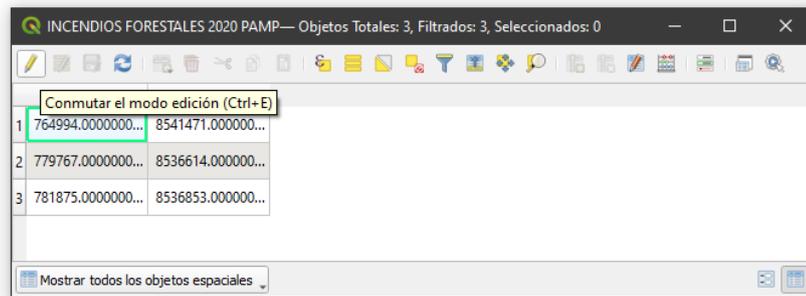


Figura 61 - Habilitar modo de edición

- Seleccionar la herramienta de creación de campo.

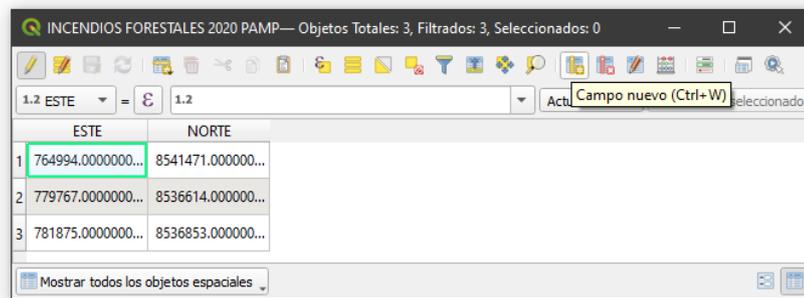


Figura 62 - Crear un campo nuevo

- Indicar el nombre del campo, tipo de dato, longitud y precisión.

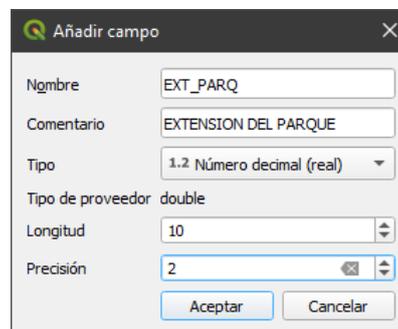


Figura 63 - Ventana Añadir Campo

- Se agregaron los siguientes campos:

INCENDIOS FORESTALES 2020				
NOMBRE COLUMNA	TIPO DE DATO	LONGITUD	PRECISION	DESCRIPCION
EXT_PARQ	NUMERO DECIMAL	10	2	ALMACENA EL AREA DEL INCENDIO FORESTAL EN HA.
EXT_AFECT	NUMERO DECIMAL	4	2	PORCENTAJE DEL ÁREA DEL PARQUE ARQUEOLÓGICO
EST_FLORA	TEXTO	2		EVALUACIÓN DE LA FLORA AFECTADA
EST_FAUNA	TEXTO	2		EVALUACIÓN DE LA FAUNA AFECTADA
EST_AGUA	TEXTO	2		EVALUACIÓN DEL ESTADO DE LOS CUERPOS DE AGUA
EST_SUELO	TEXTO	2		EVALUACIÓN DEL ESTADO DE LOS SUELOS
SUS_COBER	TEXTO	25		TIPO DE COBERTURA
SUS_SUSCE	TEXTO	25		SUSCEPTIBILIDAD A INCENDIOS
SUS_AREA	NUMERO DECIMAL	10	2	ALMACENA EL AREA SUSESTIBILIDAD
SUS_PARQ	NUMERO DECIMAL	4	2	PORCENTAJE DEL ÁREA DEL PARQUE ARQUEOLÓGICO

Tabla 14 - Estructura de la tablas de atributos Incendios Forestales
Fuente: Elaboración propia

- Formulario para edición de datos asociados al Incendio Forestal.

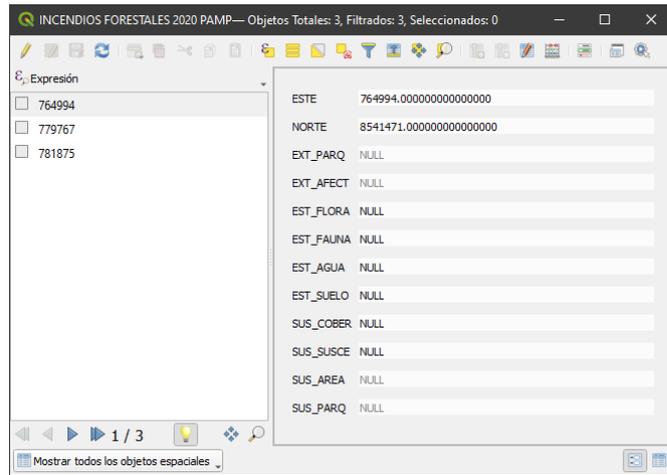


Figura 64 - Formulario de Datos

- r. Mediante un análisis espacial de intersección se determinó los centros poblados ubicados en el ámbito del PAMP.

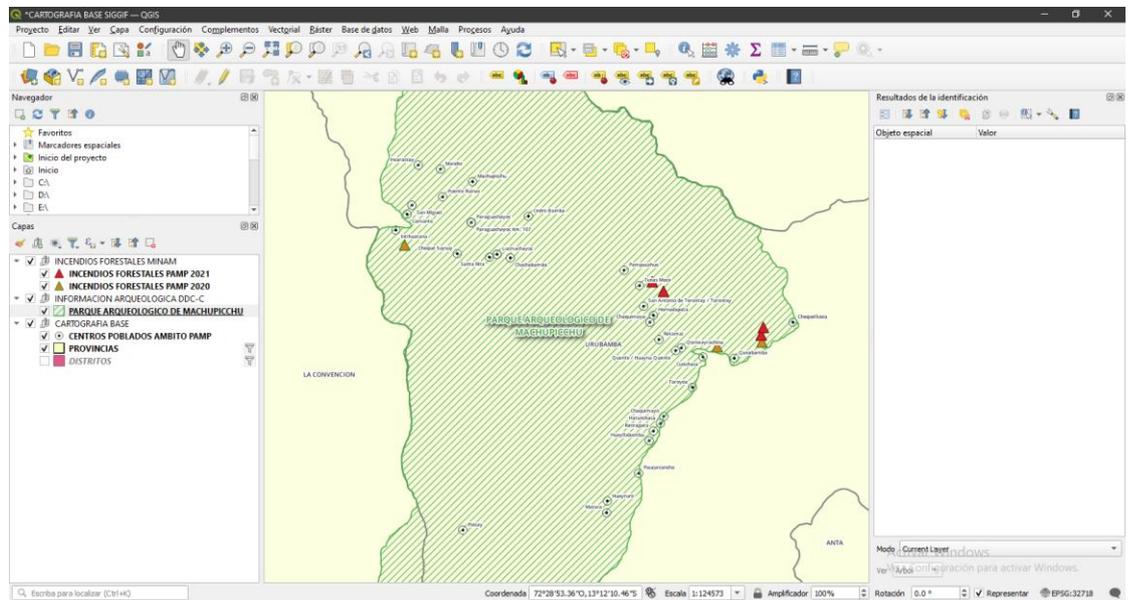


Figura 65 - Intersección de Áreas de Incidencia 2020 con Centros Poblados

- s. Configuración en QGIS para presentar el mapa de cartografía base para la gestión de los incendios forestales en una página web para distribuir y presentar la información mediante una intranet mediante QGIS Server.

- Acceder a las propiedades del proyecto para publicar

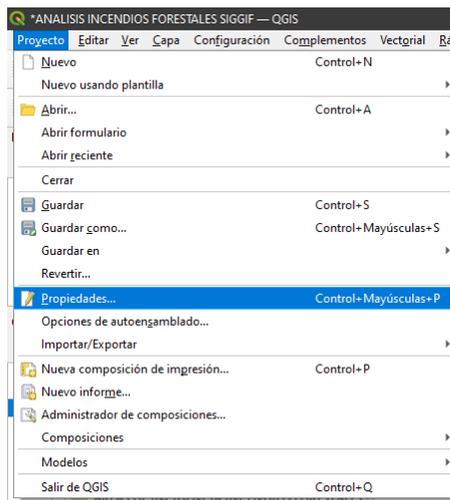


Figura 66 - Acceso a las propiedades del proyecto en QGIS

- Se realizó la configuración necesaria para la publicación.

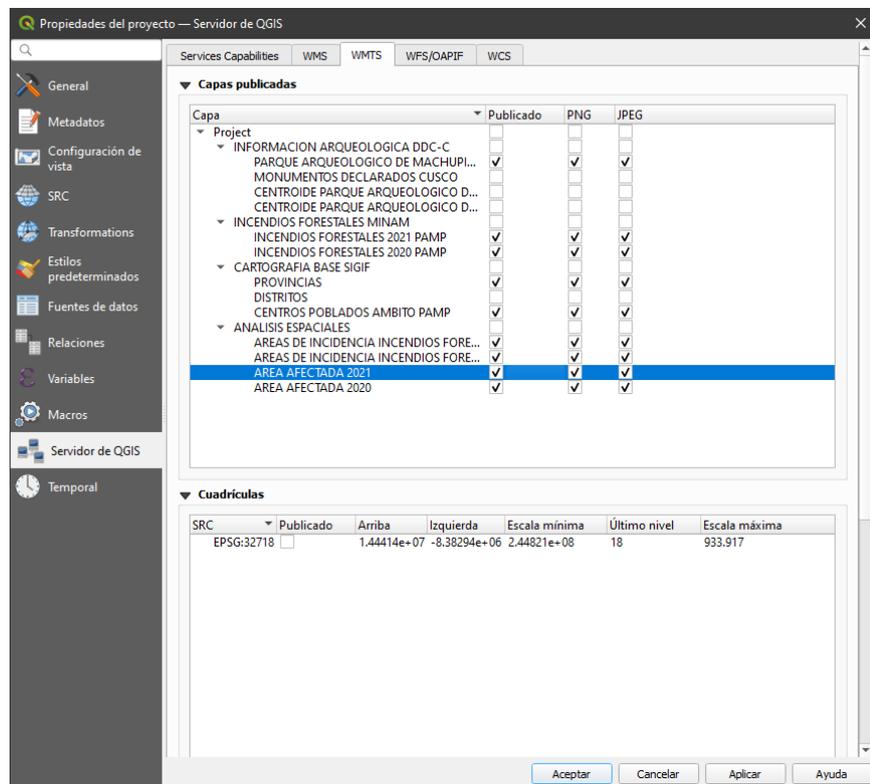


Figura 67 - Ventana de Configuración para publicación en QGIS Server

- t. Se codificó la página web que tiene incrustado el mapa elaborado en QGIS donde se distribuirá y presentará la información de los incendios forestales.

```
index.html: Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
<meta charset="utf-8">
<meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge">
<meta name="viewport" content="initial-scale=1,user-scalable=no,maximum-scale=1,width=device-width">
<meta name="mobile-web-app-capable" content="yes">
<meta name="apple-mobile-web-app-capable" content="yes">
<link rel="stylesheet" href="css/leaflet.css">
<link rel="stylesheet" href="css/qgis2web.css"><link rel="stylesheet" href="css/fontawesome-all.min.css">
<link rel="stylesheet" href="css/leaflet-measure.css">
<style>
#map {
width: 1235px;
height: 711px;
}
</style>
<title>
MAPA PARA GESTIONAR LOS INCENDIOS FORESTALES - PARQUE ARQUEOLOGICO DE MACHUPICCHU
</title>
</head>
<body>
<div id="map">
</div>
<script src="js/qgis2web_expressions.js"></script>
<script src="js/leaflet.js"></script>
Línea 1, columna 1 100% UNIX (LF) UTF-8
```

Figura 68 - Código página web

- u. Página web resultante para distribuir y presentar la información de los incendios forestales.

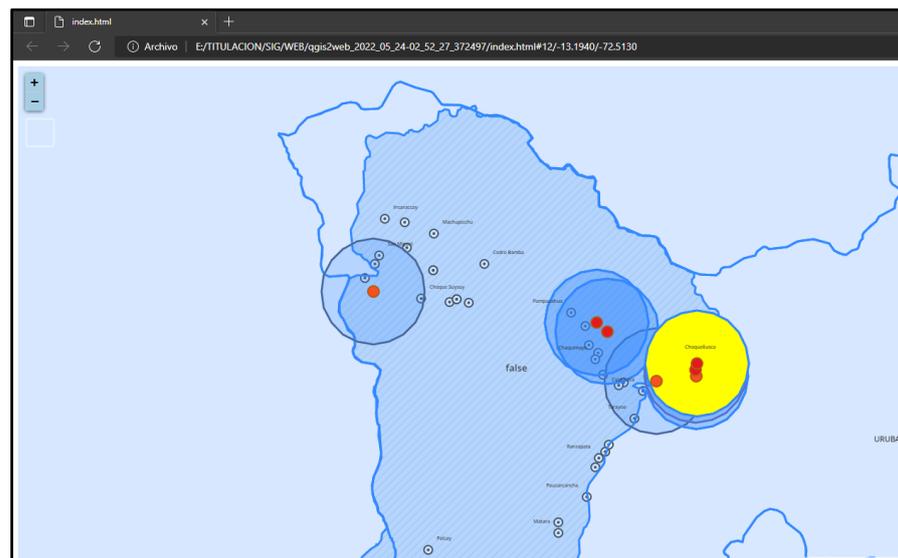


Figura 69 - Pagina web resultante

Fase de Pruebas

- a. Pruebas de visualización y presentación de la cartografía base, capa de incendios forestales y capas de análisis espaciales utilizando el navegador de internet Google Chrome.
- b. Pruebas de consulta de la información de los incendios forestales utilizando el navegador de internet Google Chrome.
- c. Pruebas de impresión de mapas en el navegador de internet Google Chrome.

3.7. Aspectos éticos

Para realizar la investigación, se solicitó y se descargó la información necesaria de las páginas oficiales de las entidades correspondientes.

Los lineamientos considerados en el desarrollo del presente estudio son:

Neutralidad: Los resultados alcanzados a través de los instrumentos de la investigación acreditan autenticidad de la información.

Relevancia: Permitió valorar el cumplimiento de los objetivos presentados en la investigación y verificar si se logró adquirir mayor conocimiento sobre lo examinado.

Respeto: Se indica que todos los contenidos de este estudio están adecuadamente citados y referenciados, en acatamiento a lo solicitado por la Universidad César Vallejo y cumpliendo los límites máximos de similitud analizados por el software Turnitin.

IV. RESULTADOS

Después de haber realizado la georreferenciación, análisis espaciales necesarios y generación de la información cartográfica para gestionar los incendios forestales, hemos obtenido los siguientes resultados:

1. Según la información recopilada se registró 3 incendios forestales en el año 2020, como se muestra en el siguiente mapa y tabla:

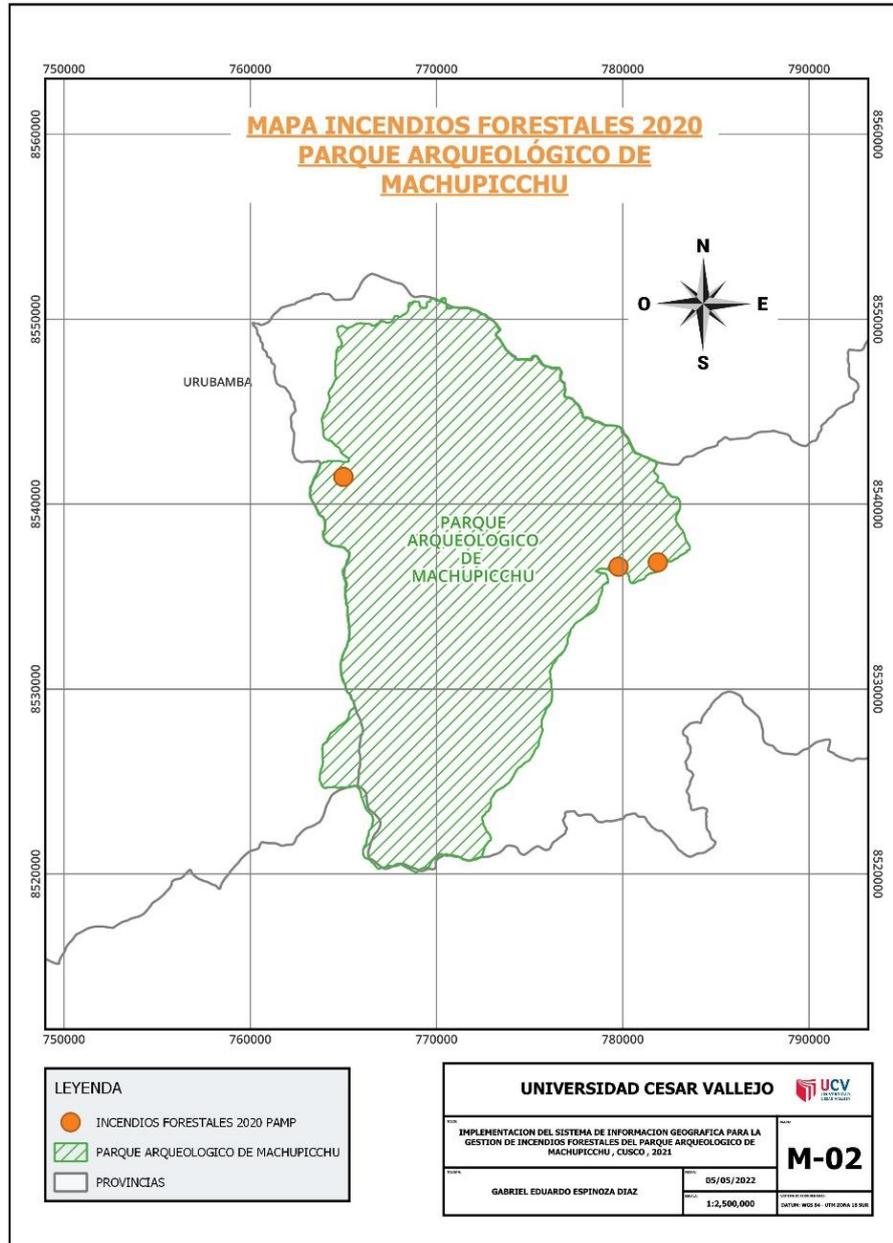


Figura 70 - Mapa Incendios Forestales 2020

CODIGO	LOCALIDAD	OBSERVACIONES	FECHA	AÑO	MES	DESCRIPCION	COORD_X	COORD_Y	DAÑO	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO	ECOLOGIA
9760	INTIHUATANA	REPORTE COMPLEMENTARIO COEN INDECI	11/09/2020	2020	SETIEMBRE	INCENDIO FORESTAL EN EL DISTRITO DE MACHUPICCHU	-72.555216	-13.1817925	DAÑOS QUE AFECTO ÁREAS DE COBERTURA NATURAL DEL SECTOR DEL DISTRITO MACHUPICCHU	MACHUPICCHU	URUBAMBA	CUSCO	Vegetación secundaria
10778		EVIDENCIA EN IMAGEN SATELITE	24/09/2020	2020	SETIEMBRE	INCENDIO FORESTAL EN EL DISTRITO DE MACHUPICCHU	-72.4185535	-13.2243258	DAÑOS QUE AFECTO ÁREAS DE COBERTURA NATURAL DEL SECTOR DEL DISTRITO MACHUPICCHU	MACHUPICCHU	URUBAMBA	CUSCO	Bosque altimontano (Pluvial) de Yunga
12667	QANABAMBA	REPORTE COMPLEMENTARIO COEN INDECI	25/10/2020	2020	OCTUBRE	INCENDIO FORESTAL EN EL DISTRITO DE MACHUPICCHU	-72.3991455	-13.2219754	DAÑOS QUE AFECTO ÁREAS DE COBERTURA NATURAL DEL SECTOR DEL DISTRITO MACHUPICCHU	MACHUPICCHU	URUBAMBA	CUSCO	Matorral andino

Tabla 15 - Incendios Forestales 2020 suscitados dentro del área de estudio.
Fuente: Elaboración propia

2. Según la información recopilada se registró 4 incendios forestales en el año 2021, como se presenta en el siguiente mapa y tabla:

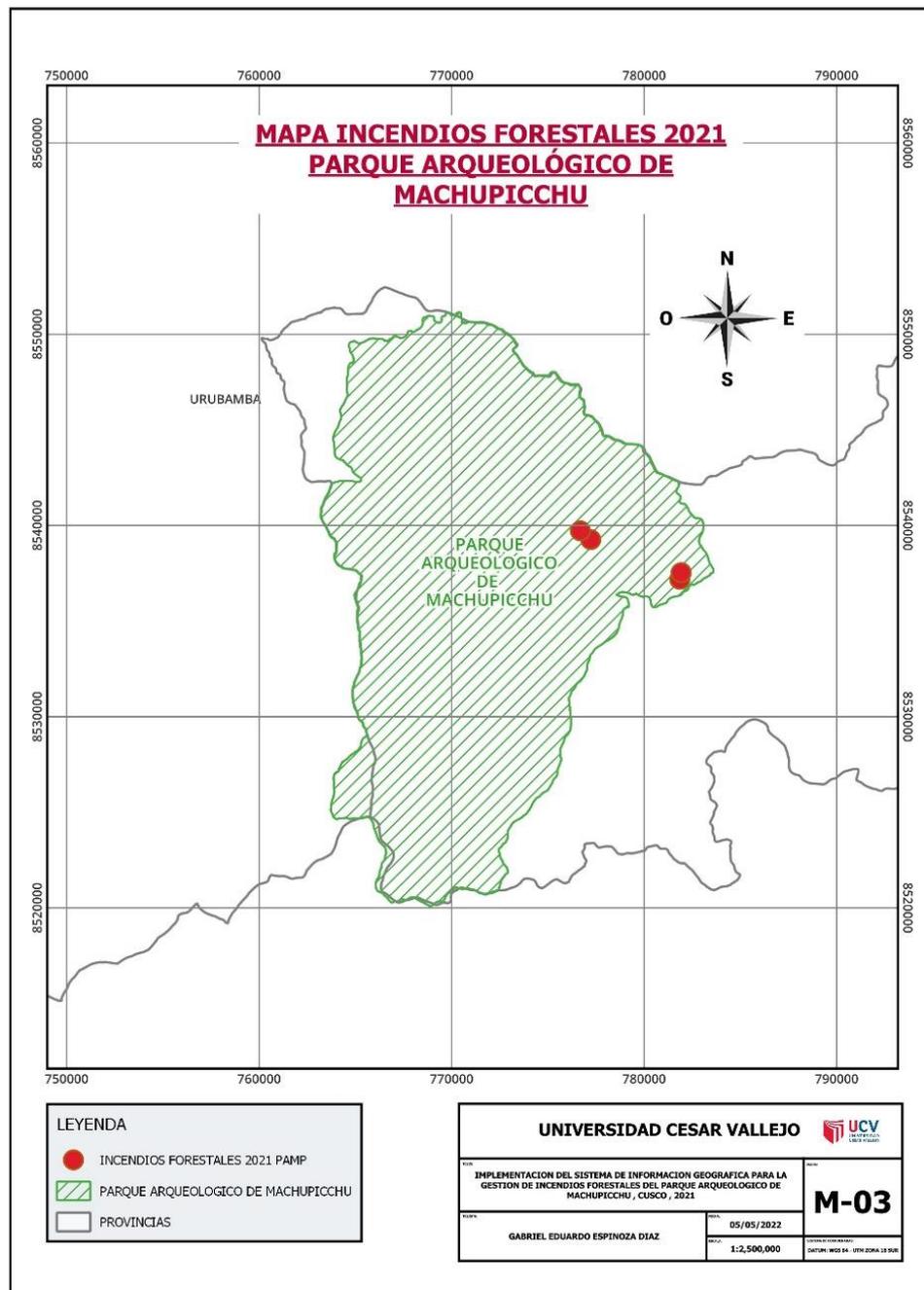


Figura 71 - Mapa Incendios Forestales 2021

CODIGO	LOCALIDAD	OBSERVACIONES	FECHA	AÑO	MES	DESCRIPCION	COORD_X	COORD_Y	DAÑO	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO	ECOLOGIA
15143	TORONTROY	REPORTE COMPLEMETARIO COENINDECI	26/07/2021	2021	JULIO	INCENDIO FORESTAL EN EL DISTRITO DE MACHUPICCHU	-72.4422741	-13.2006818	DAÑOS QUE AFECTO ÁREAS DE COBERTURA NATURAL DEL SECTOR DEL DISTRITO MACHUPICCHU	MACHUPICCHU	URUBAMBA	CUSCO	Bosque altimontano (Pluvia l) de Yunga
15144	PAMPACAHUA	REPORTE COMPLEMETARIO COENINDECI	26/07/2021	2021	JULIO	INCENDIO FORESTAL EN EL DISTRITO DE MACHUPICCHU	-72.447271	-13.1965797	DAÑOS QUE AFECTO ÁREAS DE COBERTURA NATURAL DEL SECTOR DEL DISTRITO MACHUPICCHU	MACHUPICCHU	URUBAMBA	CUSCO	Bosque altimontano (Pluvia l) de Yunga
17790		EVIDENCIA EN IMAGEN SATELITE	10/11/2021	2021	NOVIEMBRE	INCENDIO FORESTAL EN EL DISTRITO DE MACHUPICCHU	-72.399435	-13.2189652	DAÑOS QUE AFECTO ÁREAS DE COBERTURA NATURAL DEL SECTOR DEL DISTRITO MACHUPICCHU	MACHUPICCHU	URUBAMBA	CUSCO	Matorral andino
17791		EVIDENCIA EN IMAGEN SATELITE	10/11/2021	2021	NOVIEMBRE	INCENDIO FORESTAL EN EL DISTRITO DE MACHUPICCHU	-72.3988068	-13.2158243	DAÑOS QUE AFECTO ÁREAS DE COBERTURA NATURAL DEL SECTOR DEL DISTRITO MACHUPICCHU	MACHUPICCHU	URUBAMBA	CUSCO	Matorral andino

Tabla 16 - Incendios Forestales 2021 suscitados dentro del área de estudio.
Fuente: Elaboración propia

3. Según el proceso realizado y la aplicación del análisis de área de incidencia con un radio de 2.5 Kilómetros, podemos identificar que se pudo afectar un área de 3254.49 Ha. del Parque Arqueológico de Machupicchu por los incendios forestales suscitados el 2020, como se presenta en los siguientes mapas:

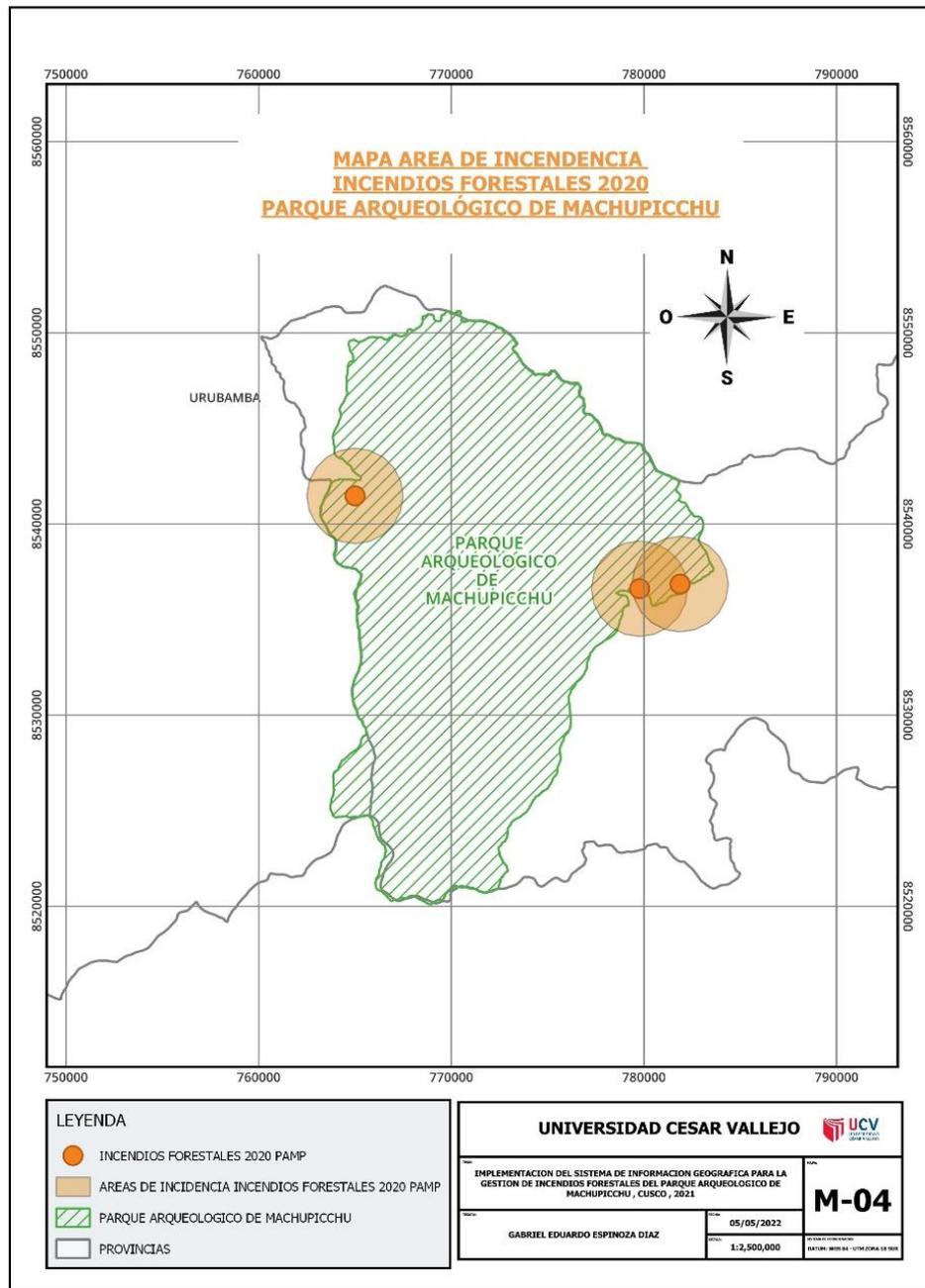


Figura 72 - Mapa de Área de Incidencia Incendios Forestales 2020
Fuente: Elaboración propia

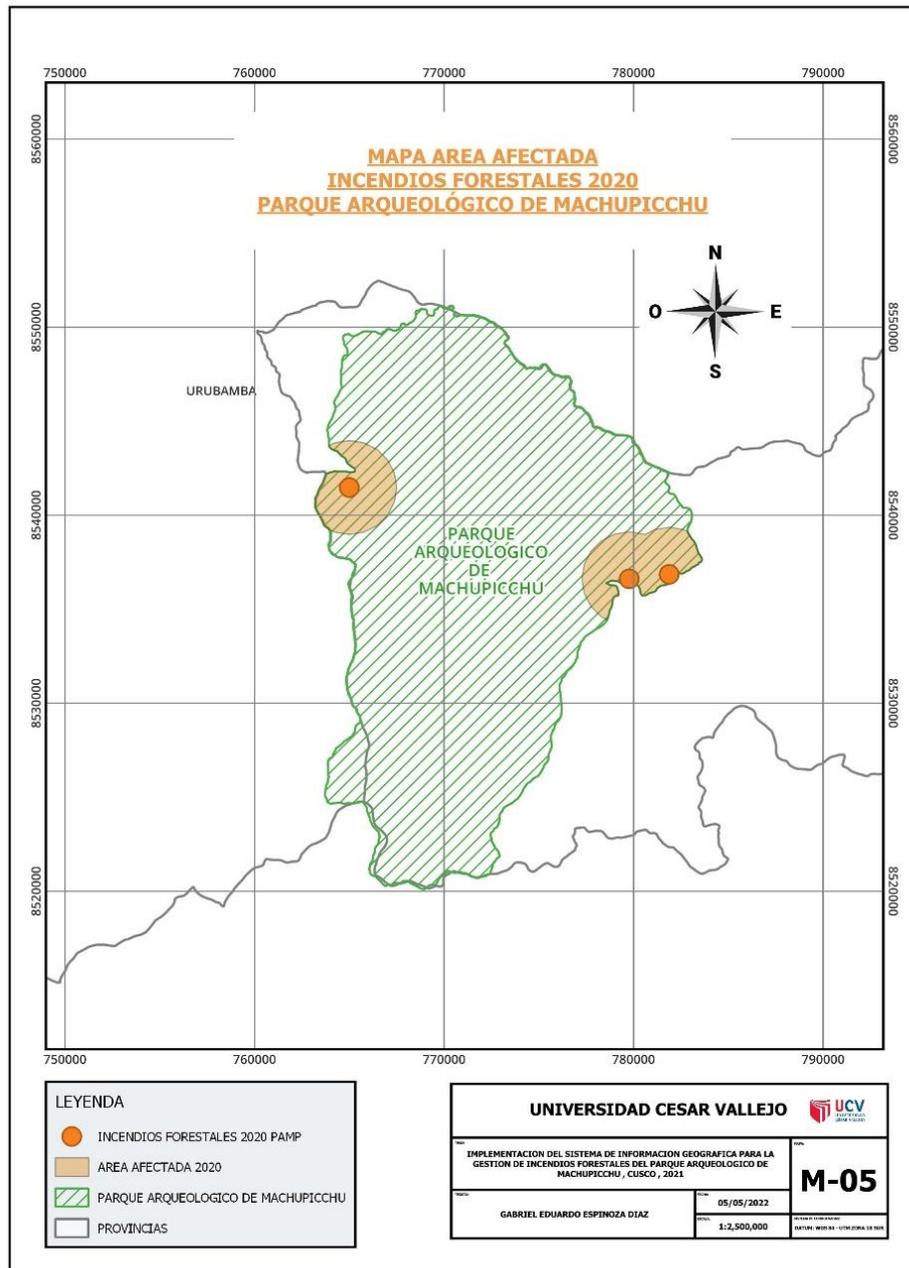


Figura 73 - Mapa de Área Afectada Incendios Forestales 2020
Fuente: Elaboración propia

4. Según el proceso realizado y la aplicación del análisis de área de incidencia con un radio 2.5 Kilómetros, podemos identificar que se pudo afectar un área de 3504.55 Ha. del Parque Arqueológico de Machupicchu por los incendios forestales suscitados el 2021, como se presenta en los siguientes mapas:

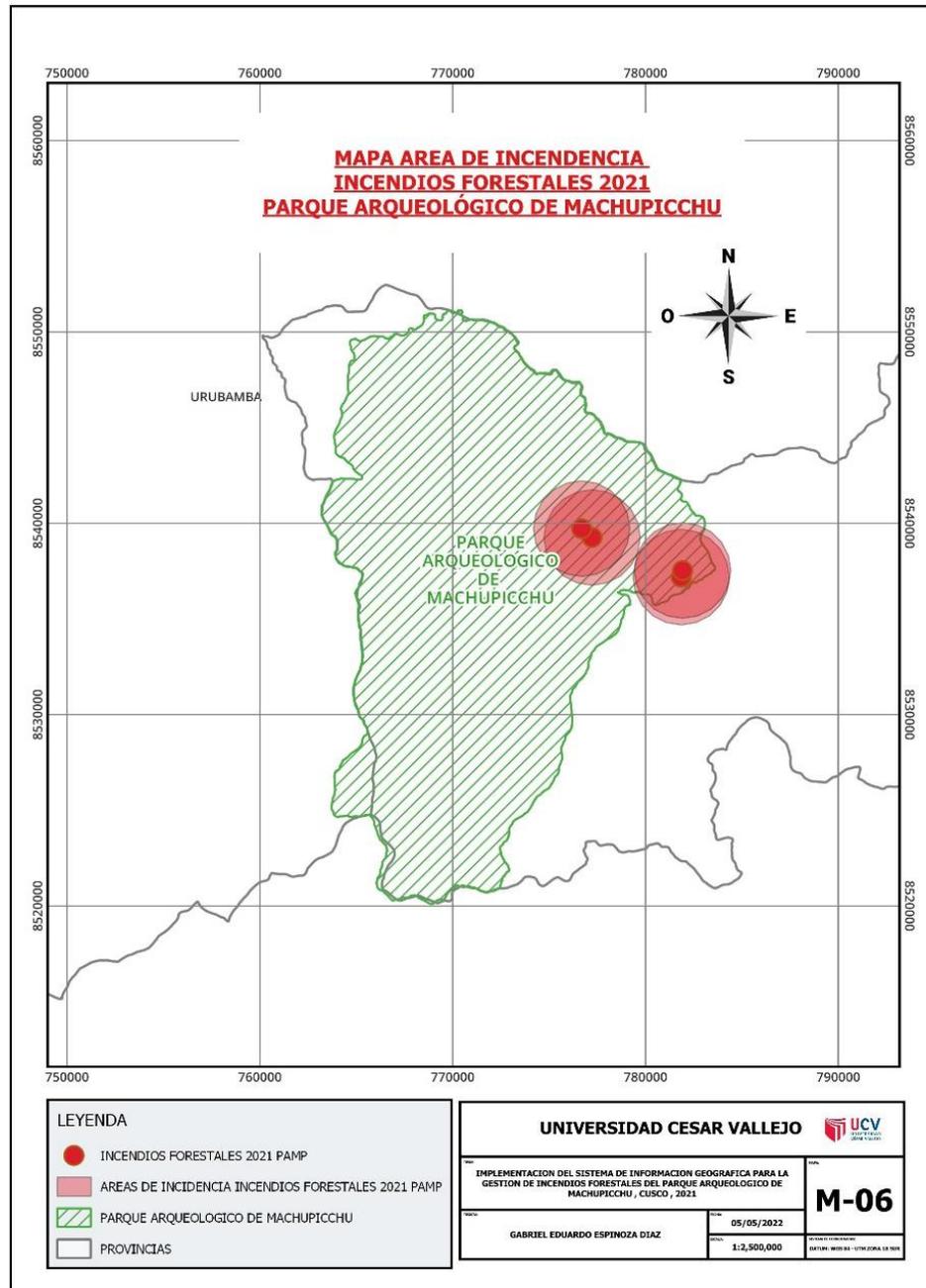


Figura 74 - Mapa de Área Afectada Incendios Forestales 2021
Fuente: Elaboración propia

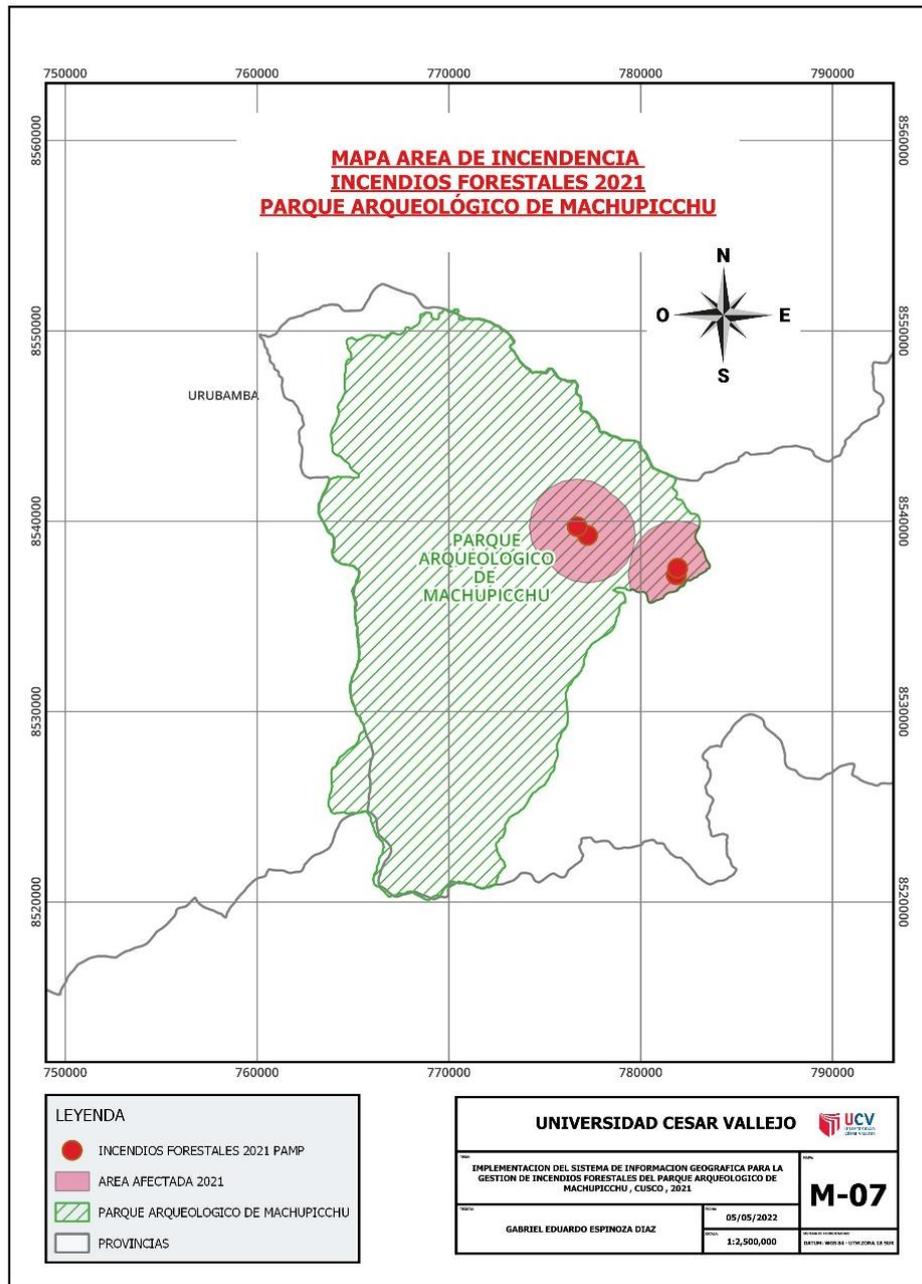


Figura 75 – Mapa Área de Incidencia Incendios Forestales 2021
Fuente: Elaboración propia

5. También cabe indicar que en base al proceso de georreferenciación y análisis espacial entre el área de incidencia de los incendios forestales suscitados el 2020 y la capa de centros poblados podemos advertir que tenemos 9 centros poblados (Qanabamba , Tarayoa , Cusichaca , Qoriwayrachina, Quente / Huayna Quente , San Miguel , Choquellusca, Intihuatana, Camante) que podrían haber sido afectados pero no se encuentra reporte alguno, estos centros poblados se encuentran en el ámbito del Parque Arqueológico de Machupicchu, como se presenta en el siguiente mapa:

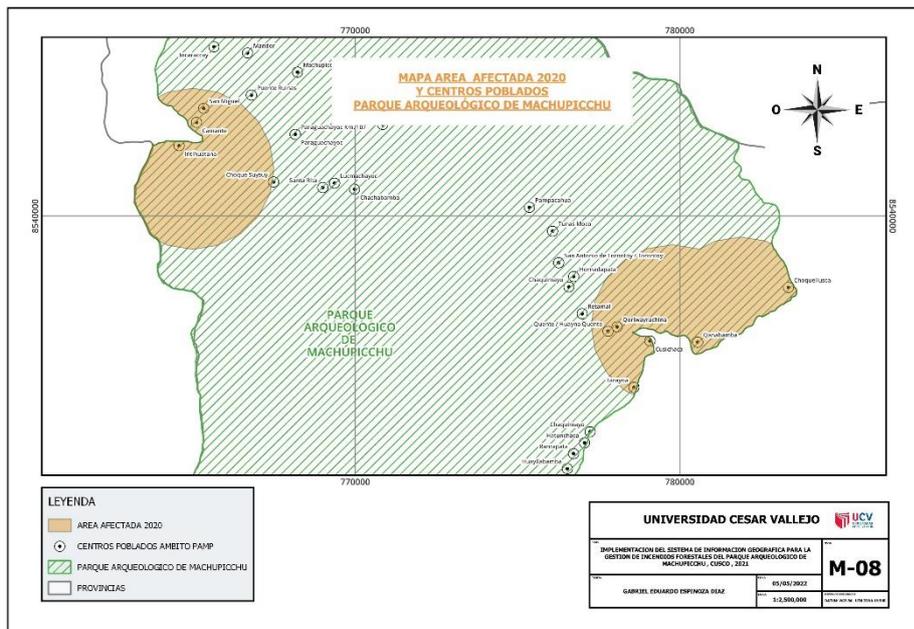


Figura 76 - Mapa Centros Poblados dentro del Área de Incidencia - Incendios Forestales 2020
Fuente: Elaboración propia

6. También cabe indicar que en base al proceso de georreferenciación y análisis espacial entre el área de incidencia de los incendios forestales suscitados el 2021 y la capa de centros poblados podemos advertir que tenemos 9 centros poblados (Qanabamba, Hornadapata, Pampacahua, Chaquimayo, Tunas Moco, Choquellusca, San Antonio de Torontoy / Torontoy, Retamal) que podrían haber sido afectados, pero no se encuentra reporte alguno, estos centros poblados se encuentran en el ámbito del Parque Arqueológico de Machupicchu, como se presenta en el siguiente mapa.

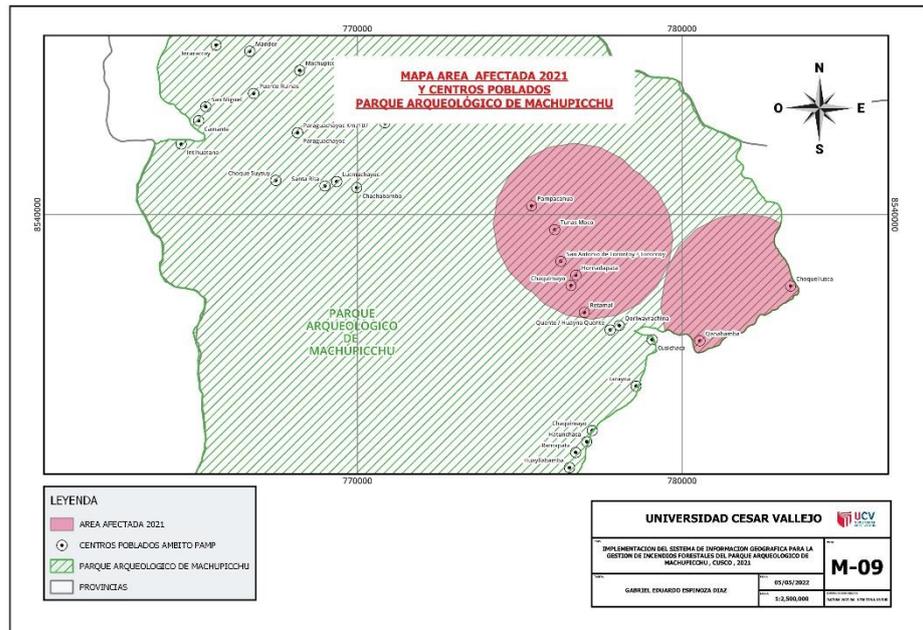


Figura 77 - Mapa Centros Poblados dentro del Área de Incidencia - Incendios Forestales 2021
Fuente: Elaboración propia

7. Después de las operaciones de geo procesamiento, análisis espacial y presentación de la cartografía generada indicamos:

- a. Se identificaron que sucedieron 3 incendios forestales el 2020 y 4 el año 2021.

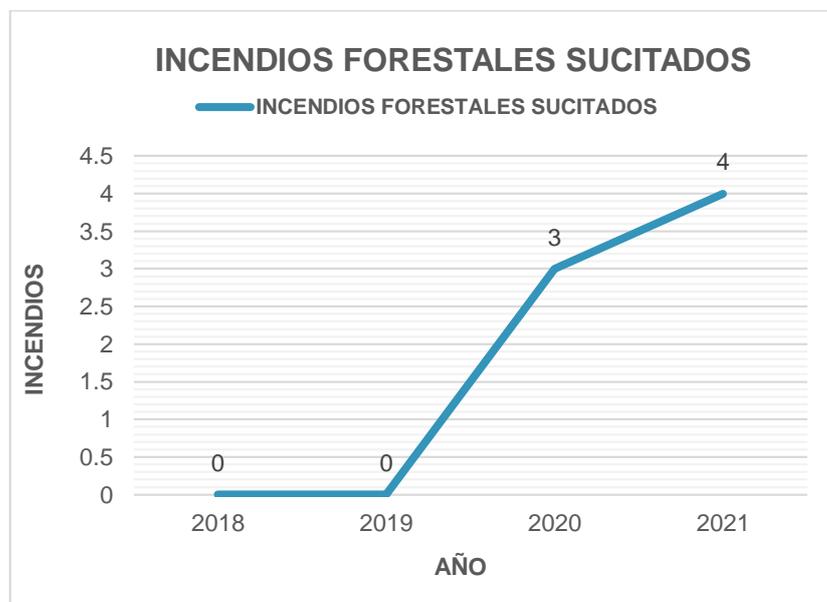


Figura 78 – Grafico Incendios Forestales Suscitados
Fuente: Elaboración Propia

- b. Que en el año 2021 se ha acentuado la ocurrencia de los incendios forestales en un 25% respecto al 2020.
- c. Esto representaría 3254.49 Ha. de áreas afectadas aproximadamente en el 2021 respecto a las 3504.55 Ha. del 2020.

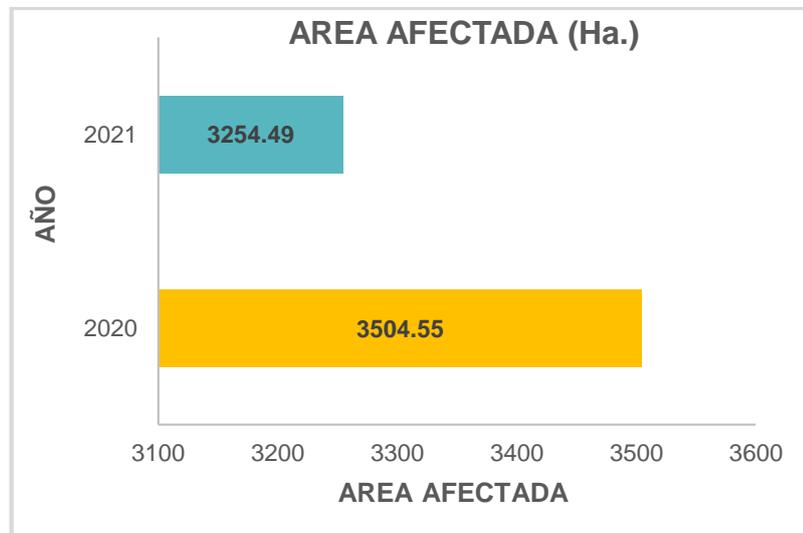


Figura 79 – Grafico Área afectada del Parque Arqueológico de Machupicchu
Fuente: Elaboración Propia

- d. Que el 9.39 % del área del parque fue afectada en el 2020 y el 8.72 % en el 2021.

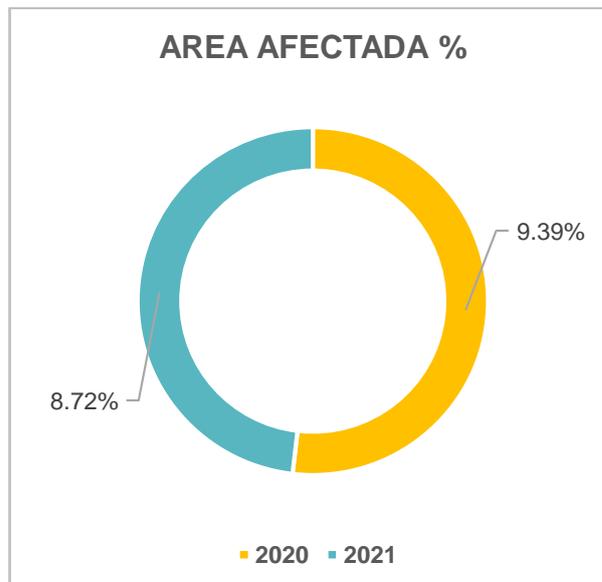


Figura 80 – Grafico Porcentaje del Área del Parque Arqueológico de Machupicchu afectada
Fuente: Elaboración Propia

- e. Es necesario indicar que los análisis realizados, se desarrollaron en 2 dimensiones, no se consideró el relieve, tipo de cobertura vegetal o velocidad o dirección del viento, solo se evaluaron si las herramientas de georreferenciación, análisis espacial y presentación de la cartografía generada que poseen los sistemas de información geográfica nos permiten gestionar la información de los incendios forestales.

V. DISCUSIÓN

De los resultados obtenidos sobre la implantación de un sistema de información geográfica para la gestión de los incendios forestales en la jurisdicción del Parque Arqueológico de Machupicchu. Podemos indicar lo siguiente:

En la presente investigación se utilizaron los sistemas de información geográfica y los procesos de georreferenciación, análisis espacial y presentación de la cartografía generada para determinar las posibles áreas de incidencia de los incendios forestales así como determinar los centros poblados que se encuentran en riesgo en el ámbito del Parque Arqueológico de Machupicchu, estas acciones permitirán monitorear y determinar un plan de preservación anual como lo recomienda el Centro Internacional para el Estudio de la Preservación y Restauración de Patrimonio Cultural (ICCROM) , teniendo en cuenta una especial consideración al Parque Arqueológico en estudio ya que es considerada como Patrimonio Mundial y más en el caso del Parque Arqueológico de Machupicchu por ser considerada también área natural protegida denominada Santuario Histórico de Machupicchu tal como está indicado en los Planes Maestros elaborados por el Ministerio de Cultura, Ministerio de Ambiente y Ministerio de Agricultura , utilizados como referencia en el presente estudio. Siguiendo los objetivos planteados para la presente investigación no se identificaron los tipos de cobertura vegetal, tierras agrícolas o plantaciones que predisponen la ocurrencia de estos eventos porque no se manipularon imágenes satelitales ni se aplicó teledetección tal como lo hicieron Boateng, Yakubu (2016), donde identificaron los tipos de cobertura de bosques naturales, tierras agrícolas y plantaciones que contribuyen como combustible para la generación de dichos eventos utilizando los sistemas de información geográfica y teledetección en el área de Goaso en Ghana.

Matin, Mir A., Vishwas Sudhir Chitale, Manchiraju S. R. Murthy, Kabir Uddin, Birendra Bajracharya, and Sudip Pradhan. (2017), hallaron en su investigación que los incendios forestales es uno de los primeros propulsores de la degradación forestal en Nepal y el común de los incendios forestales son inducidos por el hombre y ocurren durante la estación seca, con un 89 % aproximadamente en marzo, abril y mayo. Como resultado 18 de los 75 distritos

se encontraron con alto nivel de riesgo para incendios forestales. En el caso de estudio del Parque Arqueológico se utilizaron datos históricos de los años 2020 y 2021 de los incendios forestales suscitados dentro del ámbito del Parque en mención, encontrando que 9 de los 36 centros poblados estuvieron en riesgo el año 2020 y 8 para el año 2021, también se advirtió que los eventos se suscitaron entre los meses de setiembre a octubre en el año 2020 y entre julio a noviembre para el 2021, que coincidentemente empatan con las campañas agrícolas de los lugareños.

İlker Atmaca, Özge Işık Pekkan, Mehtap Özenen Kavlak, Yavuz Selim Tunca, Saye Nihan Çabuk. (2022), elaboraron un mapa de riesgo de incendios forestales de la provincia de Muğla, donde en el mapa de riesgos obtenido, se identificó que el 16% del total de áreas forestales en la zona de estudio se hallan en clases de riesgo alto y muy alto. Para esta investigación se dispuso de la ayuda de los sistemas de información geográfica que también como indican los autores mencionados, permitieron preparar un mapa con información georreferenciada y con datos resultantes de procesos de geo procesamiento y análisis espacial que forman la cartografía base y la información de los incendios forestales obteniéndose que el 8.72 % del área del parque fue afectada en el 2020 y el 9.39 % en el 2021.

En su investigación Negassa, M. D, Mallie, D. T, Gameda, D. O (2020), concluyen que la disminución masiva en el cambio de la cubierta forestal a menudo se asocia con la expansión agrícola en la periferia del bosque. La explotación maderera y la producción de carbón vegetal son otros problemas que contribuyen a la disminución de la cobertura forestal y sugieren la necesidad de una gestión forestal participativa y la creación de conciencia pública para sostener el remanente de Komto. , detectaron que el cambio de cobertura del suelo muestra un aumento dramático de tierras agrícolas de (24,78 %) en 1991 a (33,5%) en 2019 con tasa de expansión anual (23,68%) por año, donde la cobertura forestal disminuyó en 20,1% en 1991 y 37,38% en 2019 con tasa de disminución anual de 4,18% por año. Según lo observado este es un patrón repetitivo en muchas zonas a nivel mundial identificándose gracias a los procesos realizados de georreferenciación, análisis espacial y presentación de

la cartografía generada que los incendios forestales suscitados en el 2020 y 2021 en el Parque Arqueológico de Machupicchu (PAMP) se produjeron cerca a centros poblados y según la información recopilada tuvieron una causa antrópica generalmente para la preparación de los campos para la siguiente siembra o ampliación de zonas para cultivo.

En su estudio Arisanty, Muhaimin, Rosadi, Saputra, Hastuti y Rajiani (2021), mostraron que el patrón espaciotemporal de 2016 a 2019 formó un valor de punto crítico en el área de turberas con un nivel de confianza de 90 a 99 %, lo que significa que los incendios terrestres se agruparon en esa área recalando que estas áreas deberían concentrarse la atención convirtiéndose en prioritarias para la prevención y obviamente manejo de los incendios forestales en Indonesia. Los resultados de estos investigadores son coherentes con los recientes hallazgos de la presente investigación, considerando esas conclusiones, se modificaron las tablas de atributos de las capas de incendios forestales y se agregó columnas para almacenar el tipo de cobertura vegetal que afectó el incendio y también la susceptibilidad para futuros eventos, aprovechando la capacidad que tiene los sistemas de información geográfica de vincular datos geográficos con información alfanumérica, permitiéndonos almacenar información de diferentes tipos de carácter ambiental.

Karimi, Abdollahi, Ostad-Ali-Askari. Singh, Eslamian y Heidarian (2018), concluyen que el método de zonificación Fuzzy Analytic Hierarchy Process (AHP) fue más práctico entre los métodos utilizados y la medición del estrés hídrico fue el más eficiente entre los índices de teledetección Interpretando las conclusiones de los investigadores citados se puede argumentar que los sistemas de información geográfica y la teledetección son herramientas eficaces en el estudio de la predicción del riesgo de incendios, y esta inferencia es compatible con lo que se demostró en este estudio que involucra al Parque Arqueológico de Machupicchu por cuanto los procesos inherentes a los sistemas de información geográfica (SIG) tales como la georreferenciación, el análisis espacial y la presentación de la información generada permiten la gestión de los incendios forestales en la zona de estudio.

En la presente investigación se determinó que en el año 2020 hubo menos incendios forestales que el 2021, afectando más las áreas de Bosque altimontano (Pluvial) de Yunga y Matorral Andino del Parque Arqueológico; Bravo, Carbajal, Gallardo, Morales y Cruz (2020), identificaron que el 2015 hubo un menor número de eventos que el 2018 afectando especialmente al bosque pino-encino en la región costa-sierra occidental de Jalisco, México.

Se utilizó el registro de incendios forestales suscitados los años 2020 y 2021 del Ministerio del Ambiente (MINAM), teniendo un total de 7922 para el 2020 y 3469 en el año 2021, siendo 3 y 4 respectivamente los eventos ocurridos en el ámbito del Parque Arqueológico de Machupicchu (PAMP), identificando que el 80% de incendios forestales se producen cerca a los centros poblados o vías de comunicación o acceso siendo estas las áreas más susceptibles a estos eventos tal como determinaron Souza Lima, Martins, Paollineli Reis, Pereira Torres (2016), que observaron que las áreas de susceptibilidad se concentran cerca de las áreas urbanas. Esto se debe a la presencia humana como principal fuente de ignición de los incendios. Para analizar la eficacia generaron nueva cartografía, utilizando las coordenadas geográficas de todas las ocurrencias en el área urbana de Ubá en el período 2006-2012. Se registraron 732 eventos en el perímetro urbano del área de estudio, de los cuales el 80 % se ubicaron en áreas de alta y muy alta susceptibilidad y el 5 % en áreas de baja y muy baja susceptibilidad.

VI. CONCLUSIONES

Se concluye:

- Que la implementación del Sistema de Información Geográfica contribuye en la gestión de incendios forestales en el Parque Arqueológico de Machupicchu (PAMP), porque permite identificar las áreas afectadas, los centros poblados que se encuentran dentro del área de incidencia, permite el almacenamiento de la información sobre la extensión del evento y el porcentaje del área que representa del PAMP, el tipo de cobertura que fue afectada y si la flora, fauna, suelo y cuerpos de agua fueron afectados, así como la susceptibilidad que se tiene para futuros incendios.
- La información georreferenciada mejora la gestión de los incendios forestales del Parque Arqueológico de Machupicchu, Cusco, porque las herramientas de georreferenciación con las que cuentan los sistemas de información geográfica nos permitió tener información correctamente referenciada a una posición geográfica y determinar la posición exacta de los incendios forestales que se suscitaron y pueden suscitarse dentro del Parque Arqueológico de Machupicchu.
- El análisis de datos espaciales influye en la gestión de los incendios forestales del Parque Arqueológico de Machupicchu, Cusco porque los procesos de análisis espacial y geo procesamiento que utilizamos (Área de incidencia e intersección) con los que cuenta los sistemas de información geográfica nos permitió encontrar los centros poblados en riesgo y determinar las superficies afectadas por los incendios forestales que acontecieron o puedan acontecer en el Parque Arqueológico de Machupicchu.
- La generación y presentación cartográfica influye en la gestión de los incendios forestales del Parque Arqueológico de Machupicchu, Cusco, porque las tareas de presentación que poseen los sistemas de información geográfica presentan los datos generados de manera temática y simbolizada para una correcta interpretación, consulta y distribución a otros actores, equipos de trabajo y organismos involucradas en la gestión de los incendios

forestales que ocurrieron y pueden ocurrir en el Parque Arqueológico de Machupicchu.

- Se comprobó que la información georreferenciada, los análisis de los datos espaciales realizados y la nueva cartografía generada por el sistema de información geográfica permite registrar y gestionar los incendios forestales de mejor manera.
- Se demostró que los sistemas de información geográfica son herramientas valiosas y de gran apoyo en la gestión de incendios forestales.
- El uso de los sistemas de información geográfica admite integrar datos ambientales que nos permite la evaluación del riesgo, la generación de escenarios para la toma de decisiones variando parámetros y creando perspectivas alternas dentro de un contexto geoespacial.
- Es importante indicar que tener un sistema de información geográfica para gestionar la información de un incendio forestal, ayuda a la planificación de las acciones de prevención y de esta manera se minimiza la probabilidad de que ocurran incendios forestales en la jurisdicción.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNARP) y la Dirección Desconcentrada de Cultura del Cusco (DDCC) y la oficina del Parque Arqueológico de Machupicchu (PAMP) determinen de manera precisa la extensión del Santuario Histórico de Machupicchu (SHM) y procedan a su saneamiento físico legal, lo que contribuirá a una mayor y mejor implementación de los lineamientos de gestión de la información, garantizando de esta manera la generación precisa de la información, su almacenamiento y su constante actualización.
- Se recomienda fomentar el uso de estas tecnologías que permiten gestionar de mejor este tipo de eventos y ampliarlas para su aplicación en la gestión de otro tipo de riesgos y eventos a nivel de gobiernos locales y provinciales.
- Se recomienda la implementación y uso de software libre como alternativa para desarrollar herramientas a bajo costo en las dependencias de gestión de riesgos de las municipalidades.
- Se recomienda que las instituciones encargadas publiquen los datos históricos de los incendios forestales, que sean de acceso rápido y flexible para la consulta de los interesados.
- Se recomienda que las instituciones involucradas en la gestión de los incendios forestales desarrollen mayores actividades en la prevención de incendios forestales intentando cambiar prácticas ancestrales de roce de suelo por quema de pastizales, siendo esta la causa de los incendios suscitados en el Parque Arqueológico de Machupicchu.

REFERENCIAS

1. ARISANTY, D. et al. (Arisanty D, Muhaimin M, Rosadi D, Saputra AN, Hastuti KP, Rajiani I) Spatiotemporal Patterns of Burned Areas Based on the Geographic Information System for Fire Risk Monitoring. *International Journal of Forestry Research*, [s. l.], p. 1–10, 2021.
2. BERNARD, Kumi-Boateng; ISSAKA, Yakubu. Modelling forest fire risk in the Goaso forest area of Ghana: remote sensing and geographic information systems approach. [s. l.], 2016.
3. BRAVO, Jesica; CARBAJAL, Iris; GALLARDO, Bianca; MORALES, Julio y CRUZ, Bartolo. El uso de los Sistemas de Información Geográficas para el análisis e interpretación de anomalías térmicas de la Región Costa-Sierra Occidental de Jalisco, México. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 2020.
4. CISTERNA, Matías Adrián. Sistema de gestión y visualización de muestras medioambientales en contexto geográfico, Universidad de Chile, 2017.
5. CHAMBILLA, Deisy. Implementación de sistemas de información geográfica para el manejo integrado de la mosca de la fruta en SENASA, Universidad San Ignacio de Loyola, Lima, 2019.
6. CHILCON, Luis y QUINTANA, Blanca. Propuesta de un plan de contingencia contra incendios forestales para el Refugio de Vida Silvestre Laquipampa y su zona de amortiguamiento, 2017. Tesis. Chiclayo: Universidad de Lambayeque [s.n.], 2018.
7. CHINAMATIRA, Luckson; MTETWA, Spikelele y GEORGE, Nyamadzawo. Causes of wildland fires, associated socio-economic impacts and challenges with policing, in Chakari resettlement area, Kadoma, Zimbabwe. *Fire Science Reviews*. 2016.
8. ESPINOZA, Lourdes. Aplicación de un sistema de información geográfica para la identificación de pasivos ambientales del subsector hidrocarburos en el Perú para el año 2013, Universidad Federico Villareal, Lima, 2019.

9. FAO. Informe Nacional Perú - FAO, 2004.
10. GAI, Chengcheng; WENG, Wenguo y YUAN, Hongyong. GIS-Based Forest Fire Risk Assessment and Mapping. Proceedings - 4th International Joint Conference on Computational Sciences and Optimization. 2011.
11. HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María del Pilar. 2010. Metodología de la investigación. 5.a ed. México: Mc. Graw-Hill/Interamericana editores, SA.DE.C.V., 2010. 613 pp. ISBN: 978-607-15-0291-9.
12. HESSELN, Hayley. Wildland Fire Prevention: a Review. Current Forestry Reports. 2018.
13. İLKER ATMACA et al. (İlker Atmaca, Özge Işık Pekkan, Mehtap Özenen Kavlak, Yavuz Selim Tunca, Saye Nihan Çabuk.). Forest fire risk modeling using logistic regression and geographic information systems: a case study in Muğla - Milas. [s. l.], 2022.
14. KARIMI, A. et al. Evaluating Models and Effective Factors Obtained from Remote Sensing (RS) and Geographic Information System (GIS) in the Prediction of Forest Fire Risk, Structured Review. Journal of Geography and Cartography; volume 1, issue 4; ISSN 2578-1979, [s. l.], 2018.
15. KORCHAGINA, I; GOLEVA, O; SAVCHENKO, Yuliya y BOZHIKOV, T. The use of geographic information systems for forest monitoring. Journal of Physics: Conference Series. 2020.
16. LIMA, Gumercindo; MARTINS, Sebastião; REIS, Bruna y TORRES, Fillipe. Use of Geographic Information Systems in Forest Fires Mapping In Southeastern Of Brazil. Australian Journal of Basic and Applied Sciences. 2016.
17. LOPEZ, Pedro Luis. Población muestra y muestreo. Punto Cero. 2004, vol.09, n.08, ISSN 1815-0276.
18. MASSERA, Cristina. Modelo ambiental con Sistemas de Información Geográfica aplicado a la gestión de riesgo de desastres urbano: El caso

- Comodoro Rivadavia (Chubut, Argentina) 2008 – 2017, Bahía Blanca, Universidad Nacional del Sur, 2018.
19. MATIN, Mir. A, et al. Understanding forest fire patterns and risk in Nepal using remote sensing, geographic information system and historical fire data. *International Journal of Wildland Fire*, [s. l.], 2017.
 20. MINISTERIO DEL AMBIENTE, SERNARP, MINISTERIO DE CULTURA, DIRECCIÓN DESCONCENTRA DEL CUSCO. Plan Maestro del Santuario Histórico de Machupicchu 2015 – 2019, Cusco, 2014.
 21. MINISTERIO DE CULTURA, Dirección Desconcentrada de Cultura Cusco. Plan de Prevención y Reducción de Riesgos de Incendios Forestales 2012-2011, Cusco, 2018.
 22. MINISTERIO DE CULTURA, Dirección Desconcentrada de Cultura Cusco. Plan de Contingencia para Incendios Forestales de la DDC-C.2018, Cusco, 2018.
 23. MEJIA, Andy. Desarrollo e implementación de un visualizador web geográfico sobre aguas termales en el estado de México, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca de Lerdo, 2017.
 24. MOAYEDI, H., MEHRABI, M., BUI, D. T., PRADHAN, B., Foong, L. K. Fuzzy-metaheuristic ensembles for spatial assessment of forest fire susceptibility. *Journal of Environmental Management*, 260. 2020.
 25. MOHOMMAD, Shahid; SHAMBHU PRASAD, Joshi. Role Of Remote Sensing And Geographic Information System To Analyze The Impact Of Climate Change On Forest Ecosystems. [s. l.], 2017.
 26. MOLINA, Sara. Línea base de información geográfica para el “Sistema para la gestión y manejo de incidentes por incendios forestales”, Región Chorotega, Costa Rica, Costa Rica, Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2017.

27. NAVAZO ARENAS, Guadalupe, Nieto Masot Ana y Moreno Marcos Gerardo (2015), Análisis de Incendios Forestales mediante Sistemas de Información Geográfica y Teledetección. estudio de caso en Sierra de Gata, 2015.
28. NEGASSA, M. D.; MALLIE, D. T.; GEMEDA, D. O. Forest cover change detection using Geographic Information Systems and remote sensing techniques: a spatio-temporal study on Komto Protected forest priority area, East Wollega Zone, Ethiopia. Environmental Systems Research, [s. l.], v. 9, n. 1, p. 1–14, 2020.
29. ÑAUPAS, Humberto; VALDIVIA, Marcelino; PALACIOS, Jesus y ROMERO, Hugo. Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa y redacción de la tesis. 4a. Edición. Bogotá: Ediciones de la U, 2014.
30. PRATHAP, Siva; AKHTER Ali, Mohd y KAMRAJU, M. Change detection in land use land cover using geospatial technology and opensource data in lankamalla forest and the neighbourhood – a case study in Andhra Pradesh, India, 2019.
31. PÉREZ, Paulina. Rol de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) dentro de un Plan de Ordenamiento Territorial y Desarrollo a nivel cantonal con un enfoque geo-administrativo. Quito, Universidad San Francisco de Quito, 2016.
32. PLANA, Eduard; FONT, Marc y SERRA, Marta. Los incendios forestales: guía para comunicadores y periodistas, Centro Tecnológico Forestal de Cataluña, 2016 – ISBN 8461766482, 9788461766482
33. ROJAS CAMACHO, Mario. Incendios forestales. SAN JOSE: Instituto Nacional de Aprendizaje, 2017.
34. RUIZ, Carlos; WOLFF Michael y CLARET, Marcelino. Rastrojos de cultivos anuales y residuos forestales, Chile, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 2015.

35. SANDOVAL D., Bárbara; REYES R., Tatiana y OYARZUN G., Manuel. Mecanismos de los efectos nocivos para la salud de la contaminación atmosférica proveniente de incendios forestales. Chile: Rev. chil. enferm. respir. 2019.
36. SEGOVIA, Oswaldo. Levantamiento y digitalización de la red principal, secundaria de agua potable y sus componentes comprendido en los barrios el recreo, las palmas y cooperativa plaza Aray de la ciudad de Puyo, cantón y provincia de Pastaza aplicando un software especializado. Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2016.
37. SERVICIO NACIONAL DE AREAS NATURALES PROTEGIDAS POR EL ESTADO (SERNANP). Plan de prevención y reducción del riesgo de desastres frente a incendios forestales en el Santuario Histórico de Machupicchu al 2022, Cusco, 2021.
38. SEVINC, Volkan, KUCUK, Omer, GOLTAS, Merih, A Bayesian network model for prediction and analysis of possible forest fire causes, Forest Ecology and Management, 2019, Volume 457, 117723, ISSN 0378-1127
39. UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, Dirección de Investigación UCV Lima Este, Guía de elaboración de investigación cuantitativa, Lima, 2019.
40. WINSCHHEL, Cristina Inés. Integración por medio de geo tecnologías de la información ambiental en estudios de degradación de los suelos para los partidos de Villarino y Patagones, provincia de buenos aires-argentina. Bahía Blanca, Universidad Nacional del Sur, 2017.
41. WU, Z., HE, H. S., KEANE, R. E., ZHU, Z., WANG, Y., SHAN, Y. Current and future patterns of forest fire occurrence in China. International Journal of Wildland Fire, 2020. 29(2), 104-119
42. WU, F., LV, X., ZHANG, H. Design and development of forest fire monitoring terminal. 2018 International Conference on Sensor Networks and Signal Processing. 2019, (SNSP), 40-44.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
¿Cómo la implementación del Sistema de Información Geográfica contribuye en la Gestión de Incendios Forestales, Parque Arqueológico de Machupicchu, Cusco, ¿2021?	Implementar un sistema de información geográfica para gestionar los incendios forestales y reducir el impacto de los mismos en el Parque Arqueológico de Machupicchu, Cusco.	El sistema de información geográfica mejora significativamente la gestión de los incendios forestales, forestales y reduce el impacto de los mismos en el Parque Arqueológico de Machupicchu, Cusco.	VARIABLE 1 (V1) SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA	Es una tecnología que combina equipos informáticos, programa de computador, personal y procesos, que nos permiten realizar la captura, archivamiento, gestión, estudio y presentación de datos georeferenciados de manera gráfica y alfanumérica para diferentes aplicaciones en distintos espacios de la industria. (Cisterna 2017, p. 5).	Para determinar si los sistemas de información geográfica permiten georeferenciar los datos recolectados, realizar un análisis de datos especiales y la posible generar nueva cartografía se utilizará los datos recopilados desde diferentes fuentes utilizando una herramienta SIG de escritorio del tipo de software libre.	Información georreferenciada	El sistema dispone de las herramientas para georreferenciar la información recolectada.
						Análisis de datos espaciales	El sistema dispone de las herramientas para analizar los datos espaciales.
						Generación cartográfica	El sistema dispone de las herramientas para generar cartografía.
¿De qué manera la información georreferenciada contribuye en la gestión de los incendios forestales, Parque Arqueológico de Machupicchu, Cusco, 2021?	Analizar si la información georreferenciada mejora la gestión de los incendios forestales, Parque Arqueológico de Machupicchu, Cusco, 2021	La información georreferenciada mejora la gestión de los incendios forestales, Parque Arqueológico de Machupicchu, Cusco, 2021	VARIABLE 2 (V2) GESTION DE INCENDIOS FORESTALES	Gestión es la acción de recopilar, ordenar, registrar, consultar, analizar y reportar la información de los incendios forestales.	Para realizar la gestión de los incendios forestales y evaluar la extensión, estado y susceptibilidad de los incendios forestales suscitados en año 2021 en el Parque Arqueológico de Machupicchu una herramienta SIG de escritorio del tipo de software libre y se utilizara una herramienta SIG para la presentación y distribución web	Extensión (Extensión y porcentaje del Parque Arqueológico afectada por incendios forestales).	a) Área b) Porcentaje del Total del Área del Parque Arqueológico
¿Cuál de los análisis de datos espaciales contribuye en la gestión de los incendios forestales, Parque Arqueológico de Machupicchu, Cusco, 2021?	Identificar cuál de los análisis de datos espaciales mejora la gestión de los incendios forestales, Parque Arqueológico de Machupicchu, Cusco, 2021	El análisis de datos espaciales mejora la gestión de los incendios forestales, Parque Arqueológico de Machupicchu, Cusco, 2021				Estado (Describe el estado general de los bosques después de su afección por incendios forestales.)	a) Evaluación de la flora afectada b) Evaluación de la fauna afectada c) Evaluación del estado de los cuerpos de agua d) Evaluación del estado de los suelos
¿Cómo la generación de cartografía contribuye en la gestión de los incendios forestales, Parque Arqueológico de Machupicchu, Cusco, 2021?	Establecer si la generación de cartografía mejora la gestión de los incendios forestales, Parque Arqueológico de Machupicchu, Cusco, 2021	La generación de cartografía contribuye a la gestión de los incendios forestales del Parque Arqueológico de Machupicchu, Cusco, 2021				Susceptibilidad (Susceptibilidad de los bosques a los incendios forestales en el Parque Arqueológico)	a) Cobertura b) Susceptibilidad a incendios c) Área (ha) d) Porcentaje del Total del Área del Parque Arqueológico

Anexo 2. Matriz de Operacionalización de Variables

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD
VARIABLE 1 (V1) SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA	<p>Un Sistema de Información Geográfica (SIG) es una tecnología que involucra una gran variedad de usos y aplicaciones en distintos ámbitos de la industria. En estricto rigor un SIG se define como la integración de hardware, software, recursos humanos y procedimientos, destinados a la captura, almacenamiento, gestión, análisis y despliegue de datos referenciados espacialmente en forma gráfica y alfanumérica. (Cisterna, 2017, p. 5)</p>	<p>Para determinar si los sistemas de información geográfica permiten georreferenciar los datos recolectados, realizar un análisis de datos especiales y la posible generar nueva cartografía se utilizará los datos recopilados desde diferentes fuentes utilizando una herramienta SIG de escritorio del tipo de software libre.</p>	Información georreferenciada	El sistema dispone de las herramientas para georreferenciar la información recolectada.	SI/NO
			Análisis de datos espaciales	El sistema dispone de las herramientas para analizar los datos espaciales.	SI/NO
			Generación cartográfica	El sistema dispone de las herramientas para generar cartográfica.	SI/NO
VARIABLE 2 (V2) GESTION DE INCENDIOS FORESTALES	<p>Gestión es la acción de recopilar, ordenar, registrar, consultar, analizar y reportar la información de los incendios forestales.</p>	<p>Para realizar la gestión de los incendios forestales y evaluar la extensión, estado y susceptibilidad de los incendios forestales suscitados en año 2021 en el Parque Arqueológico de Machupicchu una herramienta SIG de escritorio del tipo de software libre y se utilizara una herramienta SIG para la presentación y distribución web</p>	Extensión (Extensión y porcentaje del Parque Arqueológico afectada por incendios forestales).	a) Área b) Porcentaje del Total del Área del Parque Arqueológico	HECTAREAS (Ha) %
			Estado (Describe el estado general de los bosques después de su afección por incendios forestales.)	a) Evaluación de la flora afectada b) Evaluación de la fauna afectada c) Evaluación del estado de los cuerpos de agua d) Evaluación del estado de los suelos/	SI/NO
			Susceptibilidad (Susceptibilidad de los bosques a los incendios forestales en el Parque Arqueológico)	c) Cobertura d) Susceptibilidad a incendios e) Área (ha) f) Porcentaje del Total del Área del Parque Arqueológico	TIPO FACTORES CONDICIONANTES /DESENCADENANTES HECTAREAS (Ha) %

Anexo 3. Juicio de Expertos



ANEXO N°04: CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: REYNA MANDUJANO, SAMUEL CARLOS
- 1.2. Cargo e institución donde labora: _____
- 1.3. Especialidad del validador: _____
- 1.4. Nombre del instrumento: Matriz de evaluación de instrumento - herramienta SIG de escritorio
- 1.5. Título de la investigación:
"Implementación del Sistema de Información Geográfica para la Gestión de Incendios Forestales del Parque Arqueológico de Machupicchu, Cusco, 2021"
- 1.6. Autor del instrumento: Espinoza Diaz, Gabriel Eduardo

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.					82
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.					82
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					82
4. Organización	Existe una organización lógica.					82
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					82
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					82
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos.					82
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones					82
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					82
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					82
PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN						82



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN: **82** %

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

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

San Juan de Lurigancho, 20 de mayo del 2022

Firma del experto informante

DNIN°: 915243320

Teléfono: 915243320

ANEXO N°04: CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN
IV. DATOS GENERALES

- 4.1. Apellidos y Nombres del validador: REYNA MANDUJANO , SAMUEL CARLOS
- 4.2. Cargo e institución donde labora: _____
- 4.3. Especialidad del validador: _____
- 4.4. Nombre del instrumento: Matriz de evaluación de instrumento - herramienta SIG para publicación y distribución por una intranet.
- 4.5. Título de la investigación:
"Implementación del Sistema de Información Geográfica para la Gestión de Incendios Forestales del Parque Arqueológico de Machupiochu, Cusco, 2021"
- 4.6. Autor del instrumento: Espinoza Diaz, Gabriel Eduardo

V. 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.					83
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.					83
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					83
4. Organización	Existe una organización lógica.					83
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					83
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					83
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos.					83
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones					83
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					83
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					83
PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN						83



VI. PROMEDIO DE VALORACIÓN: **83** %

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

San Juan de Lurigancho, 20 de mayo del 2022

Firma del experto informante

DNI N°: 915243320

Teléfono: 915243320

**ANEXO N°04: CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN****I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: HONORES BALCAZAR, CÉSAR FRANCISCO
- 1.2. Cargo e institución donde labora: _____
- 1.3. Especialidad del validador: _____
- 1.4. Nombre del instrumento: Matriz de evaluación de instrumento - herramienta SIG de escritorio
- 1.5. Título de la investigación:
"Implementación del Sistema de Información Geográfica para la Gestión de Incendios Forestales del Parque Arqueológico de Machupicchu, Cusco, 2021"
- 1.6. Autor del instrumento: Espinoza Diaz, Gabriel Eduardo

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
PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN						85



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN: **85** %

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

San Juan de Lurigancho, 20 de mayo del 2022

Firma del experto informante

DNI N°: 41134159 Teléfono: 970334583

**ANEXO N°04: CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN****IV. DATOS GENERALES**

- 4.1. Apellidos y Nombres del validador: HONORES BALCAZAR , CESAR FRANCISCO
- 4.2. Cargo e institución donde labora: _____
- 4.3. Especialidad del validador: _____
- 4.4. Nombre del instrumento: Matriz de evaluación de instrumento - herramienta SIG para publicación y distribución por una intranet.
- 4.5. Título de la investigación:
"Implementación del Sistema de Información Geográfica para la Gestión de Incendios Forestales del Parque Arqueológico de Machupicchu, Cusco, 2021"
- 4.6. Autor del instrumento: Espinoza Díaz, Gabriel Eduardo

V. 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
PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN						85



VI. PROMEDIO DE VALORACIÓN: **85** %

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

San Juan de Lurigancho, _____ de _____ del 20_____

Firma del experto informante

DNI N°: 41134159 Teléfono: 970334583

ANEXO N°04: CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Navarro Prada, William Paul
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Coordinador Ambiental - CCMEL
- 1.3. Especialidad del validador: Ingeniero Ambiental y de Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento: Matriz de evaluación de instrumento - herramienta SIG de escritorio
- 1.5. Título de la investigación:
"Implementación del Sistema de Información Geográfica para la Gestión de Incendios Forestales del Parque Arqueológico de Machupicchu, Cusco, 2021"
- 1.6. Autor del instrumento: Espinoza Díaz, Gabriel Eduardo

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.					92%
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.					95%
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					95%
4. Organización	Existe una organización lógica.					93%
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					95%
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					96%
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos.					96%
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones					97%
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					97%
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					97%
PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN						95,8



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VI. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 95 %

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

San Juan de Luján, 23 de Mayo del 20 22

WILIAN PAUL ESPINOZA PRADA
INGENIERO EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN
#reg. CIP N° 97489

Firma del experto informante

DNI N°: 10031933 Teléfono: 997149834



ANEXO N°04: CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

IV. DATOS GENERALES

- 4.1. Apellidos y Nombres del validador: Navarro Pareda, Wilson Paul
- 4.2. Cargo e institución donde labora: Coordinador Ambiental - CCMZL
- 4.3. Especialidad del validador: Ing. Ambiental y de Recursos Naturales
- 4.4. Nombre del instrumento: Matriz de evaluación de instrumento - herramienta SIS para publicación y distribución por una intranet.
- 4.5. Título de la investigación:
"Implementación del Sistema de Información Geográfica para la Gestión de Incendios Forestales del Parque Arqueológico de Machupicchu, Cusco, 2021"
- 4.6. Autor del instrumento: Espinoza Diaz, Gabriel Eduardo

V. 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.					92
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.					94
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					92
4. Organización	Existe una organización lógica.					95
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					96
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					94
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos.					93
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones					96
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					92
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					94
PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN						94



VI. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 95 %

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

San Juan de Lurigancho, 23 de Mayo del 20 22

WILMAN PACHECO PRADA
INGENIERO EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN
Reg. CIP N° 97489

Firma del experto informante

DNI N°: 10031933 Teléfono: 997149834

ANEXO N°04: CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Parades Quispe, Eloy
 1.2. Cargo e institución donde labora: Ins. de Base de Datos / Buena Ventura
 1.3. Especialidad del validador: Desarrollo de GIS
 1.4. Nombre del instrumento: Matriz de evaluación de instrumento - herramienta SIG de escritorio
 1.5. Título de la investigación:
 "Implementación del Sistema de Información Geográfica para la Gestión de Incendios Forestales del Parque Arqueológico de Machupicchu, Cusco, 2021"
 1.6. Autor del instrumento: Espinoza Díaz, Gabriel Eduardo

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.					96%
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.					92%
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					98%
4. Organización	Existe una organización lógica.					92%
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					92%
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.					90%
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos.					96%
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					92%
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					94%
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					98%
PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN						94%



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 94 %

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

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

San Juan de Lurigancho, 24 de Mayo del 2022

Firma del experto informante

CFP: 86473

DNI N°: 23985084 Teléfono: 966057280

ANEXO N°04: CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

IV. DATOS GENERALES

- 4.1. Apellidos y Nombres del validador: Parados Quispe, Eloy
 4.2. Cargo e institución donde labora: Ins. de Base de Datos / Buenaventura
 4.3. Especialidad del validador: Desarrollo GIS
 4.4. Nombre del instrumento: Matriz de evaluación de instrumento - herramienta SIG para publicación y distribución por una intranet.
 4.5. Título de la investigación:
 "Implementación del Sistema de Información Geográfica para la Gestión de Incendios Forestales del Parque Arqueológico de Machupicchu, Cusco, 2021"
 4.6. Autor del instrumento: Espinoza Diaz, Gabriel Eduardo

V. 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.					96 %
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.					90 %
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					90 %
4. Organización	Existe una organización lógica.					92 %
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					92 %
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					90 %
7. Consistencia	Basados en aspectos técnicos-científicos.					92 %
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones					92 %
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					94 %
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					92 %
PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN						92 %



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VI. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 92 %

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

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

San Juan de Lunancho, 24 de Mayo del 2022

Firma del experto informante

CIP: 86473

DNI N°: 23985084 Teléfono: 966057280

**ANEXO N°04: CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN****I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Gonzales Murga Francesca Jenifer Zulay
 1.2. Cargo e institución donde labora: Ingeniera de Medio Ambiente - CCM2L
 1.3. Especialidad del validador: Ingeniera Ambiental
 1.4. Nombre del instrumento: Matriz de evaluación de instrumento - herramienta SIG de escritorio
 1.5. Título de la investigación:
 "Implementación del Sistema de Información Geográfica para la Gestión de Incendios Forestales del Parque Arqueológico de Machupicchu, Cusco, 2021"
 1.6. Autor del instrumento: Espinoza Díaz, Gabriel Eduardo

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.					95
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.					92
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					99
4. Organización	Existe una organización lógica.					96
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					95
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					96
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos.					98
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones					98
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					98
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					99
PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN						96



III. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 96 %

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

San Juan de Lurigancho, 25 de Mayo del 2022

FRANCESCA JENIFER ZULAY
GONZALES MURGA
INGENIERA AMBIENTAL
Reg. CIP N° 222918

Firma del experto informante

DNI N°: 77097786

Teléfono: 952409563



ANEXO N°04: CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

IV. DATOS GENERALES

- 4.1. Apellidos y Nombres del validador: Gonzales Murcia Francesca Jenifer Zulay
- 4.2. Cargo e institución donde labora: Ingeniera de medio Ambiente - CAYZL
- 4.3. Especialidad del validador: Ingeniera Ambiental
- 4.4. Nombre del instrumento: Matriz de evaluación de instrumento - herramienta SIG para publicación y distribución por una intranet.
- 4.5. Título de la investigación:
"Implementación del Sistema de Información Geográfica para la Gestión de Incendios Forestales del Parque Arqueológico de Machupicchu, Cusco, 2021"
- 4.6. Autor del instrumento: Espinoza Diaz, Gabriel Eduardo

V. 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.					95
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.					92
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					99
4. Organización	Existe una organización lógica.					96
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					95
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					96
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos.					98
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones					98
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					98
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					99
PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN						96



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VI. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 96 %

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

San Juan de Lurigancho, 25 de Mayo del 2022

FRANCESCA JENIFER ZUAY
GONZALES MURGA
INGENIERA AMBIENTAL
Reg. CIP N° 222918
Firma del experto informante

DNI N°: 77091780 Teléfono: 952409563