



Universidad Nacional Autónoma de Chota

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Unidad de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería

Forestal y Ambiental

RESOLUCIÓN DE COORDINACIÓN N° 251-2025-FCA/UNACH

“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, Director de la Unidad de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, **hace constar** que la tesis de investigación Titulada “**Zonas vulnerables a incendios forestales a través de sistemas de información geográfica en el distrito de Conchán - Chota**”; ejecutado por el Bachiller **Jorge Nerio Fernández Torres** de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental, **asesorado por la M. Sc. Yuli Anabel Chávez Juanito**; presenta un **ÍNDICE DE SIMILITUD DEL 18%**, sin incluir bibliografía; por lo tanto, cumple con el criterio de evaluación de originalidad establecido en el REGLAMENTO DE GRADOS Y TÍTULOS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA aprobado mediante RESOLUCIÓN DE COMISIÓN ORGANIZADORA N°120-2022-UNACH.

Se expide la presente, a petición de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

Chota, 17 de julio de 2025.

Atentamente


Dr. Jim Jairo Villena Velásquez
Unidad de Investigación de EPIFA
UNACH

Jorge Nerio Fernández Torres

Jorge Nerio

 Jorge Nerio

 JORGE NERIO

 Universidad Nacional Autonoma de Chota

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3297453277

Fecha de entrega

17 jul 2025, 9:32 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

17 jul 2025, 9:35 a.m. GMT-5

Nombre de archivo

INFORME_FINAL_DE_TESIS_-_JORGE_NERIO_FERN_NDEZ_TORRES.odt

Tamaño de archivo

18.7 MB

98 Páginas

13.952 Palabras

80.122 Caracteres




18% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 9 palabras)

Fuentes principales

- 17%  Fuentes de Internet
- 6%  Publicaciones
- 7%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Fuentes principales

- 17% Fuentes de Internet
- 6% Publicaciones
- 7% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Internet	repositorio.unach.edu.pe	3%
2	Internet	hdl.handle.net	3%
3	Internet	sigrid.cenepred.gob.pe	1%
4	Internet	docplayer.es	<1%
5	Internet	ciencialatina.org	<1%
6	Internet	alicia.concytec.gob.pe	<1%
7	Internet	www.grafiati.com	<1%
8	Internet	repositorio.ucv.edu.pe	<1%
9	Internet	repositorio.uncp.edu.pe	<1%
10	Internet	repositorio.unicach.mx	<1%
11	Internet	pdffox.com	<1%

12	Internet	repositorio.continental.edu.pe	<1%
13	Internet	www.repositorio.unach.edu.pe	<1%
14	Internet	eprints.uanl.mx	<1%
15	Internet	www.artevttamutfak.com	<1%
16	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Hermilio Valdizan	<1%
17	Internet	cenepred.gob.pe	<1%
18	Internet	repositorio.uchile.cl	<1%
19	Trabajos del estudiante	Universidad Estatal a Distancia	<1%
20	Internet	repositorio.uct.edu.pe	<1%
21	Internet	cienciadigital.org	<1%
22	Internet	repositorio.unc.edu.pe	<1%
23	Internet	repositorio.unfv.edu.pe	<1%
24	Internet	www.coursehero.com	<1%
25	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga	<1%

26	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo	<1%
27	Trabajos del estudiante	Universidad Politecnica Salesiana del Ecuador	<1%
28	Internet	tesis.pucp.edu.pe	<1%
29	Trabajos del estudiante	Pontificia Universidad Católica de Chile	<1%
30	Internet	riujap.ujap.edu.ve	<1%
31	Internet	copa.acguanacaste.ac.cr	<1%
32	Internet	dspace.unach.edu.ec	<1%
33	Internet	repositorio.upse.edu.ec	<1%
34	Trabajos del estudiante	Roberto Cortes	<1%
35	Internet	es.scribd.com	<1%
36	Internet	repositorio.unesum.edu.ec	<1%
37	Internet	repositorio.upt.edu.pe	<1%
38	Trabajos del estudiante	uncedu	<1%
39	Internet	www.redalyc.org	<1%

40	Internet	1library.org	<1%
41	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Autonoma de Chota	<1%
42	Internet	idoc.pub	<1%
43	Internet	repositorio.unheval.edu.pe	<1%
44	Internet	www.researchgate.net	<1%
45	Publicación	Flores Apaza, Rosel. "Análisis de rentabilidad económica de producción de quesos..."	<1%
46	Trabajos del estudiante	Universidad San Ignacio de Loyola	<1%
47	Trabajos del estudiante	Universidad TecMilenio	<1%
48	Internet	pactodealcaldes-la.org	<1%
49	Internet	repositorio.udh.edu.pe	<1%
50	Internet	repositorio.undac.edu.pe	<1%
51	Internet	web2.senamhi.gob.pe	<1%
52	Internet	cdn.www.gob.pe	<1%
53	Internet	dgrs.unmsm.edu.pe	<1%

54	Internet	dspace.utb.edu.ec	<1%
55	Internet	prezi.com	<1%
56	Internet	repositorio.unap.edu.pe	<1%
57	Internet	ridum.umanizales.edu.co	<1%
58	Internet	theibfr.com	<1%
59	Internet	udspace.udel.edu	<1%
60	Internet	worldwidescience.org	<1%
61	Internet	www.cbd.int	<1%
62	Internet	www.preventionweb.net	<1%
63	Publicación	Arista Alarcon, Katia Lizet Contreras Jugo, Estela Heddy Herrera Chang, Juan J...	<1%
64	Trabajos del estudiante	KAZGUU University	<1%
65	Trabajos del estudiante	fucn	<1%
66	Internet	latam.redilat.org	<1%
67	Internet	repositorio.ulasalle.edu.pe	<1%

68	Internet	repositorio.unal.edu.co	<1%
69	Internet	ri.uaemex.mx	<1%
70	Internet	tesis.usat.edu.pe	<1%
71	Internet	www.centroladehesa.info	<1%
72	Internet	www.uncosa.unvienna.org	<1%
73	Publicación	CLEAN TECHNOLOGY S.A.C.. "EIA-SD del Proyecto Infraestructura de Tratamiento ...	<1%
74	Publicación	Galaviz-Olivas, Cynthia. "Heridas Al Corazon: Quantitative Study on Suffering and ...	<1%
75	Trabajos del estudiante	Universidad Politécnica del Perú	<1%
76	Internet	apirepositorio.unu.edu.pe	<1%
77	Internet	biblioteca2.ucab.edu.ve	<1%
78	Internet	cybertesis.unmsm.edu.pe	<1%
79	Internet	doe.juntaex.es	<1%
80	Internet	ecosur.repositorioinstitucional.mx	<1%
81	Internet	eprints.rclis.org	<1%

82	Internet	escholarship.org	<1%
83	Internet	link.springer.com	<1%
84	Internet	pirata.jmgoig.org	<1%
85	Internet	repositorio.espe.edu.ec	<1%
86	Internet	repositorio.igp.gob.pe	<1%
87	Internet	repositorio.uladech.edu.pe	<1%
88	Internet	repositorio.urp.edu.pe	<1%
89	Internet	repositorio.usil.edu.pe	<1%
90	Internet	repository.usta.edu.co	<1%
91	Internet	spanishlanguageschoolcee.blogspot.com	<1%
92	Internet	www.slideshare.net	<1%
93	Internet	www.tribunalconstitucional.gov.ec	<1%

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y

AMBIENTAL



**ZONAS VULNERABLES A INCENDIOS FORESTALES A TRAVÉS DE SISTEMAS DE
INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL DISTRITO DE CONCHÁN - CHOTA.**

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE:

INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL

PRESENTADO POR:

Bachiller: Jorge Nerio Fernández Torres


Ing. M. Sc. Yuli Anabel Chávez Juanito
Docente EPIFA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

Asesor: Ing. M. Sc. Yuli Anabel Chávez Juanito

CHOTA – PERÚ

2025



Anexo 01:

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

REG. N° 021-2025-FCA

Siendo las 10: 00 horas, del día 25 de abril del 2025, los miembros del Jurado de Tesis titulada: **ZONAS VULNERABLES A INCENDIOS FORESTALES A TRAVÉS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL DISTRITO DE CONCHÁN - CHOTA**, integrado por:

M. Sc. James Alexander Chamaya Gonzáles. Presidente

M. Sc. Jim Jairo Villena Velásquez. Secretario

Mtr. Leyla Catherine Alarcón Alarcón. Vocal

Sustentada de manera presencial por el Bach. **Jorge Nerio Fernández Torres** y asesorado por **M. Sc. Yuli Anabel Chávez Juanito** con la finalidad de obtener el Título Profesional de Ingeniero Ingeniero Forestal y Ambiental.

Terminada la sustentación, con las preguntas formuladas por los integrantes del Jurado y las respuestas otorgadas por el graduando, luego de deliberar, acuerda aprobar..... la tesis, por UNANIMIDAD.....; calificándola con la nota de: 16. (Dieciséis.....), se eleva la presente Acta al Coordinador de la Facultad de Ciencias Agrarias, a fin de que se le declare EXPEDITO para conferirle el correspondiente título profesional

Colpa Matara, 25 de abril del 2025

.....
M. Sc. James Alexander Chamaya Gonzáles

Presidente

.....
M. Sc Jim Jairo Villena Velásquez

Secretario

.....
Mtr. Leyla Catherine Alarcón Alarcón

Vocal

.....
M. Sc. Yuli Anabel Chavez Juanito

Asesor

DEDICATORIA

Dedico mi tesis principalmente a Dios proporcionar vida, salud y asimismo darme la fuerza necesaria para culminar esta meta.

A mis padres

Este logro académico es un tributo a mis padres por el sacrificio que han hecho para darme la oportunidad de estudiar. El éxito mío se basa en cada esfuerzo que han hecho, cada día de trabajo y cada decisión que han tomado en mi nombre. Su compromiso y dedicación para mi educación es un obsequio que aprecio enormemente. Esta tesis es un reflejo de su amor y sacrificio, y me llena de orgullo reconocerlos de esta manera. Estoy agradecido por iluminar el camino hacia el conocimiento y por enseñarme lo importante que es trabajar duro y aprender. Padres, los amo mucho.

A mis hermanos

Querido hermano y hermana son extraordinarios y únicos, son lo más preciado que la vida me ha brindado, sin duda son el mejor ejemplo de amor y trabajo duro, gracias por acompañarme en este camino tan importante para mí, son sin duda lo mejor de lo mejor.

A mi novia

Por ser quien me motiva en mi vida orientada al éxito, por lo que fue el componente ideal para alcanzar este ansiado y muy preciado triunfo en la vida, haber concluido satisfactoriamente esta tesis, ser agradecido con esa persona que se interesó por mí en cada instante y que siempre aspira lo mejor para mi futuro.

AGRADECIMIENTO

“Expresar mi agradecimiento especialmente a mis queridos padres Elena Torres Ramos y Fidel Fernández Delgado, quienes permanentemente me han otorgado su incondicional apoyo de tal manera lograr mis objetivos personales y académicos. Son ellos con su amor y cariño, siempre me han motivado a seguir mis sueños y nunca dejar de perseguirlas ante los obstáculos. De igual forma, son quienes me han proporcionado respaldo económico y material de esa manera poder enfocarme en mis estudios y no abandonarlos”.

“Me gustaría expresar mi más sincera gratitud a mi asesora de tesis por su apoyo y paciencia, porque sin su orientación y correcciones apropiadas no estaría llegando a esta instancia tan esperada. Agradezco su guía y todas sus recomendaciones; siempre los recordare en mi trayectoria profesional futura”.

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	13
ABSTRACT.....	14
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN	15
1.1. Planteamiento del problema.....	15
1.2. Formulación del problema	16
1.3. Justificación.....	17
1.4. Objetivos	18
1.4.1. Objetivo general	18
1.4.2. Objetivos específicos.....	18
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	19
2.1. Antecedentes	19
2.1.1. A nivel mundial	19
2.1.2. A nivel nacional.....	20
2.1.3. A nivel local.....	21
2.2 Bases teóricas - científicas	22
2.2.1. Vulnerabilidad	22
2.2.2. Incendio forestal (IF) definición.....	23
2.2.3. Tipos de incendios forestales.....	23
2.2.3.1. Incendios de Superficie.....	23
2.2.3.2. Incendios de Copa.....	23
2.2.3.3. Incendios de Subsuelo.....	23
2.2.4. Factores condicionantes en el comportamiento del fuego.....	24
2.2.4.1. Factores condicionantes territoriales.....	24
2.2.4.2. Factores condicionantes climáticos.....	24
2.2.5. Sistemas de información geográfica.....	25
2.2.6. Submodelo de peligro a incendios forestales	26
2.2.6.1. Submodelo de peligro antropogénico de incendios forestal	26
2.2.6.2. Submodelo de vulnerabilidad natural de incendios forestales	26
2.3. Marco conceptual	27
2.3.1. Fuego	27
2.3.2. Modelamiento cartográfico.....	27
2.3.3. Software ArcGis	27

3.3.4. Shapefile	27
3.3.5. Información tipo ráster	28
2.4. Hipótesis.....	28
2.6. Operacionalización de variables.....	29
CAPITULO III. MARCO METODOLÓGICO	30
3.1. Tipo y nivel de investigación	30
3.2. Diseño de investigación	30
3.3. Métodos de investigación.....	30
3.3.1. Ubicación de la investigación.....	31
3.3.2. Elección de software.....	33
3.3.3. Adquisición de datos	33
3.3.4. Procesamiento de datos	33
3.3.5. Georreferenciación de los datos	33
3.3.6. Integración de los datos	34
3.3.7. Validación de datos	34
3.4. Población, muestra y muestreo	34
3.4.1. Población	34
3.4.2. Muestra	34
3.4.3. Muestreo	34
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	35
3.5.1. Técnicas de recolección de datos.....	35
3.5.1.1. Recolección de información.	35
3.5.1.2. Observación.	35
3.5.2. Instrumento para la recolección de datos	35
3.5.2.1. Sistema de Posicionamiento Global (GPS).....	35
3.5.2.2. Laptop.	35
3.5.2.3. ArcGIS 10.8.....	35
3.5.2.4. Cámara fotográfica.....	36
3.5.2.5. Libreta de campo.....	36
3.5.2.6. Guía del Centro Nacional de Estimación Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED).....	36
3.6. Técnicas del procesamiento y análisis de datos	36
3.6.1. Recopilación de la información.....	36

3.6.2. Consolidación y procesamiento de datos de la información.	37
3.6.3. Generación de la base de datos.	37
3.6.4. Aplicación de los criterios de estimación de las unidades de cada variable para el desarrollo del submodelo de vulnerabilidad a incendios forestales.	38
3.6.4.1. Pendiente.	38
3.6.4.2. Precipitación.	39
3.6.4.3. Temperatura. Las altas temperaturas aumentan la vulnerabilidad de incendios forestales porque secan la vegetación la hacen más inflamable y facilita la propagación de las llamas.	40
3.6.4.4. Cobertura vegetal.	40
3.6.4.5. Centros poblados.	41
3.6.4.6. Vías de acceso.	41
3.6.4.7. Submodelo de vulnerabilidad a incendios forestales	42
3.6.3. Cartografía final de las zonas vulnerables a incendios forestales.	43
3.6.4. Recopilación de datos de campo	43
3.6.5. Comparación de datos de campo con resultados del modelo	43
3.6.6. Descripción de medidas de prevención contra incendios forestales.	44
3.8. Aspectos éticos.	44
CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.	45
4.1. Descripción de resultados.	45
4.1.1. Mapa de pendiente.	45
4.1.2. Mapa de cobertura vegetal.	48
4.1.3. Mapa de temperatura	50
4.1.4. Mapa de precipitación	52
4.1.5. Mapa de centros poblados	54
4.1.6. Mapa de vías de acceso	57
4.1.7. Niveles de vulnerabilidad por cada una de las variables	59
4.1.8. Criterio de la pendiente.	59
4.1.9. Criterio de cobertura vegetal	62
4.1.10. Criterio de vías de acceso	64
4.1.11. Criterio de precipitación	66
4.1.12. Criterio de centros poblados.	68
4.1.13. Criterio de temperatura.	70

4.1.14. Submodelo de incendios forestales.....	72
4.1.15. Verificación en campo.....	75
4.1.16. Medidas de prevención contra incendios forestales	76
4.2. Contracción de hipótesis	78
4.3. Discusión de resultados	78
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	83
5.1. CONCLUSIONES	83
5.2. RECOMENDACIONES	84
CAPITULO VI. REFERENCIAS.....	85
CAPITULO VII. ANEXOS	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2. Cartografía base	37
Tabla 3. Valoración de vulnerabilidad de incendios forestales	38
Tabla 4. Valoración pendientes modelo de vulnerabilidad a incendios forestales	39
Tabla 5. Valoración de la precipitación promedio anual adaptado al modelo de vulnerabilidad a incendios forestales	39
Tabla 6. Valoración de temperatura modelo vulnerabilidad a incendios forestales	40
Tabla 7. Valoración de la cobertura vegetal modelo de vulnerabilidad a incendios forestales ..	40
Tabla 8. Valoración de centros poblados modelo de vulnerabilidad a incendios forestales.....	41
Tabla 9. Valoración de vías de acceso del modelo de vulnerabilidad a incendios forestales	41
Tabla 10. Ponderación de las variables de vulnerabilidad a incendios forestales.....	43
Tabla 11. Distribución de rangos y áreas de las pendientes.....	45
Tabla 12. Cobertura vegetal del distrito Conchán.....	48
Tabla 13. Distribución de temperatura.....	50
Tabla 14. Tabla de precipitación.....	52
Tabla 15. Distribución de centros poblados.....	54
Tabla 16. Vías de accesos categoría vecinal	57
Tabla 17. Niveles de vulnerabilidad a incendios forestales según pendientes.....	60
Tabla 18. Niveles de vulnerabilidad a incendios forestales - cobertura vegetal	62
Tabla 19. Niveles de vulnerabilidad a incendios forestales - vías de acceso.....	64
Tabla 20. Niveles de vulnerabilidad a incendios forestales - precipitación.....	66
Tabla 21. Niveles de vulnerabilidad a incendios forestales - centros poblados.....	68

Tabla 22. Niveles de vulnerabilidad a incendios forestales - Temperatura	70
Tabla 23. Resultados del submodelo de zonas vulnerables a incendios forestales.....	73
Tabla 24. Escenario de las zonas vulnerables a incendios forestales.....	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del distrito de Conchán	32
Figura 2. Mapa de pendientes del distrito de Conchán.....	47
Figura 3. Mapa de cobertura vegetal del distrito de Conchán	49
Figura 4. Mapa de temperatura	51
Figura 5. Mapa de precipitación distrito Conchán.....	53
Figura 6. Mapa de centros poblados	56
Figura 7. Mapa de vías de acceso	58
Figura 8. Mapa criterio pendientes	61
Figura 9. Mapa criterio cobertura vegetal.....	63
Figura 10. Mapa criterio vías de acceso	65
Figura 11. Mapa criterio precipitación.	67
Figura 12. Mapa criterio centros poblados	69
Figura 13. Mapa criterio temperatura	71
Figura 14. Distribución porcentual de vulnerabilidad a incendios forestales.....	73
Figura 15. Mapa final de vulnerabilidad a incendios forestales	74
Figura 16. Área vulnerable a incendios forestales en el centro poblado Cruz Conga	91
Figura 17. Toma de datos en el área vulnerable identificada a incendios forestales en el centro poblado de Cruzconga.....	91
Figura 18. Verificación en campo de área vulnerable a incendios forestales en la localidad de Choruloma.....	92
Figura 19. Toma de datos de área vulnerable incendios forestales identificada en la localidad de Choruloma.....	92

Figura 20. Área vulnerable a incendios forestales ubicada en la localidad de La Rinconada ...	93
Figura 21. Verificación en campo de área vulnerable a incendios forestales en la localidad de la Rinconada	93
Figura 22. Área vulnerable a incendios forestales en la localidad El Rejo	94
Figura 23. Constatación de área vulnerable a incendios forestales en la localidad de El Rejo ..	94
Figura 24. Verificación de área vulnerable a incendios forestales ubicado en la localidad de La Palma.....	95
Figura 25. Área vulnerable a incendios forestales ubicado en la localidad de Ramalpon.....	95
Figura 26. Verificación de áreas vulnerables a incendios forestales en la localidad de Lascan ..	96
Figura 27. Área vulnerable a incendios forestales ubicado en la localidad de Chetilla	96
Figura 28. Área vulnerable a incendios forestales en la localidad del Ojo del Agua	97

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo identificar áreas vulnerables a incendios forestales en el distrito de Conchán – Chota, utilizando sistemas de información geográfica (SIG). Para ello se basó en la evaluación multicriterio mediante superposición ponderada, integrando criterios como: pendiente, precipitación, temperatura, cobertura vegetal, centros poblados y vías de acceso con su respectiva ponderación, para el nivel bajo (1), nivel medio (2) y nivel alto (3) de vulnerabilidad, basado en la guía de escenarios de riesgos por incendios forestales del Centro (Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres, estos criterios se procesaron en el ArcGis 10.8, logrando obtener 17 áreas de vulnerabilidad alta con una extensión total de 1 414,53 ha (9,24%) del territorio del distrito de Conchán, distribuidas principalmente en los caseríos de Cruzconga, Choruloma, La Rinconada, El Rejo, Chames, Ramalpon, Lascan, Membrillo, La Palma, Chetilla, El Granero, El Progreso, Yantayo, Chuchil y Ojo del Agua. Además, se presentó las zonas que representan los niveles de riesgo medio con 4 502,51 ha (29,43%) y nivel bajo con 9 384,48 ha (61,33%). En la verificación de campo en estas áreas se encontró vegetación arbustiva, cultivos permanentes, transitorios, pastizales y plantaciones forestales; visualizándose pendientes pronunciadas en estas zonas.

Palabras claves: Áreas vulnerables, incendios forestales, sistemas de información geográfica (SIG), ponderación.

ABSTRACT

The objective of this study was to identify areas vulnerable to forest fires in the district of Conchán - Chota, using geographic information systems (GIS). This was based on a multi-criteria evaluation through weighted superimposition, integrating criteria such as: slope, precipitation, temperature, vegetation cover, population centers and access roads with their respective weighting, for the low level (1), medium level (2) and high level (3) of vulnerability, based on the guide for forest fire risk scenarios of the National Center for Estimation, Prevention and Reduction of Disaster Risk (CENEPRED, 2020), these criteria were processed in ArcGis 10. 8, obtaining 17 areas of high vulnerability with a total area of 1,414.53 ha (9.24%) of the territory of the district of Conchán, distributed mainly in the hamlets of Cruzconga, Choruloma, La Rinconada, El Rejo, Chames, Ramalpon, Lascan, Membrillo, La Palma, Chetilla, El Granero, El Progreso, Yantayo, Chuchil and Ojo del Agua. In addition, there were areas representing medium risk levels with 4,502.51 ha (29.43%) and low risk levels with 9,384.48 ha (61.33%). Field verification in these areas revealed shrub vegetation, permanent and transitory crops, pastures and planted forests, with steep slopes in these areas.

Keywords: Vulnerable areas, forest fires, geographic information systems (GIS), weighting.

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

Los incendios forestales provocan una serie de efectos ecológicos que varían según la fuerza del fenómeno, la regularidad en la recurrencia, la ubicación geográfica del área, la regeneración de la zona boscosa y la misma duración. Estos impactos se manifiestan a través de la mortalidad de los animales, el deterioro del suelo evidenciado en la erosión, la pérdida de la vegetación, contaminación de los recursos hídricos, la desertificación y los derrumbes, alteraciones en la calidad de los servicios de los ecosistemas, así como cambios en el balance ecológico y el microclima (Samamé, 2023). Se estima que las acciones humanas provocan el 99% de los incendios forestales y únicamente el resto se debe a fenómenos naturales como el caída de rayos generados por tormentas eléctricas y la erupción de volcanes. Según la estimación de los años recientes, cerca de la mitad de estos incendios son resultado de actividades de agricultura y pecuaria, urbanización, sumada a las acciones deliberadas y las negligencias de individuos que no consiguen apagar adecuadamente sus cigarrillos o fogatas (Salcedo, 2021).

La (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico [OCDE], 2023) afirma que, en numerosos países a nivel mundial, la incidencia y severidad de los incendios forestales, junto con la extensión de la temporada de fuego, están en constante aumento. Además, va en aumento la incidencia de los incendios forestales extremos, es decir, aquellos que son particularmente graves debido a su magnitud, duración, intensidad e impacto. Por otro lado, en el Perú en los últimos tiempos se está observando un aumento en las incidencias de incendios forestales provocada por la acción antrópica y de forma natural, el ser humano realiza actividades de quema con el objetivo de cambiar el uso de las tierras (actividades agrícolas y ganaderas) lo cual trae

como resultado la destrucción de la cubierta forestal, la desaparición de animales, deterioro del legado cultural, la contaminación del aire y aguas, según el (Centro Nacional de Estimación Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres [CENEPRED], 2020).

El distrito de Conchán, provincia de Chota, viene siendo afectado con incendios forestales, causando daños irreversibles en las plantaciones y la poca flora y fauna que todavía existe en la localidad. El factor desencadenante principal que produce los incendios forestales es la intervención del hombre, mediante las quemas y hechos negligentes de arrojar objetos que pueden producir fuego sobre la cubierta vegetal seco. Además de las graves consecuencias medioambientales, los incendios siempre provocan daños y pérdidas económicas. El distrito de Conchán está influenciado por factores físicos y demográficos como la cobertura del suelo como pastizales, bosques, casas, cultivos de transición, por lo que es muy propensa a los incendios. Por otro lado, diversas medidas fitosanitarias (uso de pesticidas y fungicidas) generan residuos sólidos inflamables, que por sus propiedades químicas contribuirán a la propagación de los incendios, así como al grado de intensificación y resistencia al control del fuego.

1.2. Formulación del problema

¿Cuáles serán las posibles áreas vulnerables a incendios forestales en el distrito de Conchán, Chota a través de la utilización de los sistemas de información geográfica (SIG)?

1.3. Justificación

Los incendios forestales vienen generando grandes impactos negativos puesto que está acabando con la flora y fauna existente además de la degradación de los ecosistemas.

Por tal motivo este estudio se enfocó en identificar zonas de vulnerabilidad a incendios forestales en su entorno natural y por intervención humana, además de las sequías pronunciadas de la región, muchas áreas han experimentado incendios debido a cambios en los ecosistemas causados por las actividades tales como agropecuarias y urbanización. Por lo tanto, este trabajo se concentró en determinar los factores geográficos, naturales y las acciones humanas relacionadas con la vulnerabilidad a incendios forestales, empleando sistemas de información geográfica (SIG).

Este estudio brinda un aporte científico y técnico para lograr determinar la ubicación de zonas vulnerables a incendios forestales en el distrito de Conchán, mediante la elaboración del submodelo geoespacial es consiguiendo la identificación de áreas vulnerables a incendios. Además, de aportar una base de datos que sirva y colabore con la concientización de la población en general.

Asimismo, este estudio se convertirá en un referente para estudios posteriores, puesto que esta investigación se basa en métodos y teorías que van a originar productos que teóricamente son lineamientos para la identificación de zonas vulnerables a incendios forestales en el distrito de Conchán, siendo una herramienta práctica, útil y de fácil interpretación para la población en general, de esta manera brindar una alternativa innovadora y actual.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Identificar áreas vulnerables a incendios forestales en el distrito de Conchán, Chota utilizando sistemas de información geográfica (SIG).

1.4.2. Objetivos específicos

- ✓ Conocer las causas y fenómenos naturales que interviene en la propagación de incendios forestales que están afectando los territorios del distrito de Conchán.

- ✓ Identificar cuáles son los factores que influyen en la propagación de los incendios forestales.

- ✓ Proponer medidas de prevención en las posibles áreas con vulnerabilidad alta a incendios forestales en el distrito de Conchán.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. A nivel mundial

Logaña y Cando (2024) identificaron un componente de previsión para la disminución de incendios forestales dentro de la Reserva Geobotánica Pululahua RGP en épocas de verano, este estudio utilizó los sistemas de información geográfica, por medio del análisis de imágenes Ecostress/ECO2LST-Sentinel 3, para establecer la temperatura del terreno y el modelo morfométrico fundamentado en el índice de humedad topográfica y de efecto del viento, con el objetivo de definir pequeños flujos de transferencias de calor para la difusión del fuego desde las geoformas bajas hasta las elevadas. La mezcla de estos procedimientos identificó cuatro áreas propensas a incendios forestales cuyas temperaturas oscilan entre $-4,15^{\circ}\text{C}$ y superan los 24°C , con índices de energía térmica que oscilan entre 16,386 y 19,273 (w/m^2) en microcuencas geomorfológicamente cerradas que poseen concentraciones significativas de biomasa. Estos territorios abarcan las áreas de Niebli de Monjas, Chaupizacha, Hacienda la Playa, San José de Neblí, y otras áreas próximas a la reserva.

Toaza *et al.* (2021) aplicaron sistemas de la información geográfica para identificar áreas quemadas desde un aspecto multitemporal en la provincia de Chimborazo, Ecuador. En su metodología determina la ocurrencia de incendios forestales, la que basó en el producto para áreas incineradas de MODIS conocido como MCD64A1, el cual establece áreas incineradas que superan o exceden 25 ha y su fecha de inicio. La demarcación del área impactada y la gravedad de las quemadas se llevó a cabo

a través de los índices espectrales NBR y NDVI (pre y post incendio), obtenidos a partir de las imágenes empleadas anteriormente para validar la zona de afectación. El procesamiento previo y posterior se llevó a cabo a través del software QGIS 3.4, como resultado se obtuvo la identificación de 10 incendios que tuvieron lugar en Chimborazo entre 2015 y 2018, afectando un total de 2760,59 ha, también se establecieron las coberturas impactadas por estos sucesos, en tal sentido la región más dañada fue el páramo.

Vargas-Sanabria y Campos-Vargas (2018) ejecutaron el modelo de vulnerabilidad ante incendios forestales para el Área de Conservación Guanacaste, Costa Rica, utilizando técnicas de análisis y modelado geoespacial y de interpretación fotográfica basadas en SIG, se identificaron las áreas que habían sido afectadas por el incendio. Sobre esa base, se integró un método para caracterizar los factores geográficos y humanos que ocurren en la zona a través de la investigación de campo. Obtuvieron como resultados que, los modelos de vulnerabilidad a escala reducida aportan numerosos datos para enriquecer modelos más sofisticados que se han implementado a escala global.

2.1.2. A nivel nacional

Moscoso (2023) elaboraron el plan de gestión de riesgos para incendios forestales mediante el sistema de información geográfica en Chongos Alto, Junín. La investigación fue de diseño no experimental transversal y con una perspectiva cuantitativa. Para recolectar los datos necesarios y demostrar la hipótesis, aplicaron encuestas a 225 habitantes, formulando 15 preguntas a cada uno de ellos. Como resultado final se comprobó las hipótesis mediante el método multicriterio de esa manera se identificaron las zonas susceptibles a incendios forestales. Finalmente determinaron que el uso de

aplicaciones tecnologías de información geográfica, aporta beneficio en la disminución de los riesgos a incendios forestales.

Guevara (2021) realizaron el análisis de la deforestación ocasionada por incendios forestales en el periodo 2010-2020 en el distrito de Ccatcca, Quispicanchis (Cusco). La metodología empleada fue por medio del procesamiento, en el software ArcMap 10.5, de imágenes obtenidas del satélite Landsat. Para identificar los incendios, se utilizó el producto llamado focos de calor que facilita el sensor MODIS. Como resultados obtuvieron que las áreas afectadas por los incendios en el bosque y en los pastizales en los años 2013, 2019 y 2020 fueron de 31,90 ha, 29,12 ha. y 116 ha respectivamente, la reducción más significativa de la cubierta vegetal se produjo durante esos años.

En el Perú, la incidencia de incendios forestales ha aumentado en años recientes. Estas acciones pueden causar muchas pérdidas económicas graves; siendo los resultados devastadores para los bosques y la vida silvestre, así como para los cultivos agrícolas. Asimismo, estos hechos destruyen la vida en el suelo, la vida silvestre, contamina el agua y el aire, poniendo en riesgo la salud y el bienestar de la humanidad (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre [SERFOR], 2018).

2.1.3. A nivel local

Nakada (2022) demuestra el modelo digital de vulnerabilidad a incendios forestales en la provincia de Cajamarca, Perú utilizando el método o una combinación lineal ponderada de variables como vegetación, asentamiento, precipitación, temperatura, pendiente, accesibilidad e inflamabilidad. Se lograron reconocer seis variables de

vulnerabilidad, tales como: clase de cobertura de vegetación, pendiente, centros poblados, accesibilidad, clima y combustible. Igualmente, se estableció que todos los distritos de la provincia de Cajamarca tienen áreas de alta vulnerabilidad, siendo la agricultura en la costa y sierra de la provincia la que más contribuye a este resultado (43,5% de la alta vulnerabilidad). Por otro lado, se categorizaron con vulnerabilidad moderada los bosques montañosos, los xéricos interandinos y los montanos occidentales de la provincia de Cajamarca.

2.2 Bases teóricas - científicas

2.2.1. Vulnerabilidad

Es el grado en que un elemento está expuesto o débil, así como la facilidad con la que puede dañarse por eventos antinaturales o provocados por el hombre dando como resultado pérdidas humanas y materiales, cuya magnitud se está determinando por niveles de peligrosidad (Instituto Nacional de Defensa Civil [INDECI], 2022).

Entendamos que la vulnerabilidad frente a la ocurrencia de un incendio, que hace referencia a la incapacidad de una comunidad, grupo social o ecosistema, para asimilar o ajustarse a los impactos de un determinado cambio, en nuestro caso, un incendio puede generar diversos impactos en su entorno. La vulnerabilidad es un sistema dinámico que surge de la interacción entre varios factores y características (tanto endógenas como exógenas) que se unen en un territorio y una comunidad específica. Estos factores pueden ser de carácter ambiental, ecológica y social. Como resultado de esta interacción, y en función de la calidad de estos elementos en el entorno, y su ubicación en el territorio, se genera un bloqueo o incapacidad de la comunidad para afrontar correctamente ante la presencia de un riesgo específico; a esta combinación de factores y características, la denominamos vulnerabilidad (Hernández *et al.*, 2021).

Evaluar la vulnerabilidad ante incendios forestales, resulta ser de gran importancia, para identificar a tiempo los elementos que pueden profundizar la manifestación del riesgo sobre los factores ecológicos y socioeconómicos, presentes en un territorio (Vargas-Sanabria y Campos-Vargas, 2018).

2.2.2. Incendio forestal (IF) definición

Se conoce como incendio forestal al fuego no deseado de cualquier procedencia, que se dispersa sin intervención en los recursos forestales provocando daños ambientales, sociales y económicos. Dicho fuego es la respuesta ligera derivada de la combinación del oxígeno presente en el aire, la vegetación como combustible y un generador de calor a estos componentes se les llama triángulo del fuego, y se expresa en forma de fuego y humo, según el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR, 2018).

2.2.3. Tipos de incendios forestales

Según Baldiviezo et al. (2023) indica que depende el lugar donde sucede el fuego, los incendios pueden clasificarse de la siguiente manera:

2.2.3.1. Incendios de Superficie. Este tipo de incendios ocurre en el suelo y termina con cualquier clase de material combustible que se halle sobre del suelo y debajo de las ramas de los árboles quemado, los forrajes, los pastos, las malezas y la vegetación mayor.

2.2.3.2. Incendios de Copa. En días de viento, el fuego puede propagarse rápidamente en las ramas y copas de los árboles. Siendo el más dañino y peligroso, ya que consume toda la flora.

2.2.3.3. Incendios de Subsuelo. Este incendio es difícil de detectar ya que el avance se da a través del subsuelo, no presenta llamas, se presenta por lo general en

bosques de caducifolios con abundancia de hojarasca y materia orgánica avanzando a través del subsuelo donde los troncos y las raíces arden intensamente.

2.2.4. Factores condicionantes en el comportamiento del fuego

En relación a los factores determinantes, se han tomado en cuenta rasgos territoriales y climáticos que promueven la difusión del fuego. (CENEPRED, 2020):

2.2.4.1. Factores condicionantes territoriales

a). Combustible (cobertura vegetal)

La naturaleza de la vegetación determina la fuerza del fuego para cada área, estas propiedades inherentes de la vegetación le proporcionan un cierto nivel de posibilidad de incendiarse, propagarse y sostener el fuego, lo que se denomina combustibilidad.

b). Pendiente

Cuando se produce un incendio, este responderá de manera positiva a las inclinaciones más pronunciadas, donde las llamas se aproximan más al combustible y difunden el fuego mediante radiación, convección y contacto con la vegetación previamente calentada y seca. Por otro lado, las formas del terreno interactúan con factores ambientales como los vientos y el calentamiento solar para impulsar o disminuir la conducta del fuego.

2.2.4.2. Factores condicionantes climáticos. Los incendios pueden ser anticipados por épocas de escasez de agua. Las áreas particularmente propensas a los incendios forestales son las que presentan una estación seca, caracterizada por elevadas temperaturas y escasas lluvias. Igualmente, pueden empeorar con los vientos intensos que contribuyen a propagar el fuego a grandes zonas.

a). Clima

Cada año, la temporada de mayor incidencia de incendios forestales se sitúa entre julio a noviembre, coincidiendo con la estación de invierno y primavera, épocas en las que las precipitaciones son limitadas en Perú.

b). Precipitaciones

Las precipitaciones es un elemento crucial en la creación y difusión de los incendios forestales, dado que establece la duración y la gravedad de las estaciones de sequía.

C). Temperatura

Uno de los factores fundamentales es la temperatura ya que establece la magnitud de las estaciones calurosas afecta directamente la humedad y la presencia de combustible.

D). Viento

La rápida propagación del fuego está principalmente vinculada al viento, especialmente en las pendientes más inclinadas, donde usualmente surgen vientos convectivos locales ascendentes (aire calentado por el suelo). Por ende, el fuego suele ascender rápidamente, incrementando su velocidad de propagación hacia el combustible que no ha arder, lo que provoca su rápida ignición.

2.2.5. Sistemas de información geográfica

Estas herramientas facilitan la integración de una variedad de fuentes de información, incluidas bases de datos, mapas, fotografías aéreas, estadísticas de hojas de cálculo, imágenes satelitales y muchas otras. Para simplificar la toma de decisiones, estas fuentes se pueden utilizar juntas o combinadas con herramientas de análisis espacial y gestión de base de datos de georreferencia (Santos, 2020).

Son programas que tienen información vinculada a unas coordenadas geográficas y que se organizan en capas temáticas autónomas para ilustrar diferentes variables. Los SIG son una tecnología que facilita la gestión y análisis de datos espaciales, originada por la necesidad de tener rápidamente información para solucionar problemas y responder a interrogantes de forma inmediata, (Zapata et al., 2012).

2.2.6. Submodelo de peligro a incendios forestales

Según la investigación del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM (2018) La valoración del submodelo de riesgo se lleva a cabo desde el punto de vista del submodelo de peligro con la interacción entre dos submodelos, el submodelo de riesgo antrópico y el submodelo de riesgo natural ante incendios forestales. Estos submodelos citados incluyen variables de acuerdo a las características correspondientes:

2.2.6.1. Submodelo de peligro antropogénico de incendios forestal. Este modelo responde a factores como precipitaciones, temperatura máxima, humedad, combustible primario y dirección del sol. Estos factores influirán en la duración, distribución y gravedad del fenómeno.

2.2.6.2. Submodelo de vulnerabilidad natural de incendios forestales. El contacto de la población (ámbito urbano y centros poblados) debido a las vías de comunicación, influye frecuentemente en que ocurra los incendios forestales ocasionados de modo accidental o intencional. Por otro lado, la actividad antrópica de deforestar bosques para incorporarlos a usos de cultivos o pastura también tiene algún grado de influencia; cuando los queman para preparar el terreno.

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Fuego

Para España et al. (2024) El fuego surge del proceso físico-químico de la combustión, que ocurre cuando se da un encuentro espacial y temporal entre los tres componentes del conocido "triángulo del fuego": combustible, oxígeno y calor. Y que mantienen una fuerte conexión con la dirección del viento y su intensidad.

2.3.2. Modelamiento cartográfico

Es un sistema de información geográfica vectorial o ráster, con datos geoespaciales y espaciales, que se basa en procedimientos analíticos, mediante representación gráfica de datos, para analizar y estructurar procedimientos, mediante mapas (Escalona- Maurice *et al.*, 2017).

2.3.3. Software ArcGis

Según la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS, 2011), es un sistema de información espacial multiusuario desarrollado por el Instituto de Investigación de Sistemas Ambientales (ESRI) – sede California. Representa el desarrollo continuo de estos productos, incorporando los avances tecnológicos en informática y telecomunicaciones, experimentados durante la última década, para la recopilación, edición, análisis, diseño, publicación e impresión de datos geográficos.

3.3.4. Shapefile

Según ESRI (2016), un shapefile es un formato simple no topológico que se usa para acumular información sobre las ubicaciones geométricas y sus atributos. Se pueden

usar puntos, líneas o polígonos (áreas) para representar los elementos geográficos de un shapefile.

3.3.5. Información tipo ráster

Es un archivo ráster es una matriz cuyas filas y columnas contienen celdas llamadas píxeles. Los mapas temáticos de pendientes, cobertura del suelo, erosión del suelo y clima se muestran comúnmente con este formato de representación gráfica, y se utiliza particularmente con fotografías aéreas e imágenes satelitales como insumo cartográfico, (Zapata et al.,2012).

2.4. Hipótesis

En el ámbito del distrito de Conchán existe áreas que presentan vulnerabilidad alta a incendios forestales, que están condicionadas, reguladas, influenciadas por factores como cobertura vegetal, pendiente y temperatura.

2.6. Operacionalización de variables

Tabla 1.

Matriz de operacionalización de variables

Tipo Variables	Variable	Dimensión	Indicadores	Técnicas	Instrumentos
Variable dependiente	Zonas vulnerables a incendios forestales	Mapa con las áreas vulnerables	Extensión en ha de zonas vulnerables a incendios forestales	Observación	Guía metodológica (CENEPRED 2020)
Variable independiente	Temperatura, cobertura vegetal, pendiente, precipitación, vías de acceso y centros poblados	Información geoespacial	Nivel de vulnerabilidad a incendios forestales (alto, medio y bajo)	Geoprocesamiento de datos	Laptop Software ArcGIS 10.8

CAPITULO III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y nivel de investigación

Se realizó una investigación aplicada de tipo descriptiva según Nicomedes (2018) puesto que el objetivo principal fue recolectar información y datos sobre los rasgos, aspectos o dimensiones de un individuo, agente, institución o fenómeno específico.

3.2. Diseño de investigación

Debido a que no se controlaron variables y los fenómenos se estudiaron tal como se presentan naturalmente, el diseño de investigación fue no experimental, evaluando las variables y la relación que existe entre ellas, considerando la temporalidad, es de tipo transversal, porque el estudio se aplicó una sola vez en el tiempo (Hernández *et al.*, 2018).

3.3. Métodos de investigación

El método de estudio se estructuró tomando como base la guía del CENEPRED y se analizó las variables comprendidas en el submodelo de vulnerabilidad, después con la ayuda de los Sistemas de Información Geográfica se procedió realizar la identificación de las zonas vulnerables a incendios forestales.

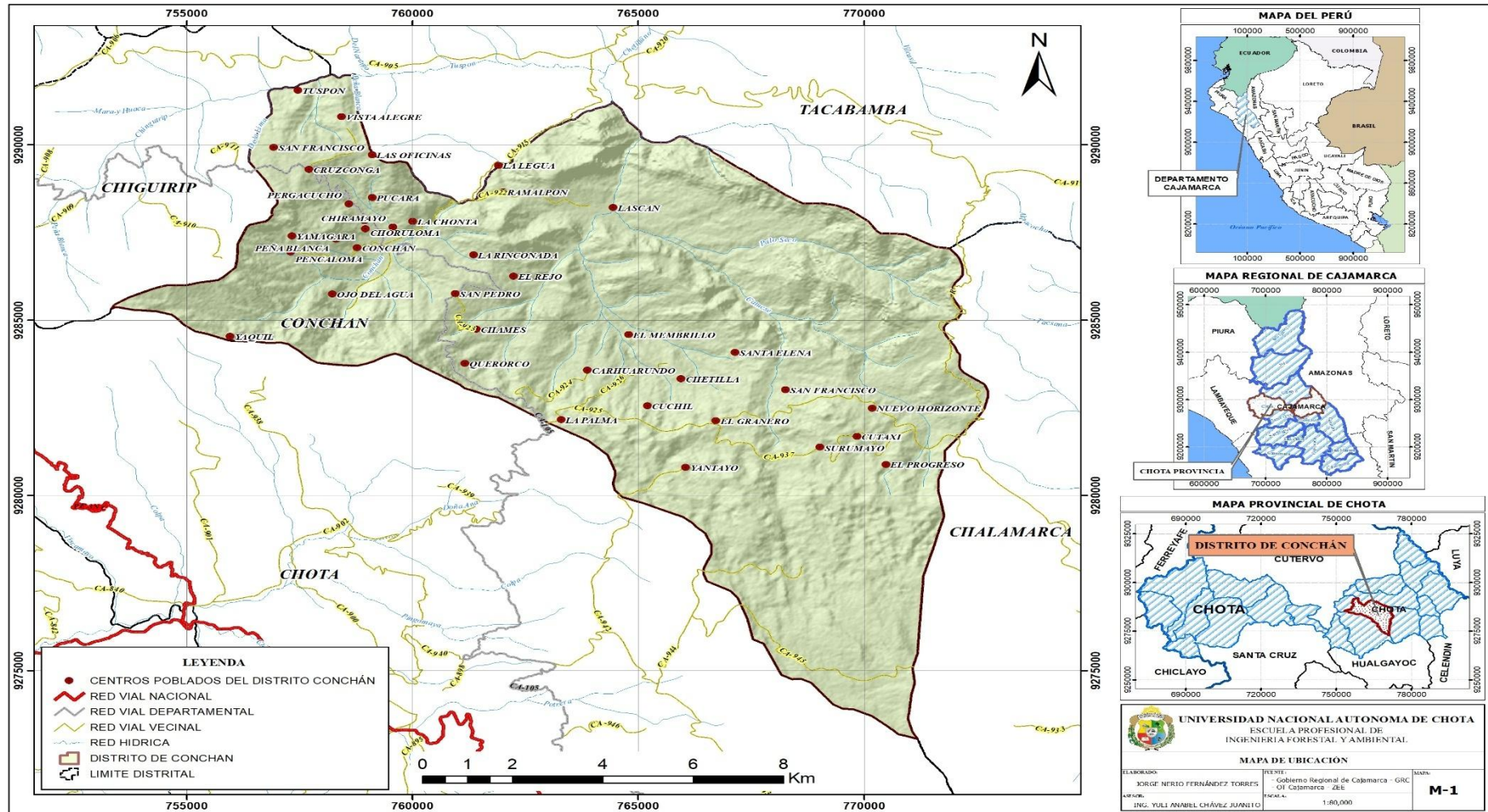
3.3.1. Ubicación de la investigación

La investigación se desarrolló en el distrito de Conchán - provincia de Chota, Cajamarca – Perú. El distrito de Conchán ocupa 1616,66 ha y limita al norte con el distrito de Tacabamba, al noreste con Chiguirip, al este con Chalamarca y al sureste con Chota. (Fig. 1).

Conchán cuenta con 5 986 habitantes (Instituto Nacional de Estadística e informática [INEI], 2019). La temperatura anual promedio es de 7 a 22 °C, algunas veces puede bajar a menos de 4 °C o subir a más de 25 °C (Silva, 2021).

“La mayor cantidad de precipitaciones ocurre en marzo y abril, con 106 mm/mes y 115 mm/mes, respectivamente. Las precipitaciones generalmente comienzan en diciembre y dura hasta abril, con un promedio de precipitación mensual de 64,67 mm/mes” Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMHI, 2020].

Figura 1.
Ubicación del distrito de Conchán



3.3.2. Elección de software

Uno de los primeros pasos para realizar la captura de datos en sistemas de información geográfica es seleccionar el software adecuado, estas herramientas permiten la recolección, almacenamiento y análisis de datos geográficos de manera eficiente y precisa. Existen diferentes opciones de software en el mercado, cada uno con sus propias características y funcionalidades, para este estudio se utilizó el software ArcGIS.

ArcGIS: Proporciona una extensa variedad de herramientas. para la captura y gestión de datos geográficos. Proporciona opciones tanto para la captura manual como para la importación de datos desde fuentes externas.

3.3.3. Adquisición de datos

Los shapefile se obtuvieron de distintos geoservidores de fuentes externas, posteriormente estos datos fueron importados al programa ArcGIS para convertirse en ráster, seguidamente se procedió a delimitar las zonas con vulnerabilidad alta a incendios forestales.

3.3.4. Procesamiento de datos

Una vez obtenidos los datos, se realiza el procesamiento para su correcta integración en el sistema de información geográfica. Esto permite crear nueva información, procesar y analizar datos, que se representan como resultados en mapas.

3.3.5. Georreferenciación de los datos

En este paso, se asigna una coordenada espacial a cada dato adquirido. Esto permite ubicarlos en un plano cartesiano y georreferenciarlos en relación a otros elementos del sistema de información geográfica.

3.3.6. Integración de los datos

Una vez que los datos han sido preprocesados y georreferenciados, se procede a su integración en función al submodelo elaborado de vulnerabilidad a incendios forestales. Esto implica cargar los datos en la base de datos del SIG y vincularlos con otros elementos existentes, como capas de información geográfica o atributos asociados.

3.3.7. Validación de datos

Se validaron los datos para asegurar que estos sean precisos y completos antes de usarlos. Esto implica verificar que los datos se muestren correctamente y que cumplan con los criterios establecidos.

3.4. Población, muestra y muestreo

3.4.1. Población

Estuvo representada por toda el área del distrito de Conchán, la misma que se encuentra en el departamento de Cajamarca y cubre una superficie de 16 161,66 ha.

3.4.2. Muestra

La muestra está constituida por todas las áreas vulnerables a incendios forestales del distrito de Conchán.

3.4.3. Muestreo

El muestreo está definido a través del submodelo a incendios forestales, para ello el muestreo se representa a través de áreas de bosque natural y plantado ubicados en el ámbito del distrito de Conchán, con el fin de determinar en todo el territorio las áreas vulnerables a incendios forestales.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1. Técnicas de recolección de datos

3.5.1.1. Recolección de información. Para la recolección de la información se realizó utilizando documentos de referencia, libros y bases de datos relacionados con el tema, así se visitó sitios web, se descargó shapefile de los geoservidores como la Autoridad Nacional del Agua, Instituto Geográfico Nacional y Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Zonificación Ecológica Económica – Cajamarca y Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. Además, se utilizó la guía de escenario de riesgo por incendios forestales elaborado por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED).

3.5.1.2. Observación. A través de la observación se localizó y verificó las zonas vulnerables a incendios forestales previamente trabajados en gabinete.

3.5.2. Instrumento para la recolección de datos

Los instrumentos que se utilizaron fueron los siguientes:

3.5.2.1. Sistema de Posicionamiento Global (GPS). Se utilizó para verificar en campo las coordenadas de las zonas vulnerables a incendios forestales del distrito de Conchán.

3.5.2.2. Laptop. Se utilizó para procesar toda la información de fase de gabinete y de campo utilizando el software ArcGIS de acceso libre.

3.5.2.3. ArcGIS 10.8. Mediante este software se procesó la información y se obtuvo el mapa de vulnerabilidad a incendios.

3.5.2.4. Cámara fotográfica. Se utilizó para la validación de la información insito la cual nos permitió tomar evidencias de la pendiente de la zona, cobertura vegetal y vías de acceso.

3.5.2.5. Libreta de campo. La libreta de campo nos permitió realizar apuntes de información que se pudo visualizar en campo con relación a las variables de la investigación para posteriormente realizar estrategias de prevención contra incendios forestales del distrito de Conchán.

3.5.2.6. Guía del Centro Nacional de Estimación Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED). La metodología se realizó tomando como referencia la guía de escenario de riesgos por incendios forestales del CENEPRED.

3.6. Técnicas del procesamiento y análisis de datos

3.6.1. Recopilación de la información

Los shapefile se recolectó de los geoservidores por cada variable que se muestra en la tabla 2, para ser analizado y delimitado en el ArcGis en escala 1:100 000.

Tabla 2.
Cartografía base

Instrumentos	Escala	Fuente
Límites: Nacional, regional, provincial y nacional	1: 100 000	Instituto Geográfico Nacional
Red vial	1: 100 000	Ministerio de Transportes y comunicaciones
Cobertura vegetal	1: 100 000	Zonificación Ecológica Económica - Cajamarca
Pendiente	1: 100 000	Zonificación Ecológica Económica - Cajamarca
Temperatura	1: 100 000	Zonificación Ecológica Económica - Cajamarca
Precipitación	1: 100 000	SENAHMI
Centros poblados	1:100 000	Instituto Geográfico Nacional

3.6.2. Consolidación y procesamiento de datos de la información.

Luego de recopilar la información se efectuó el análisis y estandarización de dicha información recolectada, verificación de proyecciones UTM en la zona 17 sur, a una escala 1:80 000. Posteriormente se procedió a integrar y combinar datos para organizarlo en función de los requisitos del submodelo generado; desarrollando procedimientos de pertinencia y coordinación cartográfica entre mapas y bases de datos digitales considerando el submodelo a vulnerabilidad a incendios forestales.

3.6.3. Generación de la base de datos.

Se inició con la construcción del submodelo geoespacial, elaborando una geodatabase, para determinar zonas vulnerables a incendios forestales.

3.6.4. Aplicación de los criterios de estimación de las unidades de cada variable para el desarrollo del submodelo de vulnerabilidad a incendios forestales.

Consistió en categorizar en niveles bajo, medio y alto, asignando valoraciones de vulnerabilidad 1, 2 y 3 para cada criterio de estimación según su magnitud, tomado como referencia la guía de escenario de riesgos por incendios forestales (CENEPRED, 2020), como se detalla en la tabla 3:

Tabla 3.
Categorización y valoración de vulnerabilidad de incendios forestales

Categoría	Valoración
Bajo	1
Medio	2
Alto	3

Nota: En la presente tabla se muestra la valoración y categorización de vulnerabilidad de los criterios de cada variable a evaluar adaptado a la guía de CENEPRED (2020).

3.6.4.1. Pendiente. Las pendientes pronunciadas reaccionan favorablemente a un incendio forestal, donde las llamas se aproximan más al combustible y difunden el fuego mediante radiación, convección y contacto con la vegetación previamente calentada y seca. Por otro lado, las formas del suelo interactúan con factores ambientales como los vientos y el calentamiento solar para impulsar o disminuir la conducta del fuego. (CENEPRED, 2020). Teniendo en cuenta dicho criterio, se evaluaron los atributos de estas variables para determinar su impacto en la vulnerabilidad a incendio forestal. La siguiente tabla muestra los valores.

Tabla 4.*Valoración pendientes modelo de vulnerabilidad a incendios forestales*

Rango (m)	Descripción	Valoración
0-4	Nula o casi a nivel	1
4-8	Ligeramente inclinada	1
8-15	Ligeramente inclinada a moderadamente empinada	2
15-25	Moderadamente empinada	2
25-50	Empinada	3
50-75	Muy empinada	3

Fuente: CENEPRED (2014)

3.6.4.2. Precipitación. Las escasas precipitaciones es un factor climático que influye mucho en la probabilidad de incendios. Como se mencionó anteriormente, a los atributos apropiados se les han asignado valores según la naturaleza de la variable, así como se manifiesta en la tabla siguiente.

Tabla 5.*Valoración de la precipitación promedio anual adaptado al modelo de vulnerabilidad a incendios forestales*

Precipitación (mm)	Categoría	Valoración
900 a más	Bajo	1
450 – 900	Medio	2
0 – 450	Alto	3

Nota: Adaptado de la guía del CENEPRED (2020).

3.6.4.3. Temperatura. Las altas temperaturas aumentan la vulnerabilidad de incendios forestales porque secan la vegetación la hacen más inflamable y facilita la propagación de las llamas. Para IDEAM (2018). su rango de valores de precipitación promedio anual se utiliza para normalizar la temperatura.

Tabla 6.

Valoración de temperatura modelo vulnerabilidad a incendios forestales

Temperatura °C	Categoría	Valoración
1.5 – 12	Bajo	1
12 – 18	Medio	2
18 a mas	Alto	3

Fuente: IDEAM (2018)

3.6.4.4. Cobertura vegetal. El tipo de vegetación de cada zona, determinó la intensidad del incendio. Estas características intrínsecas le dan a la vegetación un cierto grado de vulnerabilidad a encender, propagar y sostener un incendio. según criterios del ministerio del ambiente (CENEPRED, 2020). De acuerdo a lo descrito en la tabla 7.

Tabla 7.

Valoración de la cobertura vegetal modelo de vulnerabilidad a incendios forestales

Cobertura vegetal	Categoría	Valoración
Tejido urbano continuo	No aplica	0
Áreas agrícolas heterogéneas	Bajo	1
Bosque abierto bajo	Medio	2
Arbustal	Medio	2
Pastos	Alto	3
Plantaciones forestales	Alto	3
Herbazal	Alto	3
Vegetación arbustiva / herbácea	Alto	3
Laguas, lagos y ciénagas naturales permanentes	No aplica	0

Nota: Adaptado a la guía del (CENEPRED, 2020)

3.6.4.5. Centros poblados. El shapefile de centros poblados se obtuvo de la mapoteca de Instituto Geográfico Nacional – IGN, a una escala 1:100 000. De acuerdo al mapa se crearon tres áreas de influencia (buffer) con aproximaciones de 0 a 1000, 1000 a 2000 y >2000; una vez creados, los buffers se normalizaron en función de la Tabla 8.

Tabla 8.

Valoración de centros poblados modelo de vulnerabilidad a incendios forestales

Rango (m)	Categoría	Valoración
0 – 1000	Alto	3
1000 – 2000	Medio	2
>2000	Bajo	1

Fuente: Instituto Geográfico Nacional – IGN (2020)

3.6.4.6. Vías de acceso. Utilizando mapas de aproximación, se designaron zonas de impacto en las vías de acceso dentro de una distancia de 500 m a 1000 m; una vez creados los buffers, se clasificaron de acuerdo con la tabla 9. Los criterios de estandarización se aplicaron sobre la base de investigaciones realizadas por (CENEPRED, 2020).

Tabla 9.

Valoración de vías de acceso del modelo de vulnerabilidad a incendios forestales

Rango (m)	Categoría	Valoración
0 – 500	Alto	3
500 – 1000	Medio	2
>1000	Bajo	1

Nota: Adaptado a la guía del (CENEPRED, 2020)

3.6.4.7. Submodelo de vulnerabilidad a incendios forestales. La elaboración del submodelo se llevó a cabo considerando los elementos más relevantes e incidentes, conforme a las experiencias y análisis relacionados con el tema. La representación espacial de los elementos con mayor o menor susceptibilidad a incendios forestales será el objetivo de este estudio. Para ello en la tabla 10 se asignó valores porcentuales a cada una de las variables teniendo en cuenta el grado de vulnerabilidad a incendios forestales.

En el submodelo se considera que cada una de las variables determina la ocurrencia o severidad de los incendios forestales, La integración de las variables es simbolizada por medio de la siguiente fórmula:

$$\mathbf{VIF = A*CV + B*CP + C*Tem + D*Pre + E*VA + F*Pen}$$

Donde:

VIF: Vulnerabilidad por incendios forestales

CV = Tipo de Cobertura vegetal

CP = Centros poblados

Pre = Precipitación

Tem = Temperatura

Pen = Pendiente

VA = Vías de acceso

A, B, C, D, E, F, son pesos en porcentaje que representan la influencia de los factores en el submodelo.

Tabla 10.

Ponderación de las variables de vulnerabilidad a incendios forestales

Variables	Ponderación %
Pendiente	20
Temperatura	20
Cobertura Vegetal	20
Precipitación	15
Vías de Acceso	15
Centros Poblanos	10

Fuente: Según (Nakada, 2022)

3.6.3. Cartografía final de las zonas vulnerables a incendios forestales.

Una vez aplicado el submodelo geoespacial se adquirió el mapa de vulnerabilidad a incendios forestales a través de la superposición de los seis mapas de cada criterio para ello se utilizó el programa de ArcGIS. Una vez cargado los mapas al programa, se realizó la superposición de los mapas, cada mapa con su respectiva ponderación y clasificadas por categorías de vulnerabilidad.

3.6.4. Recopilación de datos de campo

Con el mapa final y sus respectivas coordenadas se visitó los sitios seleccionados recopilando datos sobre las zonas propensas a incendios forestales, así como información relevante sobre las condiciones del terreno, la cobertura vegetal, pendiente, etc.

3.6.5. Comparación de datos de campo con resultados del modelo

Una vez recopilados los datos en el campo, se comparó estos datos con los resultados predichos por el submodelo SIG.

3.6.6. Descripción de medidas de prevención contra incendios forestales

Basada a la información adquirida en gabinete y campo se realizó estrategias de prevención contra incendios forestales en el distrito de Conchán de esta manera contribuir a la defensa del medio ambiente y consecuentemente la salud de los habitantes cercanos.

3.8. Aspectos éticos

La actual investigación se realizó con los parámetros legales utilizando base de datos de fuentes confiables lo que da mayor relevancia ya que las fuentes corresponden a plataformas de instituciones confiables como MINAM, IGN, SENAMHI, MTC, ZEE-Cajamarca.

CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Descripción de resultados

Para el estudio se crearon seis mapas: Pendiente, cobertura vegetal, precipitación, temperatura, centros poblados y vías de acceso. En estos mapas temáticos se mostraron los factores de vulnerabilidad a incendios forestales en el distrito de Conchán, en la provincia de Chota.

4.1.1. Mapa de pendiente

La información se descargó de la mapoteca del ZEE - C en formato shapefile a escala 1:100 000. Se procedió a cortar el shapefile y categorizar, según la Guía de Clasificación de los Parámetros Edáficos, del Reglamento de Clasificación de Tierras por Capacidad de Uso Mayo (2022) dando como resultado el mapa de pendientes del ámbito de estudio. Además, se calcularon la superficie y el porcentaje que abarca cada intervalo de pendiente, y la distribución espacial como se muestra en el mapa correspondiente como se muestra en la (figura 2).

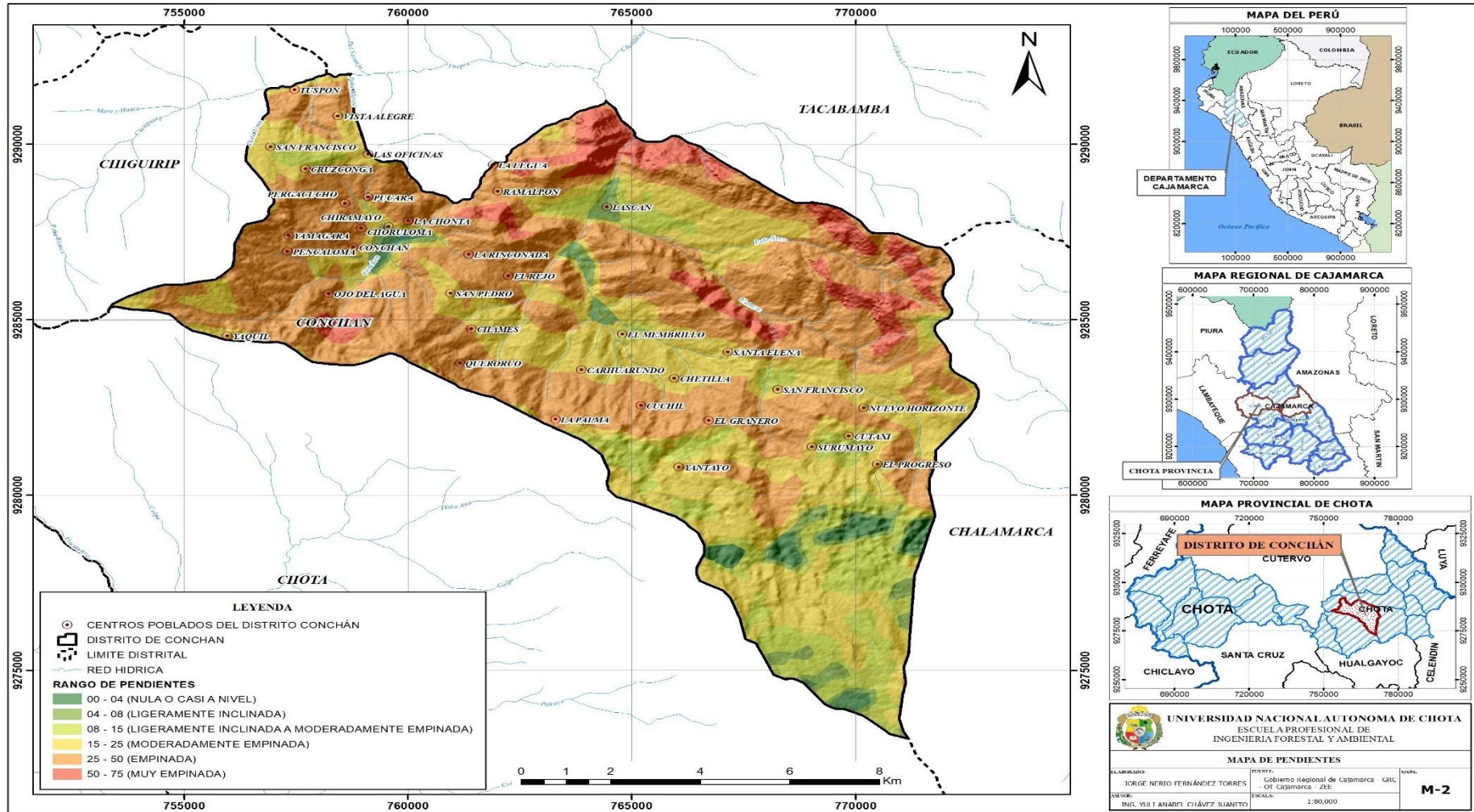
Tabla 11.
Distribución de rangos y áreas de las pendientes

Rango	Descripción	Área	
		ha	%
0-4	Nula o casi a nivel	290.90	1.90
4-8	Ligeramente inclinada	1657.38	10.83
8-15	Ligeramente inclinada a moderadamente empinada	457.61	2.99
15-25	Moderadamente empinada	4684.71	30.62
25-50	Empinada	7144.44	46.69
50-75	Muy empinada	1066.48	6.97
Total		15 301, 53	100

Nota: Adaptado del ZEE – Gobierno Regional de Cajamarca

De la tabla 11 se determinó que la mayor superficie del distrito de Conchán está conformada por pendientes empinadas con una extensión de 7 144,44 ha (46,69%) y la menor área lo ocupa las áreas con una pendiente nula cerca al nivel con 1,90% conformado por 290,90 ha.

Figura 2.
Mapa de pendientes del distrito de Conchán



4.1.2. Mapa de cobertura vegetal

El mapa de cubierta vegetal se creó utilizando los datos recopilados por el ZEE-Cajamarca (2017) y organizándolo de acuerdo al tipo de vegetación presente en el distrito de Conchán. Además, se calcularon las áreas de cada cobertura vegetal para comprender mejor cómo se distribuyen cuantitativamente como se detalla en la siguiente tabla:

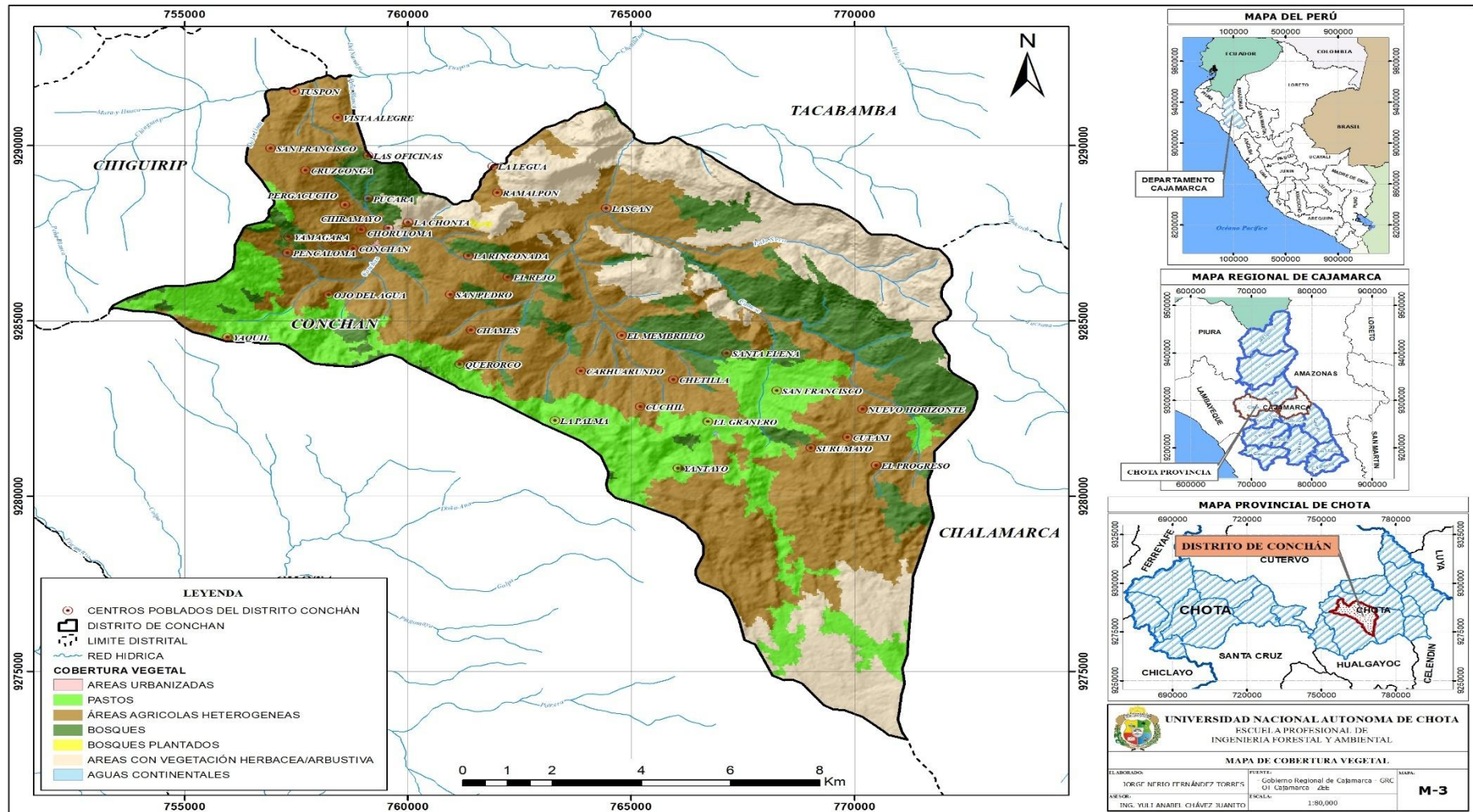
Tabla 12.
Cobertura vegetal del distrito Conchán.

Descripción	Área	
	ha	%
Área urbana	1.3841	0.01
Pastos	1489.96	9.74
Áreas agrícolas	5171.68	33.80
Bosque abierto Bajo	2570.75	16.80
Plantaciones forestales	124.8	0.82
Herbazal	1324	8.65
Arbustal	3920.12	25.62
Vegetación arbustiva/herbácea	698.83	4.57
Total	15301.52	100.00

Nota: Adaptado del ZEE – Gobierno Regional de Cajamarca (2017)

En la presente tabla se evidencia que predomina la vegetación referente a áreas agrícolas un total de 5 171,68 ha heterogéneas la cual representa un 33,80 % de área total del distrito, seguido de arbustal con 3 920,12 ha lo que representa el 25,62% del área total y con una menor cobertura vegetal encontramos que es el área urbana con un total de 1,3841 ha que representa un porcentaje de 0,01% del área total del distrito de Conchán (figura 3).

Figura 3.
Mapa de cobertura vegetal del distrito de Conchán



4.1.3. Mapa de temperatura

La creación del mapa de temperatura se realizó según la información adquirida de los datos espaciales del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI, 2020), obteniendo un mapa con la clasificación de rangos de temperatura representado por colores que existe para el distrito de Conchán. También, se calcularon las áreas con la distribución de las temperaturas, para obtener más información sobre cómo se distribuyen cuantitativamente, como se detalla en la siguiente tabla:

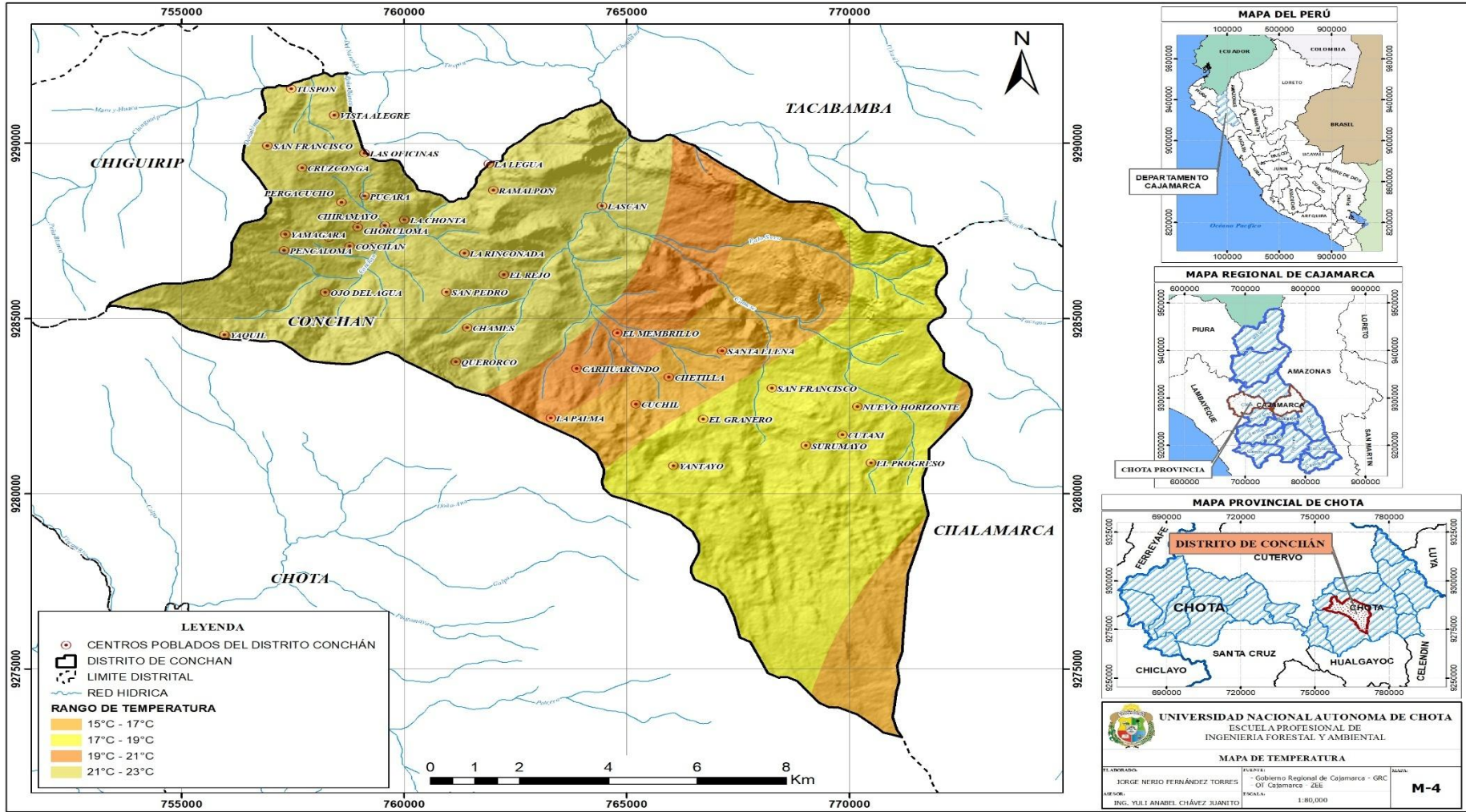
Tabla 13.
Distribución de temperatura

Temperatura	Área	
	ha	%
15°C - 17°C	2 531,98	16,55
17°C - 19°C	5 052,66	33,03
19°C - 21°C	1 612, 18	10,54
21°C - 23°C	6 099, 14	39,87
Total	15 295, 96	100

Nota: Adaptado del ZEE – Gobierno Regional de Cajamarca

En la tabla 13 con relación a la temperatura se visualiza que en el distrito de Conchán un 39,87% (6 099,14 ha) está distribuida una temperatura de 21°C – 23°C y en un 16,55% (2 531,98 ha) temperaturas en rangos de 15°C-17°C (figura 4).

Figura 4.
Mapa de temperatura



4.1.4. Mapa de precipitación

La creación del mapa de precipitación (tabla 14 y figura 5) se hizo utilizando la información suministrada por el SENAMHI (2020) el cual fue representado por colores, variando la precipitación promedio anual. En todas las altitudes, la repartición de las lluvias a lo largo del año consta de una etapa lluviosa de octubre a abril, con una leve reducción en noviembre y diciembre, y otra etapa de escasa precipitación de mayo a septiembre, que llega a sus niveles más bajos de junio a agosto.

Tabla 14.

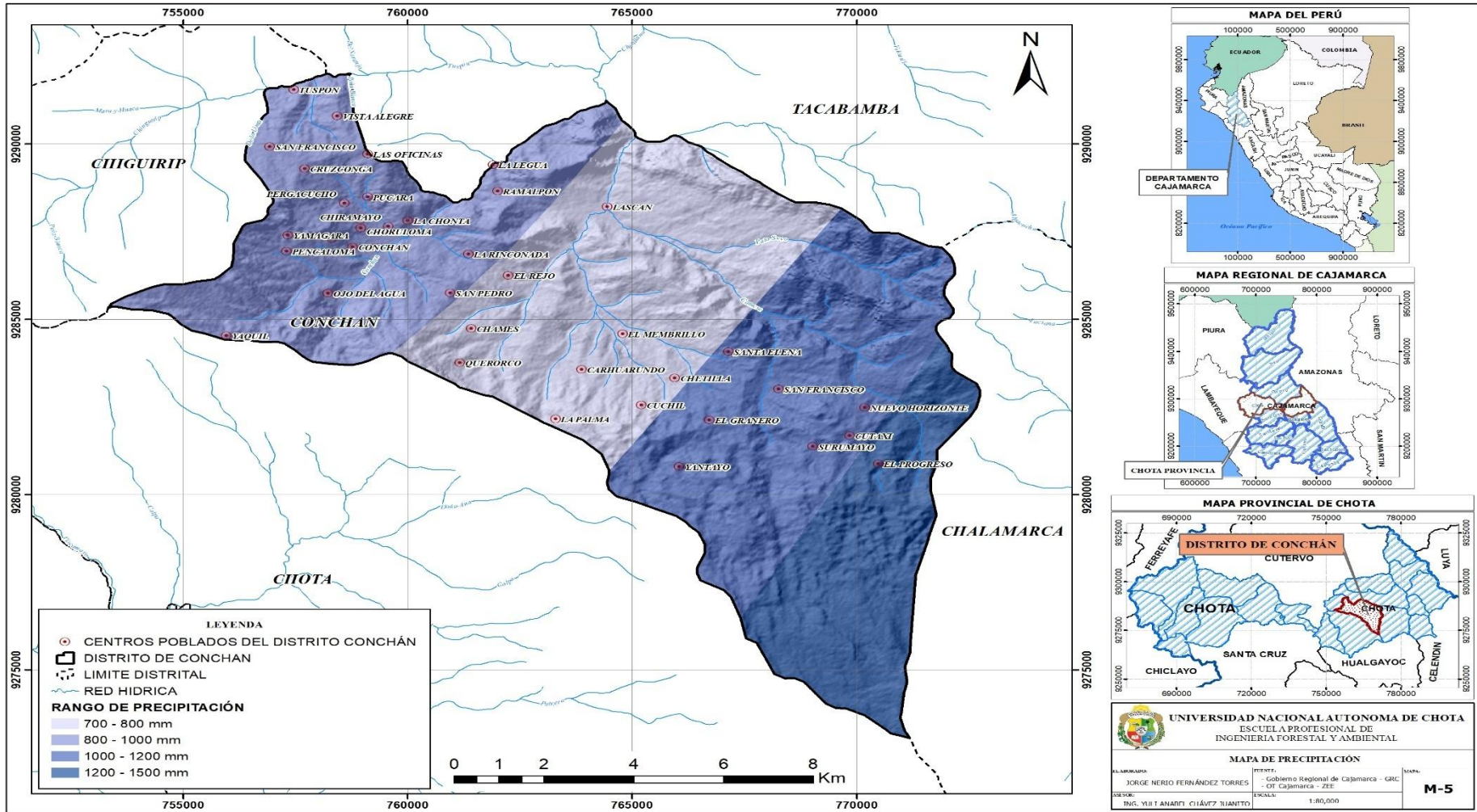
Tabla de precipitación

Precipitación	Área	
	ha	%
700 – 800 mm	4 612, 78	30, 14
800 – 1000 mm	3 921, 95	25, 63
1000 – 1200 mm	4 190, 75	27, 38
1200 – 1500 mm	2 577, 59	16.84
Total	15 303, 07	100

Nota: Adaptado del SENAMHI (2020)

En la tabla 14 se visualiza los datos obtenidos con respecto a la precipitación del distrito de Conchán donde el 30,14% de la superficie del distrito conforma el por 4 612,78 ha teniendo una precipitación de 700-800 mm y el 16,84% de extensión del distrito conformado por 2 577,59 ha presentado una precipitación de 1 200-1 500 mm.

Figura 5.
 Mapa de precipitación distrito Conchán



4.1.5. Mapa de centros poblados

El mapa de centros poblados (tabla 15 y figura 6) se obtuvo de la base de datos del Instituto Geográfico Nacional, donde se encuentra la representación cartográfica de la distribución de los centros poblados, según región natural y altitud sobre el nivel del mar.

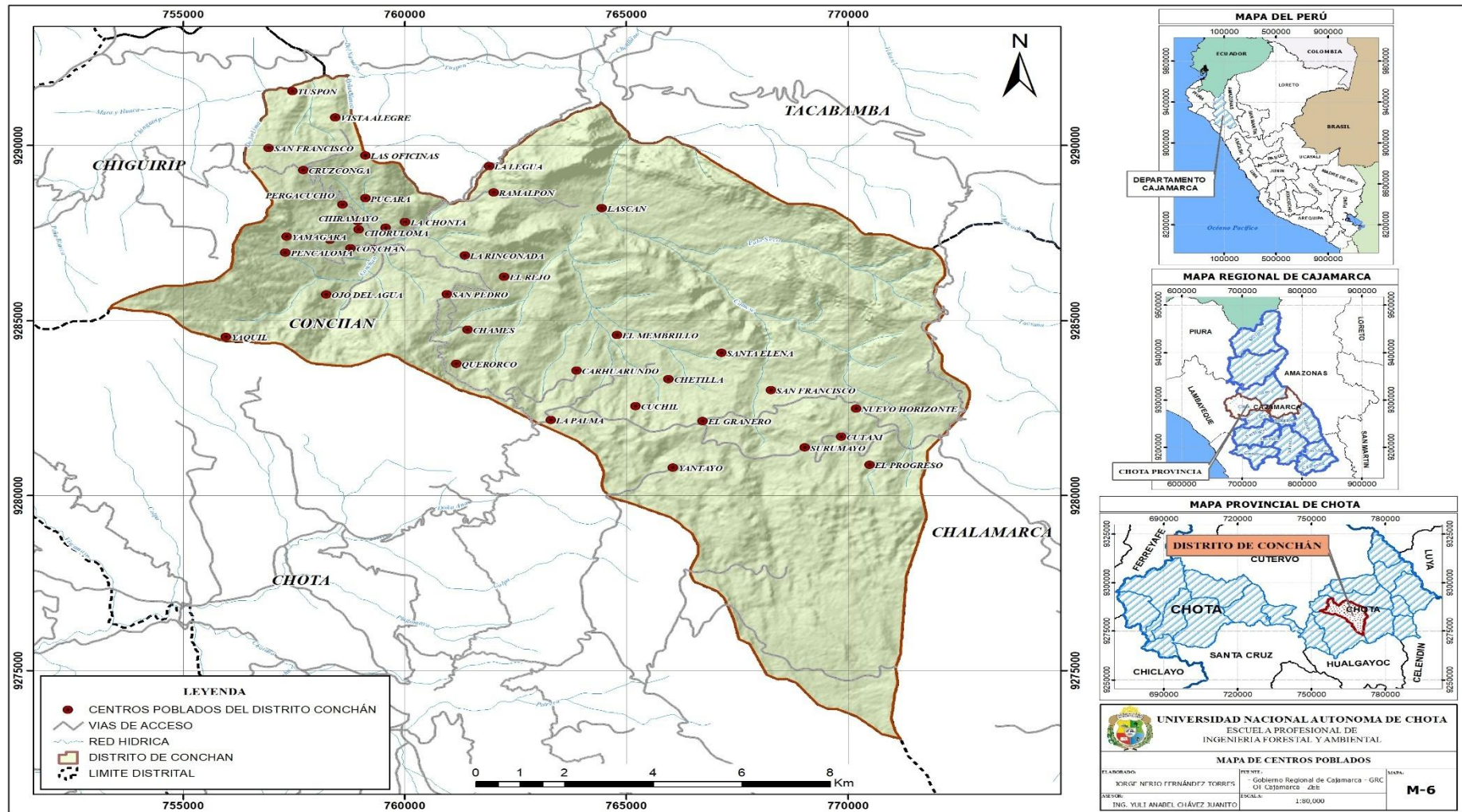
Tabla 15.
Distribución de centros poblados

REGIÓN NATURAL	DESCRIPCIÓN	Coordenada X	Coordenada Y	ALTITUD (mns)
QUECHUA	CONCHAN	759288.0	9287053.6	2321
YUNGA FLUVIAL	LA LEGUA	761899.0	9289422.8	2192
QUECHUA	CHIRAMAYO	759564.0	9287660.5	2314
QUECHUA	PUCARA	759106.3	9288498.1	2436
QUECHUA	LAS OFICINAS	759106.8	9289722.3	2578
YUNGA FLUVIAL	LASCAN	764443.8	9288217.4	2225
QUECHUA	CRUZCONGA	757702.6	9289305.5	2657
YUNGA FLUVIAL	TUSPON	757456.5	9291561.8	2275
QUECHUA	RAMALPON	761998.7	9288667.7	2324
QUECHUA	CHORULOMA	758958.0	9287604.5	2380
QUECHUA	PEÑA BLANCA	758299.9	9287315.6	2552
QUECHUA	YAMAGARA	757323.4	9287407.8	2692
QUECHUA	PERGACUCHO	758583.5	9288324.6	2416
QUECHUA	CHORRO BLANCO	758936.8	9287837.6	2384
QUECHUA	LA CHONTA	760003.0	9287824.4	2372
QUECHUA	PENCALOMA	757298.9	9286952.1	2606
QUECHUA	SAN FRANCISCO	768260.9	9283011.4	2732
QUECHUA	LA RINCONADA	761349.5	9286867.1	2416
QUECHUA	YAQUIL	755959.9	9284535.5	3039
QUECHUA	EL REJO	762240.0	9286257.2	2385
QUECHUA	OJO DEL AGUA	758218.2	9285751.7	2481
QUECHUA	SAN PEDRO	760945.8	9285761.3	2604
QUECHUA	CHETILLA	765949.7	9283332.4	2557
QUECHUA	CHAMES	761413.1	9284741.4	2524
QUECHUA	QUERORCO	761156.0	9283765.5	2652
QUECHUA	CARHUARUNDO	763870.7	9283575.1	2518
QUECHUA	CUTAXI	769849.8	9281678.6	3138
QUECHUA	LA PALMA	763292.5	9282163.2	2845
QUECHUA	SURUMAYO	769030.8	9281380.1	3082
QUECHUA	YANTAYO	766052.2	9280800.4	3072
QUECHUA	NUEVO HORIZONTE	770182.8	9282489.7	2986
QUECHUA	EL GRANERO	766724.2	9282128.8	2898
QUECHUA	CUCHIL	765203.3	9282558.3	2728
QUECHUA	SANTA ELENA	767142.2	9284077.8	2601

QUECHUA	EL MEMBRILLO	764785.9	9284588.1	2354
QUECHUA	SAN FRANCISCO	756922.9	9289936.2	2593
QUECHUA	VISTA ALEGRE	758429.1	9290808.9	2550
QUECHUA	EL PROGRESO	770487.5	9280884.0	3175
QUECHUA	CONCHAN	758772.6	9287071.1	2370
QUECHUA	SAN ALBERTO	767635.0	9281051.4	3031

Fuente: Adaptado del (Instituto Geográfico Nacional [IGN], 2017).

Figura 6.
Mapa de centros poblados



4.1.6. Mapa de vías de acceso

La información del mapa de vías de acceso (tabla 16 y figura 7) fue descargada del Ministerio de Transportes y comunicaciones, donde se encuentra la representación cartográfica de las vías de acceso según categoría nacional, regional y vecinal.

Tabla 16.
Vías de accesos categoría vecinal

Nombre de la vía	Tipo de vía	Longitud km
Emp. CA-105 - Carhuarundo.	Red vial vecinal o rural	2.76 km
Emp. CA-105 - Chames.	Red vial vecinal o rural	1.70 km
Emp. CA-105 - Masintranca - La Libertad - La Colpa - Emp. CA-107.	Red vial vecinal o rural	22.73 km
Emp. CA-105 - Pacchapampa - La Quinua - Yantayo.	Red vial vecinal o rural	8.56 km
Emp. CA-105 (Conchan) - Pencaloma.	Red vial vecinal o rural	2.58 km
Emp. CA-105 (Conchan) - Tacabamba - Anguía - Uchun - Guineamayo.	Red vial vecinal o rural	13.37 km
Emp. CA-105 (Conchan) - Tunel Conchano.	Red vial vecinal o rural	2.11 km
Emp. CA-105 (Cruz Conga) - Vista Alegre.	Red vial vecinal o rural	1.87 km
Emp. CA-551 (Pampa Grande) - Emp. R18 (Conga El Verde)	Red vial vecinal o rural	11.63 km
Emp. CA-915 - Lascan.	Red vial vecinal o rural	3.00 km
Emp. CA-925 - Surumayo - Cutaxi - Emp. CA-925.	Red vial vecinal o rural	7.47 km
Emp. CA-925 - Chetilla	Red vial vecinal o rural	3.00 km
Emp. CA-943 - Condorpullana.	Red vial vecinal o rural	7.02 km
Emp. CA-944 - Alto Condorpullana - Andes del Calvario.	Red vial vecinal o rural	7.47 km

Nota: Adaptado del Ministerio de Transportes y Comunicaciones

En la tabla 16 se evidencia las redes viales que existe en el distrito de Conchán y la longitud de estas.

Emp. “Empalme de ruta”, se refiere al punto donde una carretera principal se une a otra carretera, también indica el inicio o el final de una ruta.

CA. Carretera nacional.

4.1.7. Niveles de vulnerabilidad por cada una de las variables

En esta investigación, cada variable fue organizada en función de sus propios criterios de selección. De igual manera cada capa se reclasificó en términos cuantitativos y cualitativos utilizando los valores de acuerdo al tipo asociado de vulnerabilidad, bajo: 1; medio: 2; alto: 3 (tabla 17). Los mapas de los 6 criterios tomados en cuenta fueron representados por colores de acuerdo a la ponderación considerada, el color verde representó las zonas con baja vulnerabilidad a incendios forestales, el color amarillo zonas con vulnerabilidad media a incendios forestales y el color rojo zonas con alto grado de vulnerabilidad a incendios forestales en el distrito de Conchán.

4.1.8. Criterio de la pendiente.

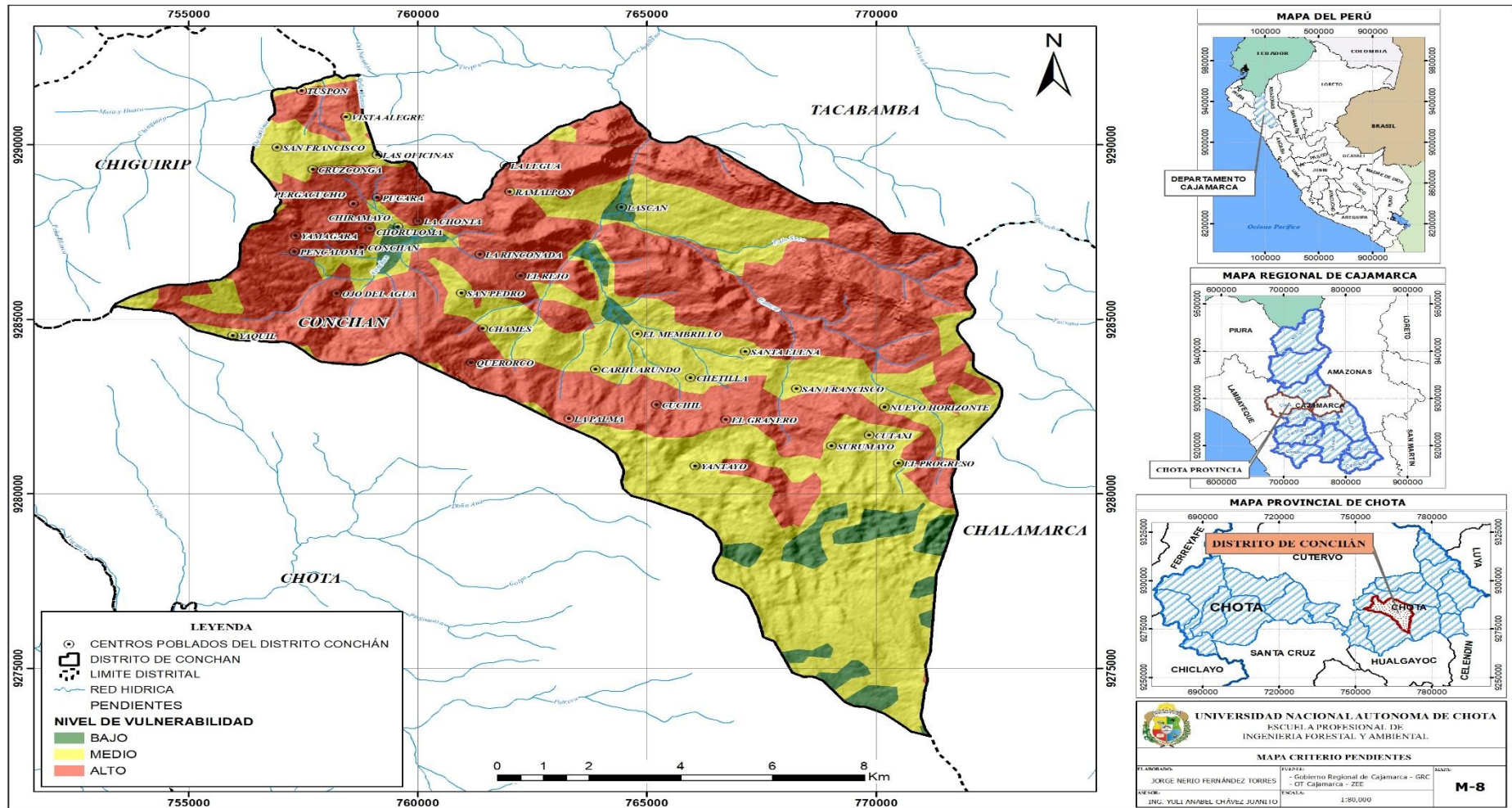
El criterio de la pendiente fue un factor fundamental para establecer la vulnerabilidad a incendios forestales en el distrito de Conchán, el CENEPRED (2020) afirma que las formas del terreno interactúan con el calentamiento solar y los vientos, para fomentar o retrasar la conducta del fuego; cuando se produce un incendio, las llamas se aproximan al combustible e irradian el fuego por radiación, convección y se contactan con la vegetación precalentada y seca, en la figura 8 se puede evidenciar la representación de los niveles de vulnerabilidad a incendios forestales con sus respectivos colores y clasificación.

Tabla 17.*Niveles de vulnerabilidad a incendios forestales según pendientes*

Vulnerabilidad	Valoración	Área (ha)	Área (%)
Alto	3	8210,93	53,6
Medio	2	6342,09	41,44
Bajo	1	748,51	4,90
Total		15 301,53	100

Según la tabla 17 con respecto a los niveles de vulnerabilidad a incendios forestales – vías de acceso se logró determinar que 53,6% (8 210,93 ha) presenta vulnerabilidad alto, el 41,44% (6342,09 ha) presenta vulnerabilidad medio y el 4,90% (748,51 ha) muestra vulnerabilidad baja.

Figura 8.
Mapa criterio pendientes



4.1.9. Criterio de cobertura vegetal

El criterio de cobertura vegetal es fundamental para determinar las zonas vulnerables a incendios forestales, Gil (2020) menciona que el prototipo de vegetación determina la violencia del fuego para cada una de las zonas. Las propiedades inherentes de esta vegetación le confieren cierta capacidad para iniciar, propagar y mantener incendios. La cantidad de vegetación es una de las variables de vulnerabilidad natural de un tipo de ecosistema. El nivel de riesgo aumenta si las especies vegetales, incluidas las plantas nativas y plantaciones introducidas (pino y eucalipto), son inflamables, cabe resaltar que la rápida propagación de un incendio se puede dar por la presencia de hierbas, cultivos, matorrales y pastos, evidenciándose en la (tabla 18 y figura 9) el nivel de vulnerabilidad a incendios forestales en el distrito de Conchán, representados por su respectivo color y la superficie que ocupa estas áreas.

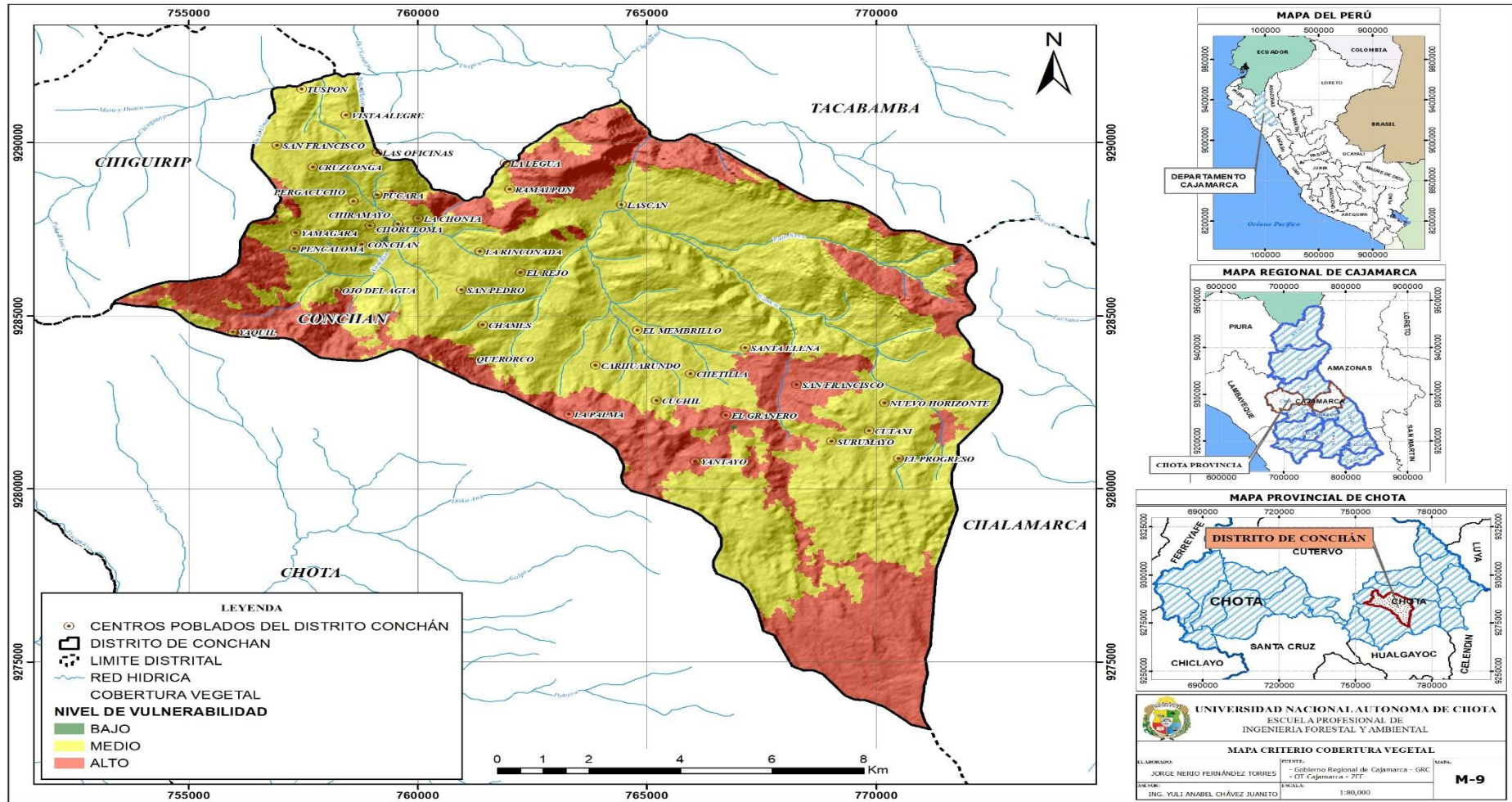
Tabla 18.

Niveles de vulnerabilidad a incendios forestales - cobertura vegetal

Vulnerabilidad	Valoración	Área (ha)	Área (%)
Alto	3	2 772,14	18,12
Medio	2	12 528,00	81,87
Bajo	1	1,38	0,01
Total		15 301,53	100

Según la tabla 18 con respecto a los niveles de vulnerabilidad a incendios forestales - cobertura vegetal se logró determinar que la mayor extensión del distrito de Conchán con un 81,87% (12 528 ha) presenta un riesgo de vulnerabilidad a incendios medio, seguido de un riesgo de vulnerabilidad alto con 18,12% (2 772,14 ha) y por último un riesgo de vulnerabilidad bajo con 0,01 (1,38 ha).

Figura 9.
Mapa criterio cobertura vegetal.



4.1.10. Criterio de vías de acceso

El criterio de vías de acceso influye en la propagación de incendios forestales, debido a que los lugares de inicio del incendio, se presenta en aquellos sitios que se encuentran muy cerca de accesos en vehículo, o donde transcurren gran número de personas, como se puede visualizar en la (tabla 19 y figura 10) se representó las zonas propensas a incendios forestales con nivel alto medio y bajo con sus respectivos colores de acuerdo a la proximidad a las vías de acceso.

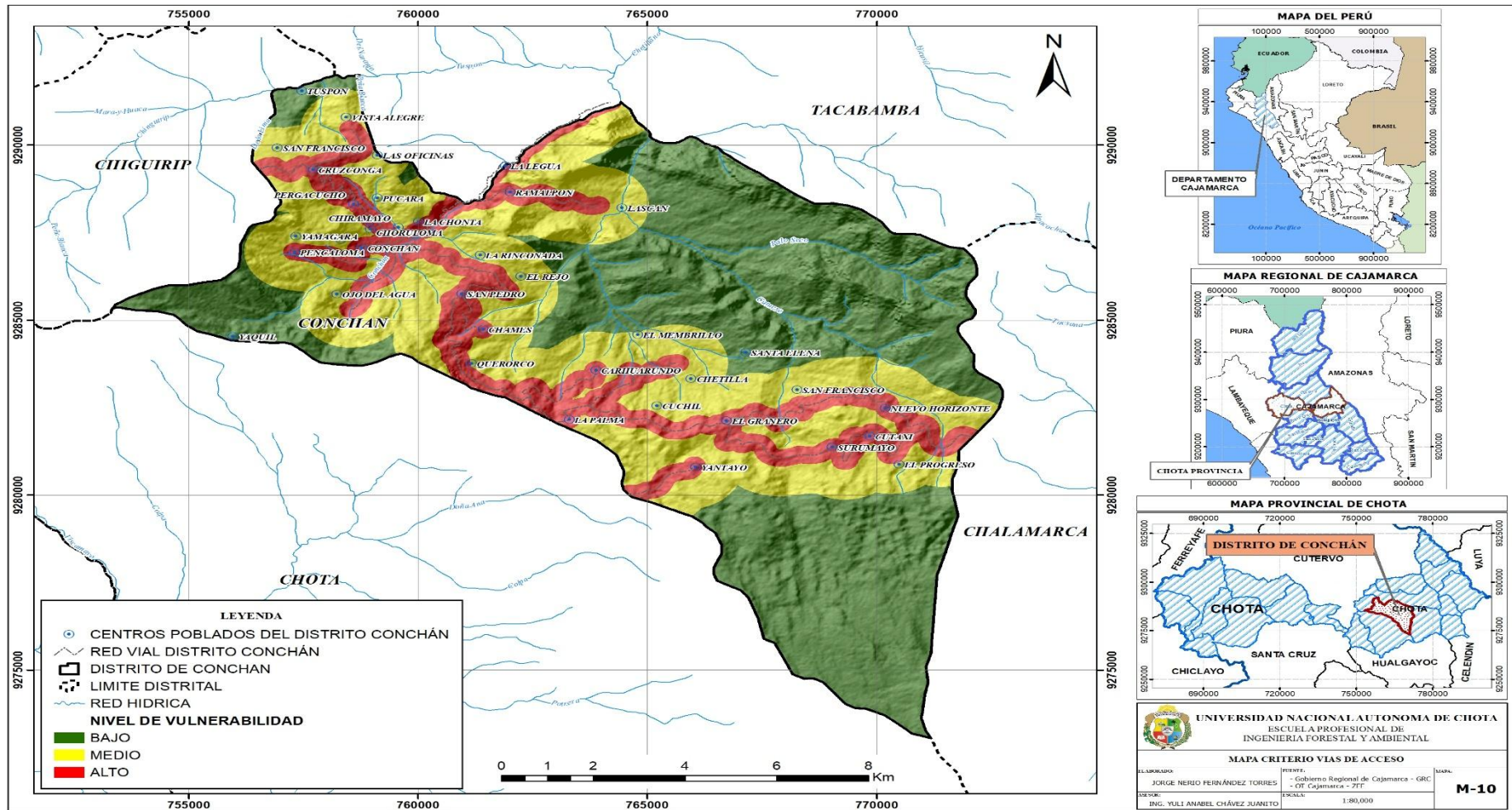
Tabla 19.

Niveles de vulnerabilidad a incendios forestales - vías de acceso

Vulnerabilidad	Valoración	Área (ha)	Área (%)
Alto	3	2 171,00	14,19
Medio	2	6 073,15	39,69
Bajo	1	7 057,37	46,12
Total		15 301,53	100

Según la tabla 19 con respecto a los niveles de vulnerabilidad a incendios forestales – vías de acceso se logró determinar que el 14,19% (211,00 ha) presenta vulnerabilidad alta, el 39,69% (6 073,15 ha) presenta vulnerabilidad medio y la mayor extensión del distrito de Conchán con un 46,12% (7 057,37 ha) muestra vulnerabilidad a incendios bajo.

Figura 10.
Mapa criterio vías de acceso



4.1.11. Criterio de precipitación

El criterio de precipitación se pondero de acuerdo a la guía del Centro Nacional de Estimación Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres, teniendo en cuenta que a una precipitación mayor el riesgo de que pase un incendio es bajo, y a menor precipitación la posibilidad de ocurrir un incendio es mayor, tal como se describe en la (tabla 20 y figura 11), donde se puede evidenciar que en el distrito de Conchán existe vulnerabilidad de nivel bajo y medio para incendios forestales con respecto al criterio de precipitación, para Gil (2020) “esta es una de las variables en el análisis de riesgo natural con un alto grado de impacto”.

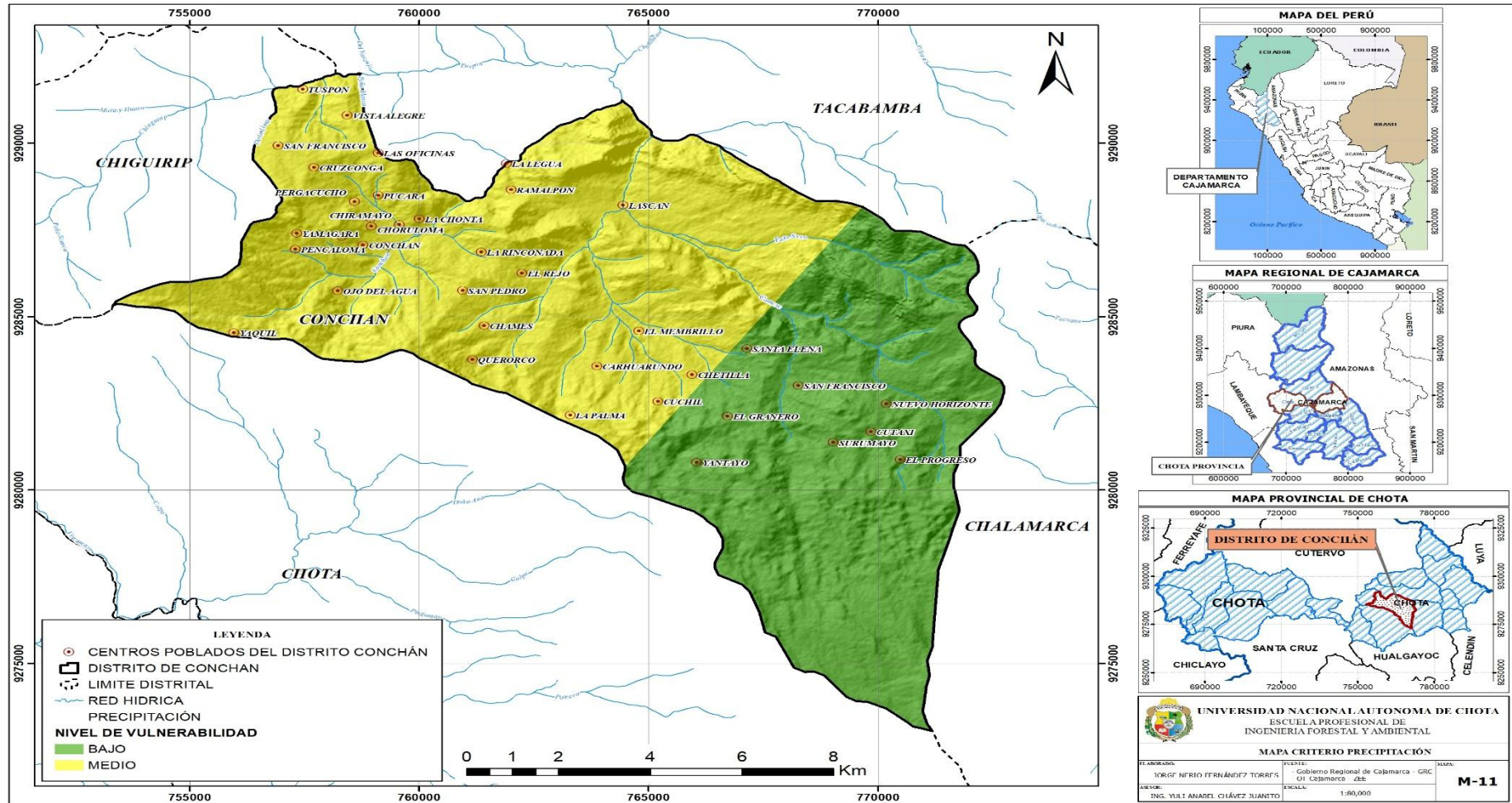
Tabla 20.

Niveles de vulnerabilidad a incendios forestales - precipitación

Vulnerabilidad	Valoración	Área (ha)	Área (%)
Medio	2	8 533,18	55,77
Bajo	1	6 768,34	44,23
Total		15 301,52	100

Según la tabla 20 con respecto a los niveles de vulnerabilidad a incendios forestales - precipitación se logró determinar que la mayor extensión del distrito de Conchán con un 55,77% (8 533,18 ha) presenta vulnerabilidad medio a incendios forestales, seguido de un 44,23% (6 768,34 ha) con vulnerabilidad bajo.

Figura 11.
Mapa criterio precipitación.



4.1.12. Criterio de centros poblados.

Con relación al criterio de centros poblados se tuvo en cuenta que a una distancia más cercana a la población existe mayor vulnerabilidad a incendios forestales debido a las actividades de expansión agrícola, cambio de usos de suelo, quema de residuos sólidos, como las actividades de la transformación de vegetación, estas actividades en su totalidad no reguladas son causantes de los incendios forestales (CENEPRED,2020), en la (tabla 21 y figura 12) se muestra las zonas propensas a incendios identificando en el distrito de Conchán, zonas con vulnerabilidad de nivel alto, medio y bajo de acuerdo a la distancia tomada en cuenta con su respectivo color.

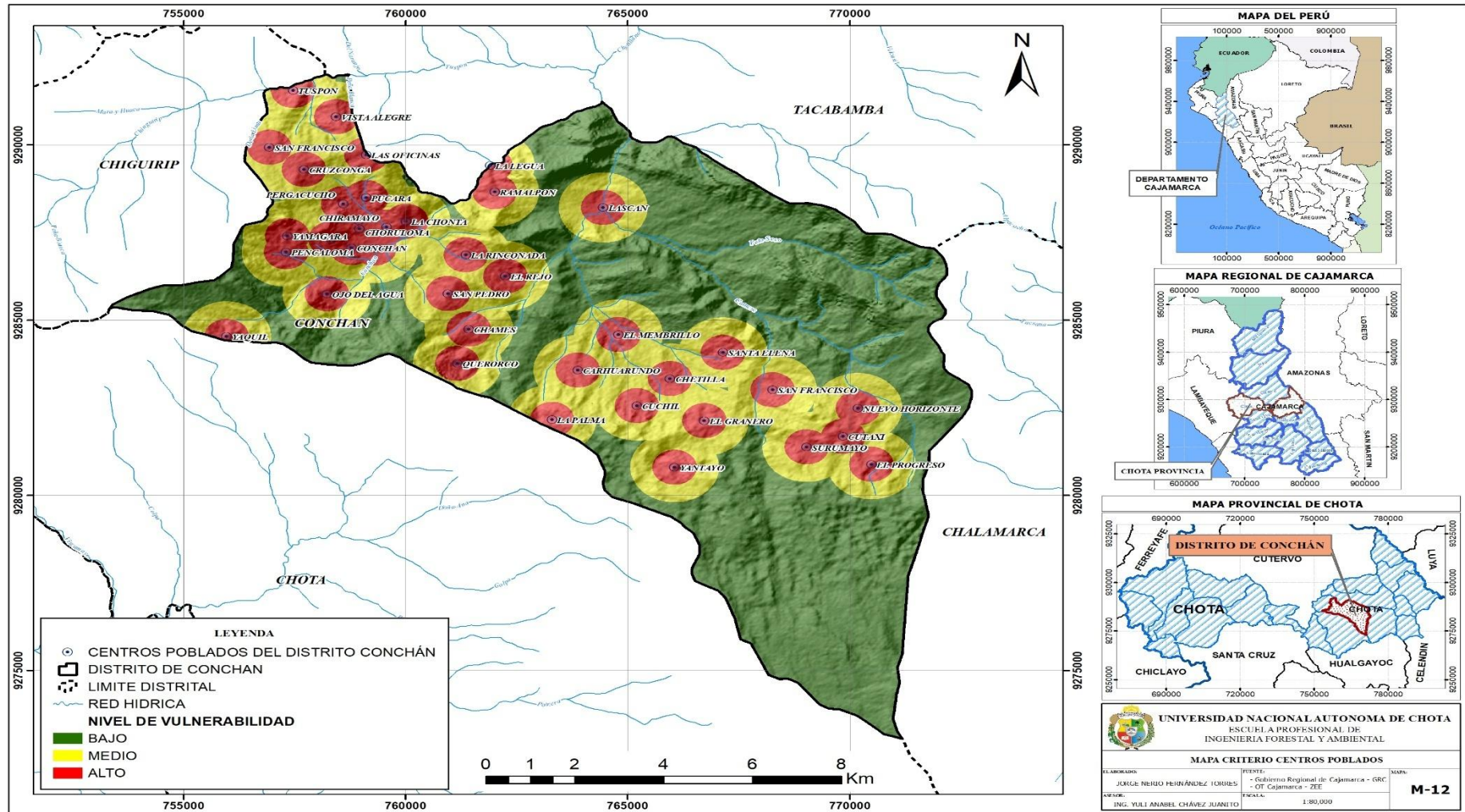
Tabla 21.

Niveles de vulnerabilidad a incendios forestales - centros poblados

Vulnerabilidad	Valoración	Área (ha)	Área (%)
Alto	3	2 658,79	17,38
Medio	2	4 418,73	28,88
Bajo	1	8 224,01	53,75
Total		15 301,53	100

Según la tabla 21 con respecto a los niveles de vulnerabilidad a incendios forestales – centros poblados se logró determinar que la mayor extensión del distrito de Conchán con un 53,75% (8 224,01 ha) presenta una baja vulnerabilidad a incendios forestales, seguido de un 28,88% (4 418,73 ha) muestra vulnerabilidad medio y por último un 17,38% (2 658,79 ha) presenta vulnerabilidad alto.

Figura 12.
Mapa criterio centros poblados



4.1.13. Criterio de temperatura.

Con respecto al criterio de temperatura la vulnerabilidad a incendios forestales se consideró con nivel alto aquellas zonas con las temperaturas mayores o iguales a 18 °C, nivel medio entre 12°C - 18°C y nivel bajo a temperaturas entre 1.5°C – 12 °C, como se evidencia en la (tabla 22 y figura 13), según el CENEPRED (2020) los incendios pueden ir precedidos de períodos de altas de temperatura. Las zonas con estaciones secas y altas temperaturas son especialmente propensas a los incendios forestales.

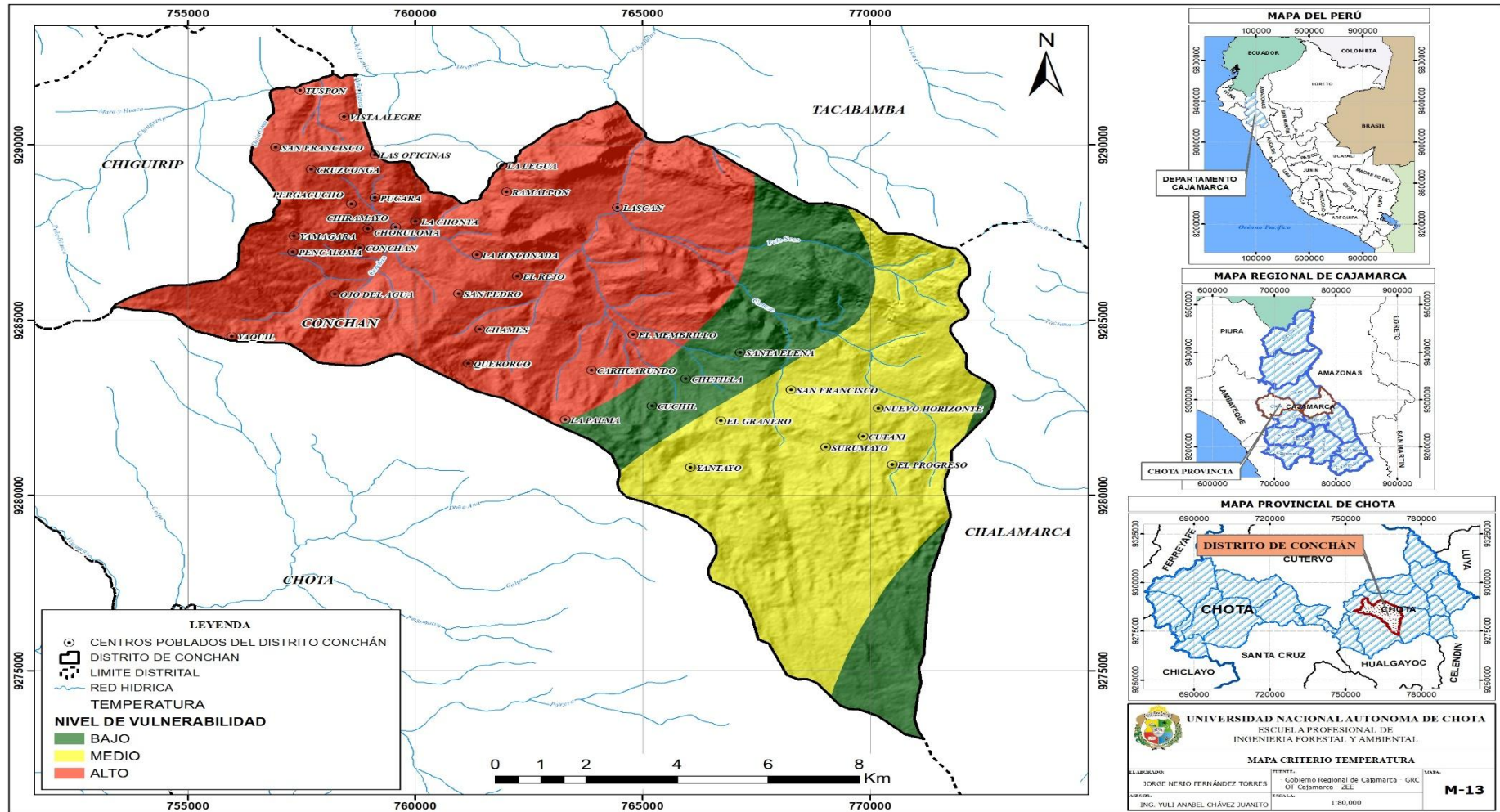
Tabla 22.

Niveles de vulnerabilidad a incendios forestales - Temperatura

Vulnerabilidad	Valoración	Área (ha)	Área (%)
Alto	3	7 711,33	50,40
Medio	2	5 058,21	33,06
Bajo	1	2 531,98	16,55
Total		15 301,52	100

Según la tabla 22 con respecto a los niveles de vulnerabilidad a incendios forestales – temperatura, se logró determinar que la mayor extensión del distrito de Conchán presenta 50,40% (7 711,33 ha) de vulnerabilidad alta a incendios, seguido de un riesgo de vulnerabilidad medio con 33,06% (5 058,21 ha) y un 16,55% (2531,98 ha) muestra vulnerabilidad bajo.

Figura 13.
Mapa criterio temperatura



4.1.14. Submodelo de incendios forestales

El submodelo permitió identificar como una aproximación inicial, zonas potenciales vulnerables a los incendios forestales; clasificado mediante niveles alto, medio y bajo; como se evidencia en la figura 15 que es el producto de la composición espacial de características bien valoradas y variables ponderadas, que se muestra en la ecuación siguiente:

$$\text{SMMM} = 0.20 * \text{Pend} + 0.20 * \text{CV} + 0.20 * \text{Prec} + 0.15 * \text{VA} + 0.15 * \text{T} + 0.10 * \text{CP}$$

Donde:

Smmm: Submodelo por incendio forestal

Pend: Pendiente

CV: Cobertura Vegetal

Prec: Precipitación.

T: Temperatura.

VA: Vías de acceso

CP: Centros poblados.

En el mapa final de vulnerabilidad a incendios forestales en el distrito de Conchán se logró de la incorporación de las capas (pendientes, precipitación, temperatura, cobertura vegetal y centros poblados) con su respectiva ponderación y porcentaje de influencia ya que son factores que influye que ocurra los incendios forestales. Según los resultados del nivel de vulnerabilidad, las áreas de mayor grado de vulnerabilidad (nivel alto), representadas por el color rojo ocupan el 9,24% del territorio del distrito de Conchán, distribuidas principalmente en los caseríos de Cruzconga, Choruloma, La Rinconada, El Rejo, Chames, Ramalpon, Lascan, Membrillo, La Palma, Chetilla, El Granero, El Progreso, Yantayo, Chuchil y Ojo del Agua. Asimismo, se presentó las zonas

que ocupan los niveles de vulnerabilidad media representado por el color amarillo con un 29,43% y nivel bajo (color verde) con 61,33%, tal como se detalla en la tabla 23, asimismo se explica en la figura 14 la distribución porcentual de la vulnerabilidad y en la figura 15 se identifica la vulnerabilidad del territorio del distrito de Conchán a incendios forestales.

Tabla 23.

Resultados del submodelo de zonas vulnerables a incendios forestales

Niveles de vulnerabilidad a incendios forestales	Área	
	Ha	%
Alto	1 414,53	9,24
Medio	4 502,51	29,43
Bajo	9 384,48	61,33
Total	15 301,52	100

Figura 14.

Distribución porcentual de vulnerabilidad a incendios forestales

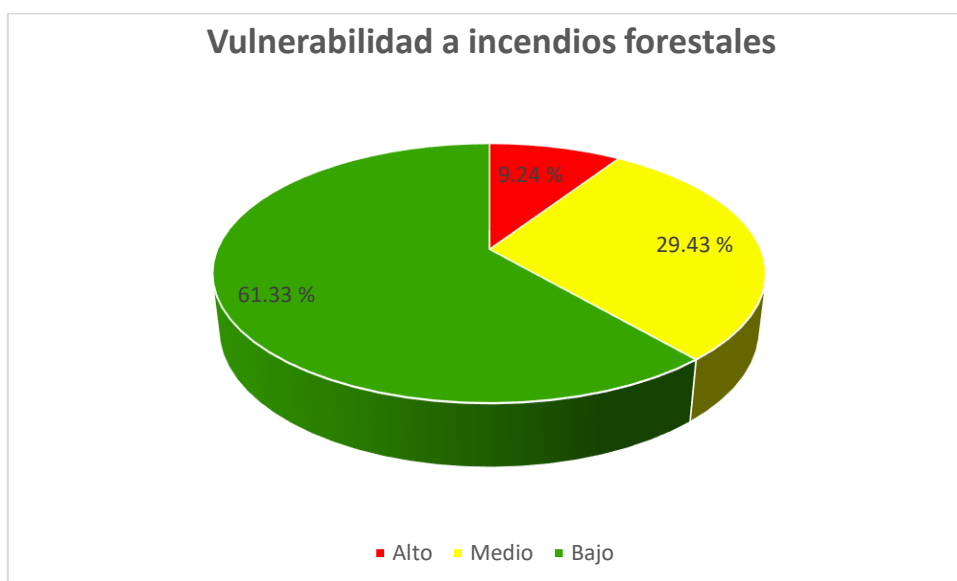
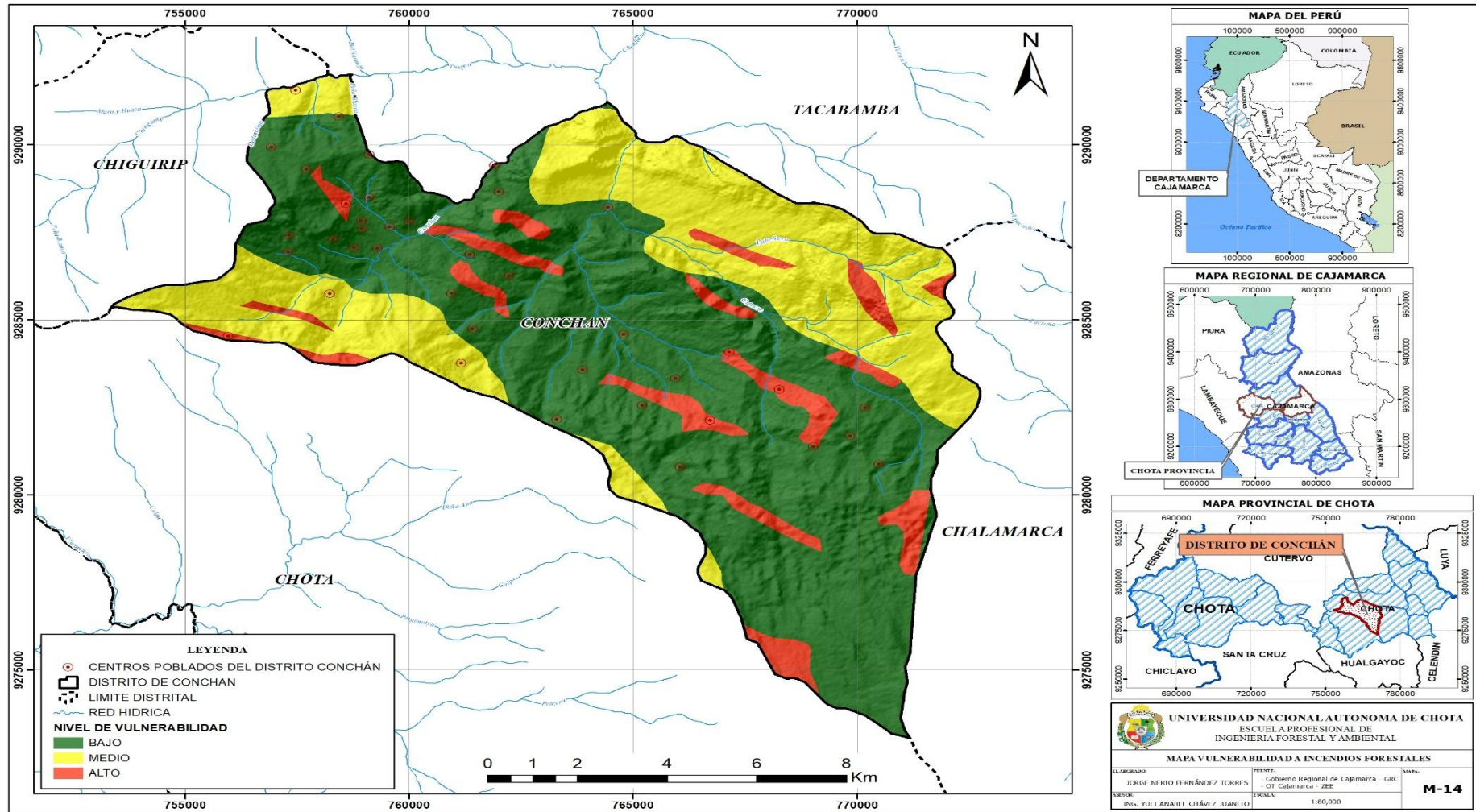


Figura 15.
Mapa final de vulnerabilidad a incendios forestales



Según la tabla 24 se determinó 17 áreas con vulnerabilidad alta a incendios forestales las cuales se ubican en los caseríos de Cruzconga, Choruloma, La Rinconada, El Rejo, Chames, Ramalpon, Lascan, Membrillo, La Palma, Chetilla, El Granero, El Progreso, Yantayo, Chuchil y Ojo del Agua, se detalla con sus respectivas áreas y coordenadas.

Tabla 24.

N°	Nivel de vulnerabilidad	Área (ha)	Coordenada X	Coordenada Y
1	Alto	95.36	755927	9284422
2	Alto	67.53	757179	9285052
3	Alto	138.82	758216	9283736
4	Alto	91.52	761677	9285237
5	Alto	58.67	758226	9288521
6	Alto	111.69	762965	9287195
7	Alto	84.39	763280	9288121
8	Alto	82.74	767233	9286983
9	Alto	177.45	766065	9285215
10	Alto	104.90	765434	9282644
11	Alto	75.74	768199	9282684
12	Alto	33.80	766995	9279469
13	Alto	47.89	771308	9279072
14	Alto	57.51	770673	9285131
15	Alto	9.82	771757	9286332
16	Alto	176.70	768027	9278887
17	Alto	31, 26	768027	9282837

Escenario de las zonas vulnerables a incendios forestales.

4.1.15. Verificación en campo

Con la información adquirida en gabinete del mapa de zonas vulnerables o propensas a incendios forestales y obtenidas las coordenadas se realizó la verificación en campo de las variables utilizadas en el modelamiento de las áreas vulnerables a incendios como son pendientes, precipitación, temperatura, cobertura vegetal, centros poblados y vías de acceso. De las cuales se encontró 17 áreas con vulnerabilidad alta ubicadas en los caseríos de Cruzconga, Choruloma, La Rinconada, El Rejo, Chames, Ramalpon, Lascan, Membrillo, La Palma, Chetilla, El Granero, El Progreso, Yantayo, Chuchil y Ojo del Agua. Se visitó las áreas en donde se encontró vegetación arbustiva/herbácea, cultivos

permanentes, pastizales, plantaciones forestales, cultivos transitorios, así como también se visualizó pendientes pronunciadas en estas zonas.

4.1.16. Medidas de prevención contra incendios forestales

Es el conjunto de medidas y acciones que tienden a evitar que se produzcan los incendios. La prevención de incendios facilita su control y reduce al mínimo su propagación, lo que resulta en una reducción significativa de los daños a la flora y ecosistema. Además, no solo disminuyen los gastos y el perjuicio a los recursos, sino que también fomentan el entendimiento de la población acerca de la función y el impacto del fuego en el ecosistema.

Con la información adecuada, es posible predecir los incendios forestales, lo que facilitaría la creación e implementación de estrategias y acciones preventivas eficaces. Es necesario sensibilizarse en la prevención de incendios forestales como un método lucrativo para prevenir un posible incendio forestal; en vez de los grandes costos y posibles pérdidas humanas que implica luchar contra un incendio forestal declarado.

Dado que los incendios forestales tienen efectos ambientales, económicos y socioculturales significativos, por tal motivo es fundamental la participación de la población para prevenir dichos incendios.

Para prevenir incendios forestales es importante tomar en cuenta las siguientes medidas que se describen a continuación:

- ✓ Evitar encender fogatas en espacios con vegetación, especialmente en los meses más calurosos.
- ✓ Prevenir el uso de fuego para la quema de rastrojos (vegetación que se congrega en los campos).
- ✓ Incrementar los cuidados al utilizar cocinas o velas en ambientes con vegetación.

- ✓ No arrojar colillas de cigarro, fósforos, ni otros objetos encendidos.
- ✓ Al descubrirse un foco de incendio, incluso aunque parezca pequeño, es necesario dar aviso a las autoridades pertinentes.

a). Crear zona de "cortafuego"

Un área cortafuego se refiere a una faja de parcela que carece de combustible o que no está en condiciones de quemarse. Así, los cortafuegos eliminan la continuidad de la vegetación, evitando de esta manera que el fuego se propague si no hay combustible.

En lo que respecta a la población, las personas que viven o están en cercana interacción a la vegetación conviene establecer ciertos elementos esenciales en su medio. Uno de los beneficios es disponer de un área de terreno alrededor de la vivienda o inmueble totalmente desprovista de vegetación o bien pasto verde. Esto funciona como un cortafuego. Es necesario prestar especial cuidado a las ramas o árboles de gran tamaño que se encuentran cercanas a las viviendas o estructuras.

b). Educación ambiental

La educación ambiental para la prevención de incendios forestales busca sensibilizar y tomar conciencia sobre la importancia del uso racional del fuego.

Es crucial llevar a cabo una educación ambiental contra incendios forestales para promover la conciencia ambiental de los habitantes del distrito de Conchan. Se debe promover la toma de conciencia respecto al uso del fuego y, por ende, fomenta valores y actitudes positivas que favorezcan su uso racional.

Dentro del ámbito de la educación ambiental se debe realizarse charlas y capacitaciones de sensibilización y concientización en cuanto a prácticas seguras de manejo de fuego y uso responsable de recursos como el combustible. Además, de realizar

campañas de educativas sobre la prevención de incendios dirigidas a la población aledaña de las áreas vulnerables del distrito de Conchán.

4.2. Contracción de hipótesis

Se acepta la hipótesis indicando que en el ámbito distrital de Conchán se encontró 17 zonas con vulnerabilidad alta a incendios forestales con una extensión total de 1 414,53 ha que representa (9,24 %) del territorio del distrito de Conchán.

4.3. Discusión de resultados

En el estudio se consideró seis criterios que influyen en la generación de incendios forestales como pendiente, precipitación, temperatura, cobertura vegetal, centros poblados y vías de acceso.

En relación al criterio de pendientes en la investigación realizada en el distrito de Conchán existe un mayor porcentaje de pendientes empinadas (46,69%). Debido a ello el 53, 66% (8210, 93 ha) de vulnerabilidad alto a incendios forestales, el 41, 44% (6342, 09 ha) muestra vulnerabilidad media y con 4,90% (748, 51 ha) de vulnerabilidad bajo, Logaña y Cando (2024) sustenta que el fuego se propaga a mayor escala en pendientes pronunciadas especialmente en zonas expuestas al viento encendiendo biomásas de combustible adyacentes por efecto del precalentamiento contribuyendo a la severidad del fuego, para Moscoso (2023) “esta afirmación tiene relación con el punto de ignición ya que dispondrá de más espacio para dispersarse si se encuentra más abajo en la inclinación, precalentando y secando los combustibles situados más arriba”.

En cuanto al criterio de cobertura vegetal predomina la vegetación referente a áreas agrícolas ocupando una extensión de 5 171,68 ha, arbustos con 3 920,12 ha, así como también pastos, herbazales, vegetación arbustiva/ herbácea, por ende, de acuerdo a la

ponderación tomada en cuenta existe un 18,12% con una área de 2772,14 con vulnerabilidad alta a incendios forestales, para Moscoso (2023) los incendios forestales pueden propagarse debido a la existencia de bosques naturales o plantados que facilita una fácil propagación del incendio que trae como consecuencia impactos negativos al medio ambiente.

Para Ramos *et al.* (2017) la probabilidad y la regularidad de los incendios forestales están fuertemente vinculadas con las condiciones climáticas. Por lo tanto, el entendimiento de ciertas variables meteorológicas es crucial para prevenir los incendios, como la precipitación, asimismo Nakada (2022) indica que la estación seca es el período en el que más se producen los incendios debido a que los pobladores aprovechan en hacer sus barbechos para extender sus terrenos agrícolas y pastos, en el distrito de Conchán en 4 612,78 ha existe una precipitación de 700-800 mm y en 2 577,59 ha del territorio de Conchán se presenta una precipitación de 1 200-1 500 mm, determinando que la mayor extensión del territorio presenta vulnerabilidad media a incendios forestales con 8 533,18 ha, el 44,23 % (6 768,34 ha) muestra vulnerabilidad bajo por ende tomando en cuenta la ponderación se deduce que a mayor precipitación existe un nivel bajo de vulnerabilidad y a menor precipitación un nivel alto de vulnerabilidad a incendios forestales.

Asimismo, para el criterio de temperatura, las zonas más vulnerables a incendios forestales se consideró aquellas con las temperaturas mayores o iguales a 18 °C, nivel medio entre 12°C - 18°C y nivel bajo a temperaturas entre 1,5°C – 12 °C se obtuvo que el 50,40% (7 711,33 ha) presenta vulnerabilidad a incendios, seguido de vulnerabilidad medio con 33,06 % (5 058,21 ha) y por último el 16,55% (2 531,98 ha) con vulnerabilidad bajo, Gil (2020) sostiene que “los incendios pueden estar precedidos por temporadas de escasez de agua, las áreas particularmente propensas a los incendios forestales son las que

cuentan con una estación seca, caracterizada por temperaturas elevadas”, corroborado por el CENEPRED (2020) quien afirma que “la temporada más frecuente de incendios forestales en Perú se sitúa entre julio y noviembre de cada año, en épocas de invierno y primavera, épocas en las que las precipitaciones son limitadas y las temperaturas altas”.

Como se mencionó previamente, se puede afirmar que las condiciones climáticas afectan la distribución diaria y anual de las incidencias de incendios forestales y las zonas afectadas, ya sea directamente afectando el fuego o indirectamente modificando la condición de los combustibles forestales. Por tal motivo, es crucial y esencial comprender el tamaño y particularidades de ese impacto para la correcta toma de decisiones en el contexto de las actividades relacionadas con la gestión integral del fuego Ramos *et al.* (2017).

Con respecto al criterio vías de acceso las áreas con una proximidad de 500 metros a la carretera se consideraron de vulnerabilidad alta, de 500 a 1000 metros una vulnerabilidad media y mayor a 1000 metros una vulnerabilidad baja, obteniendo que la mayor extensión del territorio de Conchán presenta un riesgo de vulnerabilidad a incendios bajo 46,12% (7 057,37 ha) seguido de vulnerabilidad medio con 39,69 % (6 073,15 ha) y con 14,19 (211,00 ha) muestra vulnerabilidad alto, según Alegría (2020) las vías de acceso son consideradas como un elemento de riesgo alto la premisa de que su proximidad y vinculación en áreas susceptibles a incendios forestales facilitan la presencia y el tránsito humano por dichas áreas. Comprendiendo que el hombre es el principal responsable de la propagación del fuego y su presencia tiene un impacto espacial en áreas menos afectadas y de acceso complicado. Por lo tanto, las vías más frecuentadas y de acceso sencillo crean un área de influencia más grande para la amenaza en comparación con las áreas más remotas con acceso limitado.

Para el criterio centros poblados se colocó una valoración alta las áreas más cercanas ubicados a una distancia de 1000 metros, una valorización de vulnerabilidad media a aquellas áreas ubicadas de 1000 a 2000 metros y finalmente una vulnerabilidad baja a las áreas ubicadas a distancias mayores a 2000 metros , logrando determinar que la mayor extensión del distrito de Conchán con un 53,75% (8 224,01 ha) presenta un riesgo de vulnerabilidad a incendios bajo, seguido de un riesgo de vulnerabilidad medio con 28,88 % (4 418,73 ha) y por último un riesgo de vulnerabilidad alto con 17,38 (2 658,79 ha), según Yarupaita (2021) “las zonas más propensas a incendios forestales se ubican cerca de las zonas pobladas ”.

En este estudio se utilizó las herramientas SIG de tal manera que nos facilitó identificar las zonas vulnerables a incendios para Toaza *et al.* (2021) en su investigación menciona que el uso de tecnologías geospaciales es un recurso eficaz y eficiente para la gestión de áreas afectadas por incendios forestales, dado que los materiales empleados son de descarga libre y sin costo

Además en esta investigación se utilizó una ponderación de niveles de vulnerabilidad a incendios forestales de: 1 (nivel bajo), 2 (nivel medio) y 3 (nivel alto), en comparación con Nakada (2022) “que utilizó seis factores de vulnerabilidad que incluye: tipo de cobertura vegetal, pendiente, centros poblados, accesibilidad, clima y combustible, donde utilizó 5 niveles de ponderación: muy baja (1), baja (2), moderado (3), alto (4) y muy alto (5)”, así como también Navarro (2023) “consideró en su investigación niveles de ponderación de muy baja (1), baja (2), media(3), alta (4) y extremo(5)”.

De acuerdo con esta comparación se menciona que los niveles de ponderación pueden indicar mayor variabilidad de las zonas vulnerables a incendios forestales.

Por otro lado, en la presente investigación se obtuvo que 1 414,53 ha (9,24 %) del territorio del distrito de Conchán tiene zonas vulnerables de nivel alto a incendios forestales y un nivel de vulnerabilidad medio con un 4 502,01 ha (29,43%) y finalmente el nivel de riesgo bajo ocupando la mayor extensión del territorio con 9 384,48 ha (61,33%), en comparación con el CENEPRED (2022) que a nivel de la región Cajamarca se muestra un nivel alto de susceptibilidad a incendios forestales con un área aproximada de 1 170 199,99 ha (35,46%), seguido de un nivel medio 871 807,42 ha (26,2%), nivel muy alto 837 076,86 ha (25,37%) y nivel bajo 421 009,45 ha (12,76%) cabe resaltar que se clasificó en cuatro categorías: bajo, medio, alto y muy alto, así mismo Malpartida (2016) en su investigación en la provincia de Satipo se encontró que el 80,4% del área total con una extensión de 15 466,73 ha presentaba un nivel moderado de riesgo a incendios forestales, seguido de un 15,8% (304 048,2 ha) de nivel bajo, un 3,7% (72 040,73 ha) presentó un nivel alto y 94,660 ha que corresponde al 0,005% un de nivel muy bajo.

El viento representa el aporte de oxígeno en una dirección específica, lo que determina el progreso del frente del fuego. Con el tiempo, acelera la desecación del combustible y aumenta la transferencia de calor a través de la radiación y la convección, además de provocar el traslado de partículas incandescentes a áreas no incendiadas, generando así nuevos focos de ignición, Malpartida (2016).

En relación a esta comparación vale mencionar que el número de zonas vulnerables a incendios forestales varía en diferentes regiones o localidades en cuanto a extensión como en el número de áreas identificadas, por la geografía, la extensión del área estudiada, además de la variabilidad de las características de los criterios para cada ámbito de estudio.

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Se logró identificar 17 áreas con vulnerabilidad alta a incendios forestales de las cuales se encuentra ubicados en los caseríos de Cruzconga, Choruloma, La Rinconada, El Rejo, Chames, Ramalpon, Lascan, Membrillo, La Palma, Chetilla, El Granero, El Progreso, Yantayo, Chuchil y Ojo del Agua, pertenecientes al distrito de Conchán.

Se concluye que las causas principales que ocasionan los incendios forestales son la intervención humana con el afán de extender sus áreas agrícolas y ganaderas y en menor porcentaje se da forma natural por la caída rayos y descargas eléctricas.

Se logro identificar los factore como la pendiente, cobertura vegetal, precipitaciones, temperatura, vías de acceso y centros poblados que influyen en la propagación de incendios forestales del distrito de Conchán.

Se propuso medidas de prevención en las posibles zonas con vulnerabilidad alta a incendios forestales en el distrito de Conchán.

5.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar estudios o líneas base más detalladas de vulnerabilidad a incendios forestales, como estudios de peligros para determinar el riesgo en la que se encuentra el distrito de Conchán de esta forma se pueda prevenir la reducción del carbono en el suelo.

Para tener una mejor comprensión de la magnitud de la vulnerabilidad a incendios forestales se recomienda hacer esta misma evaluación a nivel de la provincia de Chota.

Se recomienda realizar campañas de sensibilización a la población para que adopten medidas que contribuyan a evitar incendios forestales en sus territorios.

No se realizó la evaluación de la dirección del viento y velocidad, ya que no se cuenta con un centro meteorológico para la obtención de datos, por tal motivo se recomienda la implementación de uno centro meteorológico para obtener mejores resultados.

CAPITULO VI. REFERENCIAS

- Alegría, T.R.E. (2020). *Estudio y evaluación del riesgo de incendios forestales en la interfaz urbano-forestal de las comunas que componen el Área Metropolitana de Valparaíso. Periodo 2000-2017*[Trabajo de pregrado, Universidad de Chile]. Repositorio Institucional - Universidad de Chile.
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (2020). *Escenario de riesgo por incendios forestales*.
https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca/10471_escenario-de-riesgo-por-incendios-forestales.pdf
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción de Riesgo de Desastres (2022). *Escenario de riesgo por incendios forestales de la región Cajamarca*.
https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca/14476_escenario-de-riesgo-por-incendios-forestales-de-la-region-cajamarca.pdf
- Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno del Niño (2022). *Definición de riesgo, aproximación para el cálculo de riesgo*.
<https://ciifen.org/definicion-de-riesgo/>
- Environmental Systems Research Institute. (2016). *Que es un shapefile?. ArcGIS for Desktop*.
<https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/managedata/shapefiles/what-is-a-shapefile.htm>
- Escalona - Maurice, E., Jimenes-Moreno, M.J., Sancho, C.J. (2017). Modelo cartográfico del cambio espacial de suelo por subcuencas en Texcoco, Estado de México: 1977-2000. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 8(18), 3815-3824.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263152571011>

- España, B. M., Champo, J. O. y Uribe, S. M. (2024). Incendios en Michoacán a partir de series *MODIS* (2015-2022) y su relación con el clima. *Revista Mexicana de Ciencias forestales*, 15(84), 55-80.
<https://doi.org/10.29298/rmcf.v15i84.1406>
- Gil, M.J.E. (2020). Incendios Forestales: causas e impactos. *El Antoniano*, 135(1), 68-113. <https://doi.org/10.51343/anto.v135i1.866>
- Hernández, E. A. A., Ramos, R. M. P., Placencia, L. B. M., Indacochea, B., Quimis, A. J., & Moreno, P. L. A. (2018). *Metodología de la investigación científica*. ÁREA DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO, S.L.
<https://books.google.com.pe/books?id=y3NKDwAAQBAJ>
- Hernández, G. R., López, E. y Pérez, L. A. (2021). Estimación de la vulnerabilidad global para riesgos de incendios forestales. *Researchgate*, 3-26.
<http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.23534.74567>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (2018). Metodología para validar datos climáticos de precipitación y temperatura. *Academia Journals*, 11(2). <https://www.researchgate.net/publication/346816119>
- Instituto Nacional de Defensa Civil. (2022). *Reporte Complementario N° 8070 - 7/10/2022 / COEN - INDECI*.
<https://portal.indeci.gob.pe/emergencias/reportes-preliminar-no-2092-5-10-2022-coen-indeci-0010-horas-lluvias-intensas-en-el-distrito-de-chota-cajamarca/>
- Logaña, H.C. P., y Cando, J.M. (2024). Evaluación de áreas Vulnerables a Incendios Forestales en la Reserva Geobotánica Pululahua del Cantón Quito, Utilizando Imágenes Ecostress. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(1), 103-131. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.9395

- Baldiviezo, J. P., Licona, J. C., Cuéllar, L., Abiyuna, G., y Ulloa, J. (2023). *Guía para prevenir incendios forestales en Organizaciones Forestales Comunitarias*. Instituto Boliviano de Investigación Forestal (IBIF).
https://ibifbolivia.org.bo/wpcontent/uploads/2023/03/05_cartillaincendios2023.pdf
- Malpartida, R. (2016). *Riesgo A Incendios Forestales En La Provincia De Satipo – Junín* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú].
<https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/3471/Malpartida%20Mauricio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mariño, B. (2018), “*Gestión de Riesgos de Desastres Naturales en la Ciudad de Lima, 2017*”. [Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo].
<https://docplayer.es/90429483-Gestion-de-riesgos-de-desastres-naturales-en-la-ciudad-de-lima-2017.htm>
- Ministerio Nacional de Agricultura y Riego. (2014). *Cartillas para la conservación del suelo “La erosión del suelo “Mejores suelos, mejores productos, mejor calidad de vida para el productor agrario”*.
<https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/ais-2015/erosion-suelo.pdf>
- Ministerio del ambiente (2011), *Plan Nacional de Impacto Ambiental*.
https://www.minam.gob.pe/wpcontent/uploads/2013/08/plana_2011_al_2021.pdf
- Moscoso, J.S.M. (2023). *Plan de gestión de riesgos para incendios forestales mediante el sistema de información geográfica en Chongos Alto, Junín 2023* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional - Universidad César Vallejo.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/112257>

Nakada, M. (2022). *Modelo digital de vulnerabilidad por incendios forestales en la provincia de Cajamarca - Perú*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina].

<https://repositorio.lamolina.edu.pe/server/api/core/bitstreams/466a55e6-4133-4569-9cfc-14f330df61f4/content>

Navarro, G.T.E. (2023). *Diseño de un modelo multicriterio con base SIG para mapeo de riesgo por incendios forestales en la Sierra Madre Oriental* [Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Nuevo León].

<http://eprints.uanl.mx/25565/1/Tesis%20Tom%C3%A1s%20Navarro.pdf>

Nicomedes, E.N. (2018). *Tipos de investigación*.

<https://core.ac.uk/download/pdf/250080756.pdf>

Santos, P.J. (2020). *Sistemas de información geográfica*. Editorial UNED.

<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=xjbeDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PI&dq=sistemas++de+informacion+geogr%C3%A1fica&ots=wsl7jvsDcf&sig=LPgn04qovyTbMKnC5Tx8x6UHg2U#v=onepage&q&f=false>

Oficina de Naciones Unidas para la Reducción de Riesgo de Desastre (2021).

Herramientas y recursos para profesionales de los medios de comunicación que reportan sobre desastres y resiliencia 2021.

https://www.undrr.org/sites/default/files/inlinefiles/6Conceptos%20y%20enfoques%20ba%CC%81sicos_2.pdf

Sabuco, C.P. L. (2013). La problemática de los incendios forestales y bases para su teledetección en el Perú. *Apuntes de Ciencia & Sociedad*, 3(2), 140-149.

<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5042998.pdf>

- Pérez, M.Z. (1 de agosto de 2022). *De la roza, tumba y quema a la roza, tumba y pica*. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). <https://www.cimmyt.org/es/noticias/de-la-roza-tumba-y-quema-a-la-roza-tumba-y-pica/>
- Ramos, R.M.P, Carrasco, R.Y., Miranda, S.C. A., Batista, A. C., y Franca, T.A. (2017). Relación entre variables meteorológicas e incendios forestales en la Provincia Pinar del Río, Cuba. *Floresta*, 47(3). <https://doi.org/10.5380/rf.v47i3.50900>
- Salcedo, C.R. (2021). *Evaluación de la capacidad y tiempo de regeneración de la vegetación herbácea impactada por el incendio forestal en el cañón del río chonta (sangal) – Cajamarca* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca] <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/4078>
- Samamé, S. J.A. (2023) Los incendios forestales y su repercusión en el ecosistema peruano. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 4(2), 273–288. <https://doi.org/10.56712/latam.v4i2.610>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (2018). *Estudio de condiciones atmosféricas favorables a los incendios forestales en el Perú*. <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01401SENA-45.pdf>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (2020). *Pronóstico del tiempo para CHOTA (Cajamarca)*. <https://www.senamhi.gob.pe/?p=pronostico-detalleturistico&localidad=0033>
- Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (2018). *Plan de prevención y reducción de riesgos de incendios forestales*. <https://www.serfor.gob.pe/wp-content/uploads/2018/12/Plan-de-prevención-y-reducción-de-riesgos-de-incendios-forestales.pdf>

Silva,A.D.Y. (2021). *Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales en el distrito de Tacabamba – Cajamarca* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Cesár Vallejo].

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/86279>

Toaza, E., Velastegui, J., Espinoza, V., y Chamorro, H. (2021) Application of geographic information technologies to estimate areas affected by forest fires. *ConcienciaDigital*, 4(2.2), 58-69.

<https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i2.2.1739>

Vargas-Sanabria, D., y Campos-Vargas, C. (2018). Modelo de vulnerabilidad ante incendios forestales para el Área de Conservación Guanacaste, Costa Rica. *Cuadernos de Investigación UNED*, 10(2), 435-446.

<http://dx.doi.org/10.22458/urj.v10i2.2173>

Yarupaita, E.B.F. (2021). *Modelación espacial de la susceptibilidad a incendios forestales en la región Junín utilizando el algoritmo Random Forest* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Centro del Perú].

https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/7524/T010_7262_4196_M.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Zapata, C., Toro, F., & Marín, M. (2012). Definición de un método basado en patrones de análisis para la interoperabilidad entre sistemas de información geográfica, revista EIA, núm. 18, pp. 179-194. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=149225098014>

CAPITULO VII. ANEXOS

Figura 16.

Área vulnerable a incendios forestales en el centro poblado Cruz Conga



Figura 17.

Toma de datos en el área vulnerable identificada a incendios forestales en el centro poblado de Cruzconga.



Figura 18.

Verificación en campo de área vulnerable a incendios forestales en la localidad de Choruloma.



Figura 19.

Toma de datos de área vulnerable incendios forestales identificada en la localidad de Choruloma.



Figura 20.

Área vulnerable a incendios forestales ubicada en la localidad de La Rinconada



Figura 21.

Verificación en campo de área vulnerable a incendios forestales en la localidad de la Rinconada



Figura 22.

Área vulnerable a incendios forestales en la localidad El Rejo



Figura 23.

Constatación de área vulnerable a incendios forestales en la localidad de El Rejo



Figura 24.

Verificación de área vulnerable a incendios forestales ubicado en la localidad de La Palma



Figura 25.

Área vulnerable a incendios forestales ubicado en la localidad de Ramalpon



Figura 26.

Verificación de área vulnerables a incendios forestales en la localidad de Lascan



Figura 27.

Área vulnerable a incendios forestales ubicado en la localidad de Chetilla



Figura 28.

Área vulnerable a incendios forestales en la localidad del Ojo del Agua

