

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL



**FOCOS DE CALOR OCURRIDOS ENTRE LOS AÑOS 2018 AL
2023 Y SU RELACIÓN CON LA TEMPERATURA MÁXIMA EN EL
DISTRITO DE CALLERIA, UCAYALI, 2024**

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO AMBIENTAL

ROCIO DEL PILAR, FALCON VASQUEZ

Pucallpa, Perú

2025



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL
COMISION DE GRADOS Y TITULOS.**



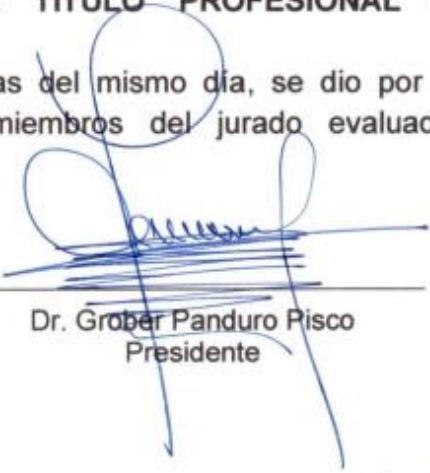
**ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS
N°213/2025-CGT-FCFyA-UNU**

En la ciudad de Pucallpa a las 09:02 horas del día 24 de enero del 2025, de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, se reunieron los miembros del Jurado Evaluador en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, que fueron designados con Memo Múltiple N° 007-2025-UNU-FCFyA-CGyT, conformado por los siguientes docentes:

Dr. Grober Panduro Pisco	PRESIDENTE
Ing. Mg. Moisés Torres Velasco	MIEMBRO
Ing. Mg. Letty Leonor Sandoval Mendoza	MIEMBRO

Se procedió a la sustentación de la tesis titulada: **"FOCOS DE CALOR OCURRIDOS ENTRE LOS AÑOS 2018 AL 2023 Y SU RELACIÓN CON LA TEMPERATURA MÁXIMA EN EL DISTRITO DE CALLERIA, UCAYALI, 2024,** presentado por la Bachiller **FALCÓN VÁSQUEZ, ROCIO DEL PILAR;** asesorado por el Dr. Cesar Mori Montero. Habiendo culminado la sustentación de tesis por la precitada bachiller, se procedió a la formulación de preguntas por parte de los miembros del jurado evaluador, las que fueron absueltas y expuestas por la sustentante, en consecuencia la tesis fue **APROBADA POR UNANIMIDAD Y RECOMENDACION DE PUBLICACION,** quedando expedito para el otorgamiento del **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL.**

Siendo las 10:10 horas del mismo día, se dio por concluido el acto académico, firmando los miembros del jurado evaluador en señal de conformidad.



Dr. Grober Panduro Pisco
Presidente



Ing. Mg. Moisés Torres Velasco
Miembro



Ing. Mg. Letty Leonor Sandoval Mendoza
Miembro

ACTA DE APROBACION

La presente tesis fue aprobada por el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Dr. Grober Panduro Pisco



Presidente

Mg. Moisés Torres Velasco



Miembro

Mg. Letty Leonor Sandoval Mendoza



Miembro

Dr. Cesar Mori Montero



Asesor

Bach. Rocio Del Pilar Falcón Vásquez



Tesista



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Nº V/0517-2024.

La Dirección de Producción Intelectual de la Universidad Nacional de Ucayali, hace constar por la presente, que el trabajo académico de investigación, titulado:

"FOCOS DE CALOR OCURRIDOS ENTRE LOS AÑOS 2018 AL 2023 Y SU RELACIÓN CON LA TEMPERATURA MÁXIMA EN EL DISTRITO DE CALLERIA, UCAYALI, 2024"

Autor(es) : FALCON VÁSQUEZ, ROCÍO DEL PILAR
Facultad : CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
Escuela : ING. AMBIENTAL
Asesor(a) : Dr. MORI MONTERO, CESAR

Presenta un porcentaje de similitud de 10%, verificado en el Sistema Antiplagio COMPILATIO, De acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO, el cual indica que todo trabajo de investigación no debe superar el 10%. En tal sentido, se declara, que el presente trabajo de investigación: **SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud, procediéndose a emitir la presente Constancia de Originalidad de Trabajo de Investigación (COTI) a solicitud del asesor.**

En señal de conformidad se firma y sella el presente documento.

Fecha: 01/10/2024



Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali

Yo, Rocio del Pilar Falcón Vázquez

Autor de la tesis titulada : Focos de calor ocurridos entre los años 2018 al 2023 y su relación con la temperatura máxima en el distrito de Calleria, Ucayali, 2024

Sustentada el año... 2025

Asesor(a): Dr. Cesar Mori Montero

Facultad: de Ciencias Forestales y Ambientales

Escuela Profesional: Ingeniería Ambiental

Autorizo la publicación:

PARCIAL

☐

TOTAL

☒

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 24 / 01 / 2025

Email: falconvasquezrocio@gmail.com Firma: 

Teléfono: 945660120 DNI: 71043335

www.repositorio.unu.edu.pe
repositorio@unu.edu.pe

DEDICATORIA

Quiero dedicar esta tesis:

A nuestro señor Dios padre todo poderoso, por darme el soplo de vida y su protección eterna, quien me guía por un camino iluminado, quitando las maldades delante de mí.

A mi madre ROCIO SELENE VÁSQUEZ VÁSQUEZ, por darme el ejemplo de lucha, fortaleza y perseverancia.

A mi hijo THEO SEBÁSTHIAN VALDERRAMA FALCÓN, por ser el motor y motivo para seguir adelante y nunca rendirme; asimismo, dedicarle a mi amado esposo FRANZ ORLANDO TANG JARA por la paciencia, comprensión, aliento y amor que me brindo durante todo este proceso de superación y porque están conmigo en las buenas y en las malas, brindándome su apoyo incondicional para poder culminar mis metas trazadas.

AGRADECIMIENTOS

Muestro mis más sinceros agradecimientos:

- A la Universidad Nacional de Ucayali por haberme dado la oportunidad de estudiar y culminar los estudios obteniendo el grado de Bachiller en Ciencias Ambientales y ahora para obtener el título de Ingeniero Ambiental.
- Al Dr. Cesar Mori Montero como docente y asesor, por las enseñanzas para la formulación del proyecto de tesis y el asesoramiento durante la ejecución, redacción y sustentación del mismo.
- A los docentes de la Escuela profesional de Ingeniería Ambiental que me enseñaron, cuyos conocimientos me permitieron un mejor desarrollo y alcance profesional para sobresalir al exterior.
- A todas aquellas personas como mi familia y amigos cercanos que de una u otra manera contribuyeron en la realización de la presente tesis para optar el grado de Ingeniero Ambiental.

ÍNDICE GENERAL

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS.....	ii
ACTA DE APROBACION DE TESIS.....	iii
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION.....	iv
AUTORIZACION DE PUBLICACION DE TESIS EN REPOSITORIO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTOS	vii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN	xvi
CAPÍTULO I	1
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. Descripción del Problema	1
1.1.1. Problema General	3
1.1.2. Problemas Específicos	3
1.2. Objetivos de la Investigación	4
1.2.1. Objetivo General.....	4
1.2.2. Objetivos Específicos	4
1.3. Hipótesis	4
1.3.1. Hipótesis General	4
1.3.2. Hipótesis Específicas	4
CAPÍTULO II	5
II. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Antecedentes de la Investigación	5
2.1.1. Antecedentes Internacionales	5
2.1.2. Antecedentes Nacionales	8

2.1.3. Antecedentes Locales	11
2.2. Bases Teóricas	13
2.2.1. Problemática de las elevadas temperaturas.....	13
2.2.2. Focos de calor	13
2.2.3. Tendencias de la temperatura	14
2.2.4. Consecuencias de las elevadas temperaturas	15
2.2.5. Alteración de las altas temperaturas en las personas.	15
2.2.6. Afectación de las altas temperaturas en las plantas y animales.	16
2.3. Definición de Términos Básicos	16
CAPÍTULO III.....	18
III. METODOLOGIA	18
3.1. Método de Investigación	18
3.1.1. Enfoque de la investigación.....	18
3.1.2. Tipo de Investigación.....	18
3.1.3. Nivel de Investigación.....	18
3.1.4. Diseño de la Investigación.....	18
3.2. Población, muestra y ubicación	20
3.2.1. Población.....	20
3.2.2. Muestra	20
3.2.3. Ubicación del Estudio	20
3.3. Procedimiento de recolección de datos	21
3.4. Técnicas e instrumentos para recolección de datos	22
3.4.1. Técnicas	22
3.4.2. Instrumentos.....	22
3.5. Procesamiento para recolección de datos	23
3.6. Tratamiento de datos	24
CAPÍTULO IV	25

IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
4.1.	Resultados y discusiones.....	25
4.1.1.	Identificación y caracterización de los focos de calor ocurridos en el distrito de Callería durante los años 2018 al 2023.....	25
4.1.2.	Tendencias de temperatura máxima mensual y anual en el distrito de Callería durante el período del 2018 al 2023.....	50
	CAPÍTULO V.....	57
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	57
5.1.	CONCLUSIONES.....	57
5.2.	RECOMENDACIONES	57
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59
	ANEXOS	63
ANEXO 1.	Matriz de consistencia	64
ANEXO 2.	Mapas de focos de calor ocurridos entre los años 2018 al 2023.....	66
ANEXO 3.	Formato de recojo de información	67
ANEXO 3.1.	Registro de Temperatura Máxima (C°).....	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla1	Cuadro de programación multianual del Proyecto	11
Tabla2	Superficie de afectación de los incendios en el departamento de Ucayali.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 3	Esquema del diseño descriptiva y comparativa.	19
Tabla 4	Temperatura máxima de los meses de Enero hasta Abril de los años 2018 al 2023	33
Tabla 5	Temperatura máxima de los meses de Mayo hasta Agosto de los años 2018 al 2023	41
Tabla 6	Temperatura máxima de los meses de Mayo hasta Agosto de los años 2018 al 2023	49
Tabla 7	Temperatura máxima de los meses de Enero a Diciembre de los años 2018 al 2023	51
Tabla 8	Análisis de varianza de dos factores sin replicación de la temperatura en los últimos 6 años y meses.	52
Tabla 9	Prueba de Tukey de temperatura del cuatrimestre del año	52
Tabla 10	Temperatura máxima (C°) de los focos de calor registrados en los meses de Enero a Diciembre de los años 2018 al 2023.....	53
Tabla 11	Cantidad de focos de calor registrados en los años 2018 al 2023.....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Mapa de ubicación de la ciudad de Pucallpa	21
Figura 2	Evaluación de los focos de calor según los meses de Ene-Abr del año 2018.....	26
Figura 3	Evaluación de los focos de calor según los meses de Ene-Abr del año 2019.....	27
Figura 4	Evaluación de los focos de calor según los meses de Ene-Abr del año 2020	28
Figura 5	Evaluación de los focos de calor según los meses de Ene-Abr del año 2021	29
Figura 6	Evaluación de los focos de calor según los meses de Ene-Abr del año 2022	30
Figura 7	Evaluación de los focos de calor según los meses de Ene-Abr del año 2023	31
Figura 8	Comparativo de los focos de calor de Enero hasta Abril de los años 2018 al 2023	32
Figura 9	Evaluación de los focos de calor según los meses de May-Ago del año 2018	34
Figura 10	Evaluación de los focos de calor según los meses de May-Ago del año 2019	35
Figura 11	Evaluación de los focos de calor según los meses de May-Ago del año 2020	36
Figura 12	<i>Evaluación de los focos de calor según los meses de May-Ago del año 2021</i>	<i>37</i>
Figura 13	Evaluación de los focos de calor según los meses de May-Ago del año 2022	38
Figura 14	<i>Evaluación de los focos de calor según los meses de May-Ago del año 2023</i>	<i>39</i>
Figura 15	Comparativo de los focos de calor de Mayo hasta Agosto de los años 2018 al 2023	40
Figura 16	<i>Evaluación de los focos de calor según los meses de Set-Dic del año 2018</i>	<i>42</i>
Figura 17	Evaluación de los focos de calor según los meses de Set-Dic del año 2019	43

Figura 18 <i>Evaluación de los focos de calor según los meses de Set-Dic del año 2020</i>	44
Figura 19 Evaluación de los focos de calor según los meses de Set-Dic del año 2021	45
Figura 20 Evaluación de los focos de calor según los meses de Set-Dic del año 2022	46
Figura 21 Evaluación de los focos de calor según los meses de Set-Dic del año 2023	47
Figura 22 Comparativo de los focos de calor de Set. hasta Dic. de los años 2018 al 2023	48
Figura 23 Temperatura máxima de los meses de Enero a Diciembre de los años 2018 al 2023	51
Figura 24 Focos de Calor registrados en los Años 2018 al 2023	54

RESUMEN

El trabajo de investigación titulado “Focos de calor ocurridos entre los años 2018 al 2023 y su relación con la temperatura máxima en el distrito de Callería, Ucayali, 2024”, se formuló la siguiente pregunta: ¿Cuál es la identificación y relación de los focos de calor ocurridos entre los años 2018 al 2023 y la temperatura máxima en el distrito de Callería?, por lo que se planteó el siguiente objetivo, determinar la identificación y relación de los focos de calor ocurridos entre los años 2018 al 2023 y la temperatura máxima en el distrito de Callería. En la investigación se empleó el método descriptivo y relacional. La Investigación es de tipo Retrospectivo (Históricos) y Transversal. Respecto a la variable independiente y dependiente: Focos de Calor del 2018 al 2023 y la Temperatura, los resultados indican que los focos de calor intensos generados entre los años 2018 al 2023 presentan una recurrencia de patrones similares en ciertas áreas específicas del distrito que se irradia sobre la zona norte y noreste; estos se concentran en la ciudad de Pucallpa y alrededores; y en zonas donde existen pueblos con áreas o campos libres por diferentes actividades en el distrito de Callería. Se concluye que la temperatura máxima según el Análisis de Variancia indica que existe diferencias significativas en el promedio de temperatura del Tercer Cuatrimestre (setiembre a diciembre) con respecto al 1er y 2do Cuatrimestre (enero a agosto); presentando un mayor aumento de temperatura, lo que sugiere que estos patrones tienen una influencia significativa de factores tanto climáticos como antrópicos.

Palabras claves: Focos de calor, temperatura, concentración, zonas

ABSTRACT

The research work entitled “Hot spots occurred between the years 2018 to 2023 and their relationship with the maximum temperature in the district of Calleria, Ucayali, 2024”, the following question was asked: what is the identification and relationship of hot spots occurred between the years 2018 to 2023 and the maximum temperature in the district of Callería, so the following objective was raised, to determine the identification and relationship of hot spots occurred between the years 2018 to 2023 and the maximum temperature in the district of Calleria. The research used the descriptive and relational method. The research is of a retrospective (historical) and transversal type. Regarding the independent and dependent variable: Heat Sources from 2018 to 2023 and Temperature, the results indicate that the intense heat sources generated between the years 2018 to 2023 present a recurrence of similar patterns in certain specific areas of the district that radiate over the north and northeast zone; these are concentrated in the city of Pucallpa and its surroundings; and in areas where there are towns with free areas or fields for different activities in the Calleria district. It is concluded that the maximum temperature according to the Analysis of Variance indicates that there are significant differences in the average temperature of the Third Quarter (September to December) with respect to the 1st and 2nd Quarter (January to August); presenting a greater increase in temperature, which suggests that these patterns have a significant influence from both climatic and anthropic.

Keywords: Hot spots, temperature, concentration, zones.

INTRODUCCIÓN

Esta investigación se centra en el análisis de los focos de calor en el distrito de Callería, Ucayali, durante los años 2018 al 2023. Los focos de calor, entendidos como áreas de alta temperatura detectadas por sensores satelitales, son indicadores críticos de incendios forestales y otros fenómenos relacionados con el cambio climático. Identificar y caracterizar estos focos es esencial para entender su dinámica, causas y efectos en el medio ambiente local.

El objetivo principal es mapear la distribución espacial y temporal de los focos de calor a lo largo de los años mencionados y explorar su relación con las tendencias de temperatura máxima en la región. Esta metodología permitirá identificar patrones consistentes y correlaciones que puedan ser útiles para la formulación de estrategias de mitigación y adaptación.

El cambio en el uso del suelo, la urbanización y las prácticas agrícolas intensivas son factores que pueden contribuir significativamente a la ocurrencia y persistencia de focos de calor. La deforestación y la quema de vegetación para la preparación de tierras agrícolas son prácticas comunes que pueden aumentar la frecuencia e intensidad de los incendios. Además, las áreas urbanizadas, con materiales de construcción que absorben y retienen calor, pueden experimentar temperaturas más altas, creando Islas de Calor Urbano (ICU).

Entender la relación entre los focos de calor y las condiciones climáticas en el distrito de Callería es crucial para desarrollar políticas y medidas efectivas de manejo ambiental. Este estudio busca proporcionar una base sólida para la planificación de estrategias de adaptación y mitigación, beneficiando tanto a la comunidad local como a la biodiversidad de la región de Ucayali.

El distrito de Callería, ubicado en la provincia de Coronel Portillo, Ucayali, ha experimentado un considerable incremento en la frecuencia y severidad de los focos de calor en los últimos años. En particular, el año 2023 se matizó por un aumento alarmante de la temperatura, lo que ha suscitado preocupación entre las autoridades locales, investigadores y comunidades afectadas. La relación entre los focos de calor y las variaciones de temperatura observadas en la Provincia es un tema de crucial importancia para entender las dinámicas climáticas locales y

desarrollar estrategias firmes de mitigación y adaptación de esta problemática que avanza cada vez más.

Con esta investigación, se espera contribuir al conocimiento científico sobre los focos de calor en zonas tropicales, ofreciendo datos concretos y análisis detallados que puedan ser utilizados por investigadores, gestores ambientales y tomadores de decisiones para enfrentar los desafíos asociados al cambio climático y la degradación ambiental.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del Problema

El distrito de Callería, ubicado en la región de Ucayali, se caracteriza por su clima cálido y húmedo debido a su posición geográfica en la Amazonía peruana. Sin embargo, en los últimos años, se ha registrado un aumento en la ocurrencia de focos de calor en la zona, fenómeno que podría estar relacionado con el incremento de las temperaturas máximas, posiblemente exacerbado por el cambio climático y actividades humanas como la deforestación y la quema de tierras para la agricultura.

Los focos de calor representan áreas donde se detectan temperaturas inusualmente altas en la superficie terrestre, usualmente detectadas mediante imágenes satelitales. Estas anomalías térmicas, cuando se presentan en alta frecuencia, pueden indicar incendios forestales o quemas no controladas, las cuales no solo afectan la salud ambiental y la biodiversidad, sino que también pueden impactar negativamente en la salud y calidad de vida de las comunidades locales. En Callería, la incidencia de estos focos de calor en años recientes podría estar estrechamente relacionada con variaciones en la temperatura máxima, sugiriendo una tendencia de aumento en el calor extremo en la región. Los impactos de esta anomalía se pueden sentir en el corto y largo plazo. En el caso de las temperaturas se ha evidenciado un aumento en las últimas tres décadas de 1,2 °C sobre la superficie de la tierra (Blunden & Arndt, 2016) citado por (Velden, 2018).

El cambio climático conlleva un aumento en la frecuencia, duración e intensidad de los riesgos climáticos. El aumento de la temperatura y las olas de calor ya es el riesgo climático que causa más muertes en Europa y elevadas consecuencias económicas y en el medio natural (López & Ribas, 2023).

El aumento de las temperaturas globales es una característica destacada del cambio climático y se espera que continúe en el futuro.

(IPCC, 2014) citado por (Velden, 2018) Es claro en indicar que los fenómenos recientes de eventos extremos relacionados a las olas de calor, sequía, inundaciones y precipitaciones extremas entre otros, ha puesto de manifiesto la amplia vulnerabilidad de los actuales sistemas sociales y ambientales ante la variabilidad climática. Los focos de calor, que son eventos climáticos extremadamente cálidos y prolongados, pueden tener un impacto devastador en ecosistemas, recursos hídricos, agricultura y la salud humana. La comprensión de la relación entre los focos de calor y las tendencias de temperatura en los últimos años es esencial para evaluar el alcance y la gravedad de este fenómeno y para tomar medidas adecuadas para mitigar sus efectos.

Son muchos los factores que contribuyen a la formación de la isla de calor o focos de calor y condicionan la intensidad del fenómeno en una ciudad. Los factores que influyen en la aparición e intensificación de la isla se pueden clasificar según: la morfología urbana de la ciudad, los parámetros meteorológicos y la contaminación atmosférica (Porras, 2018)

Los focos de calor en el Perú están afectando de manera significativa la salud de la población, especialmente durante los periodos de temperaturas extremas. Según el Plan Nacional de Actuaciones Preventivas de los Efectos del Exceso de Temperaturas sobre la Salud, activado por el Ministerio de Sanidad, se prevé un aumento en la frecuencia y la intensidad de los episodios de calor, lo que representa un riesgo para la salud de la ciudadanía. Los efectos del calor excesivo pueden incluir golpes de calor, insolación, agotamiento por calor, calambres, entre otros, que pueden tener consecuencias graves, e incluso fatales, para la población. Es fundamental tomar medidas de prevención y protección frente a las altas temperaturas, especialmente para los grupos de población más vulnerables, como los niños, los ancianos, las personas con enfermedades crónicas y los trabajadores expuestos a condiciones de calor extremo. El Plan Nacional incluye recomendaciones generales de protección y prevención frente a temperaturas elevadas, así como un sistema de vigilancia de la mortalidad diaria para alertar sobre los niveles de riesgo por exceso de temperatura.

A pesar de la creciente preocupación por el cambio climático y los eventos climáticos extremos, existe una falta de investigación específica que analice la relación entre los focos de calor en 2023 y las tendencias de temperatura de los últimos 5 años en la ciudad de Pucallpa. Esta falta de conocimiento limita nuestra capacidad para comprender completamente los patrones de cambio climático y desarrollar estrategias efectivas de adaptación y mitigación.

Por lo tanto, el presente estudio se propone abordar esta brecha de conocimiento investigando la relación entre los focos de calor entre los años 2018 al 2023 y las tendencias de temperatura de los últimos 6 años en la ciudad de Pucallpa. Al analizar esta relación, se buscará proporcionar una base sólida para la comprensión de la dinámica climática en la ciudad y la región y para informar a los responsables de la toma de decisiones y a la comunidad científica sobre las implicaciones del cambio climático.

La respuesta a la pregunta de investigación ¿Cuál es la identificación y relación de los focos de calor ocurridos entre los años 2018 al 2023 y la temperatura máxima en el distrito de Callería?. Que será fundamental para abordar los desafíos relacionados con el cambio climático y sus efectos en nuestra ciudad, distrito y región específica. Este estudio aspira a contribuir al conocimiento científico, proporcionando datos y análisis que puedan utilizarse para desarrollar políticas y estrategias de adaptación y mitigación del cambio climático en el futuro.

1.1.1. Problema General

- ¿Cuál es la identificación y relación de los focos de calor ocurridos entre los años 2018 al 2023 y la temperatura máxima en el distrito de Callería?

1.1.2. Problemas Específicos

- ¿Cómo se identifican y relacionan los focos de calor ocurridos en el distrito de Callería durante los años 2018 al 2023?
- ¿Cómo ha variado la temperatura máxima mensual y anual en el distrito de Callería entre los años 2018 al 2023?

1.2. Objetivos de la Investigación

1.2.1. Objetivo General

- Determinar la identificación y relación de los focos de calor ocurridos entre los años 2018 al 2023 y la temperatura máxima en el distrito de Callería.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Identificar y relacionar los focos de calor ocurridos en el distrito de Callería durante el año 2018 al 2023.
- Analizar las tendencias de temperatura máxima mensual y anual en el distrito de Callería durante el período del 2018 al 2023.

1.3. Hipótesis

1.3.1. Hipótesis General

Ha: "Existe una relación significativa entre la ocurrencia de focos de calor y la temperatura máxima de los años 2018 al 2023 en el distrito de Callería"

Ho: "No existe una relación significativa entre la ocurrencia de focos de calor y la temperatura de los años 2018 al 2023 en el distrito de Callería"

1.3.2. Hipótesis Específicas

- Ha: La identificación de los focos de calor en el distrito de Callería
- fueron intensos en los años 2018 al 2023
- Ho: La identificación de los focos de calor en el distrito de Callería no fueron intensos en los años 2018 al 2023
- Ha: Los meses y el año con mayor ocurrencia de focos de calor en 2023 muestra un aumento más pronunciado en la temperatura en comparación de los años a tratar.
- Ho: Los meses y el año con mayor ocurrencia de focos de calor en 2023 no muestra un aumento más pronunciado en la temperatura en comparación de los años a tratar.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Da Silva et al. (2014), indican en sus estudios "Clima y salud en contextos urbanos: una revisión de la literatura" que relacionan variables meteorológicas y salud no son recientes. Sin embargo, han ido ganando importancia en las últimas décadas, principalmente debido a la necesidad de comprender mejor los efectos de los cambios ambientales.

Las investigaciones que vinculan la salud con factores meteorológicos, especialmente la temperatura, resaltan la urgencia de comprender mejor el impacto de las modificaciones ambientales urbanas en la salud pública, así como las vulnerabilidades derivadas de los cambios climáticos globales (Da Silva et al., 2014)

Tal es así que Da Silva et, al. (2014), afirman que la atmósfera es un componente esencial del entorno en el que interactúa el ser humano, un entorno dinámico y complejo, donde el organismo está en constante adaptación para mantener el equilibrio de sus funciones vitales, particularmente en relación con la regulación de la producción y pérdida de calor.

Según Jáuregui (1993), resalta la relevancia de realizar evaluaciones biometeorológicas y bioclimáticas en áreas urbanas, especialmente en regiones de clima tropical. Este tipo de investigaciones en biometeorología urbana se ha identificado como crucial para entender las interacciones entre el clima y la salud en las ciudades, con el objetivo de analizar tanto los procesos que pueden provocar enfermedades como aquellos que las originan.

Los autores Lohmann et al. (2022) en sus estudio titulado "Análise qualitativa da dinâmica de queimadas do Parque Nacional de Ilha Grande no ano de 2019". Concluyen que:

Los puntos calientes, cuando se analizan de manera aislada, pasan por alto un aspecto significativo de los incendios. Asimismo, en ciertos días, aunque no se registren puntos calientes en el parque, hay zonas relevantes que han sido impactadas por el fuego. Se ha observado que el monitoreo y seguimiento casi en tiempo real de las variables meteorológicas y los puntos calientes puede ser útil para comprender la dinámica de la aparición de incendios. Esto también se aplica a los sistemas que generan estimaciones sobre el riesgo de incendios forestales, por ejemplo.

Tal como Meneses & Iral (2017) en sus estudio “Análisis Espacio-Temporal de Variables que Inciden en la Generación de Isla de Calor Urbana en la Localidad de Kennedy. Donde su resultado determinó lo siguiente:

La mayor prevalencia de las islas de calor se observa en las zonas industriales. Se reportó un valor de correlación de Pearson de 0.91 entre la Urbanización y la Temperatura Superficial Terrestre, lo que sugiere que estas variables explican el 91% del resultado de la TST. Esto implica que la Urbanización tiene un impacto en la formación de las Islas de Calor Urbanas (ICU) en la localidad de Kennedy, donde la expansión urbana aumentó un 83.23% para el año 2015. Es previsible que las áreas circundantes muestren un comportamiento similar en los próximos años.

Según los autores Diaz & Ruiz (2015) en sus investigación “Uso de percepción remota y sistemas de información geográfica para la determinación de islas de calor urbano en ciudad Juarez, chihuahua” mencionan lo siguiente:

La expansión urbana es uno de los factores más relevantes vinculados a la aparición de problemas ambientales. La transformación en el uso del suelo y el empleo de materiales que absorben en gran medida la radiación electromagnética provocan que las temperaturas en áreas muy urbanizadas sean más elevadas en comparación con las zonas naturales, dando lugar al fenómeno conocido como Isla de Calor Urbano (ICU).

Así mismo, Zimmermann et al. (2021) en sus pesquisa “Dinámica de incendios forestales en la Reserva para Parque Nacional San Rafael, Paraguay, periodo 2007-2017”, su objetivo principal fue el siguiente:

El estudio de la dinámica de los incendios forestales en la RPNSR se llevó a cabo a través de un análisis multitemporal durante el periodo de 2007 a 2017, utilizando un registro detallado de los focos de calor detectados por el sensor MODIS y herramientas de sistemas de información geográfica. Se realizó una comparación con los datos de precipitaciones mensuales, lo que reveló que, independientemente del régimen de lluvias durante el periodo analizado, se registraron incendios. En cuanto a la cantidad de focos de calor observados mensualmente, los meses con mayor número de registros fueron de junio a noviembre, siendo julio y agosto los que mostraron los picos más altos

Quintana (2017) en su investigación titulado “La educación ambiental y su importancia en la relación sustentable: Hombre-Naturaleza-Territorio” menciona que:

El propósito principal de este estudio fue examinar la dinámica de los incendios forestales en la RPNSR a través de un análisis multitemporal durante el periodo de 2007 a 2017. Se utilizó un registro detallado de los focos de calor detectados por el sensor MODIS, así como sistemas de información geográfica para el análisis. Además, se realizaron comparaciones con los datos de precipitaciones mensuales. Los resultados mostraron que, sin importar el régimen de lluvias a lo largo del periodo analizado, se produjeron incendios. En cuanto a la cantidad mensual de focos de calor, se observó que los meses con mayor registro fueron de junio a noviembre, destacando especialmente julio y agosto como los meses con los picos más altos.

Los autores López & Ribas (2023) en sus investigación titulada “Percepción y adaptación de los municipios turísticos al aumento de la temperatura y las olas de calor: entre el desconocimiento y la inacción. El caso del Cap de Creus (Cataluña)”. Concluyen que:

En las últimas dos décadas, se han documentado ocho olas de calor en el Cap de Creus. Las más recientes ocurrieron en 2022, con dos olas que duraron cinco días cada una; una se registró a finales de la primavera con temperaturas nocturnas (TN) de hasta 29°C, y la otra durante el final de la canícula, con temperaturas máximas (TM) en la costa alcanzando los 35,5°C. Se prevé que la frecuencia, duración e intensidad de estas olas aumenten, estimándose que

entre 2020 y 2052 podrían ocurrir entre tres y seis olas de calor anualmente, y que a partir de 2068 podría haber al menos una ola de calor cada año en un escenario RCP 8.5.

Green Urban Data (2019) en su publicación “Isla de calor: efectos e impacto urbano” menciona lo siguiente:

La temperatura en una ciudad está influenciada por diversos factores, entre los cuales se encuentran el tipo de urbanización, los materiales de construcción y la presencia de áreas verdes. En lo que respecta a los focos de calor, los polígonos industriales adyacentes a áreas urbanas suelen acumular calor debido a los materiales utilizados en los techos de las naves y en las calles asfaltadas, que generalmente cuentan con pocas o ninguna zona verde. Asimismo, las áreas comerciales y las instalaciones deportivas con césped artificial o pistas también retienen el calor, lo que provoca un aumento en las temperaturas.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

El autor Porras (2018) en su investigación titulado *Detección de núcleos de islas de calor en la Ciudad de Arequipa*” menciona lo siguiente:

Se identificaron las Islas de Calor Urbano en Arequipa, la segunda ciudad más grande del Perú, como resultado de los cambios climáticos provocados por el proceso de urbanización. Para este análisis se utilizaron tres imágenes satelitales de los años 2011, 2013 y 2016, obtenidas de los satélites Landsat 5 y Landsat 8, con una resolución de entre 100 y 120 metros por píxel en la banda térmica, dependiendo del tipo de sensor. Además, se emplearon datos de tres estaciones meteorológicas de la red del SENAMHI para calcular la transmitancia atmosférica: Huasacache (2242 msnm), La Pampilla (2400 msnm) y Chiguata (2943 msnm). El objetivo del estudio fue observar cómo ha evolucionado la intensidad de las Islas de Calor Urbano (ICU) a lo largo del tiempo. El análisis reveló un aumento en la ICU con el paso de los años, tanto en intensidad como en extensión, especialmente en el norte y este de Arequipa.

Según Palacios (2018) en su investigación “Relación entre la urbanización e islas de calor urbano por análisis espectro-temporal del Distrito de San Juan de Lurigancho, 2018”, de sus resultados determino lo siguiente:

La mayor prevalencia del fenómeno térmico se observa en la zona 3, donde el 92% del área es urbana, el 6% corresponde a áreas verdes y el 2% a zonas industriales. Esta área también presenta entre 3 y 4 núcleos térmicos, con temperaturas máximas que oscilan entre 38°C y 41.24°C. Además, se calculó un coeficiente de correlación de 0.76 y un coeficiente de determinación de 0.769, lo que indica que el proceso de urbanización, junto con la expansión de las áreas urbanas e industriales, es responsable en un 76.9% de la presencia de los focos térmicos.

Por lo tanto, Fernández (2019) en su estudio “Evaluación de la superficie deforestada por efectos de los incendios forestales durante el periodo 2011 - 2016 en el distrito las Piedras - Tambopata -Madre de Dios”, menciona que:

El análisis de los focos de calor del satélite MODIS en el distrito de Las Piedras durante los años 2011, 2013 y 2016 revela una tendencia al alza, lo que sugiere un aumento en las prácticas de roza y quema en la agricultura. En términos de distribución espacial, aunque se observa una autocorrelación positiva, esta es bastante baja, indicando que la distribución no es ni dispersa ni agrupada, sino más bien aleatoria. En cuanto a la precisión de los focos de calor en relación con las cicatrices o áreas quemadas, el informe de 2016 muestra un 66.74% de aciertos, en comparación con el 36.50% en 2011 y el 16.54% en 2013. Este aumento en la precisión se atribuye a la eficacia de los satélites y al incremento de los focos de calor en la región analizada.

Los autores Flores & Hugo (2018) en sus pesquisas titulada “Análisis espacio temporal de la isla de calor urbana de la ciudad de Ayacucho mediante percepción remota para el periodo 1986 - 1996 - 2006 – 2015” concluyen sobre su investigación lo siguiente:

Se logró identificar el comportamiento espacial y temporal del fenómeno de la isla de calor en Ayacucho y su área rural, analizando cómo las transformaciones urbanas afectan los microclimas locales, especialmente la temperatura de la superficie. Utilizando el test no paramétrico de Mann-

Kendall en su versión monotónica y la estimación de la pendiente de Theil-Sen con un nivel de confianza del 90%, se aceptó la hipótesis alternativa, lo que demuestra la existencia de una tendencia del fenómeno de Isla de Calor Urbano (ICU) en la serie temporal estudiada.

Según Basurto & Chirinos (2022) al realizar sus investigación titulado “Propuesta de concreto con adición de diatomita que aumenta la reflectancia en pavimentos para mitigar el efecto isla de calor en zonas urbanas de Lima” indican que:

Uno de los problemas que afectan a las áreas urbanas de diversas ciudades alrededor del mundo, sin importar su ubicación geográfica o tamaño, es el efecto de Isla de Calor Urbano (UHI, por sus siglas en inglés). Este fenómeno térmico se refiere a la diferencia de temperatura que se presenta entre las distintas zonas de una misma ciudad. Algunas de las principales consecuencias del UHI incluyen la reducción del confort térmico y un mayor consumo de recursos energéticos y hídricos, entre otros. Una de las causas que contribuyen a este fenómeno es el uso de materiales con baja reflectancia (albedo), que es una propiedad que mide la cantidad de radiación que una superficie refleja. Los materiales con baja reflectancia reflejan menos radiación, lo que resulta en una mayor absorción de radiación y, por ende, un aumento de temperatura tanto en ellos como en su entorno.

El autor Condori (2020) en investigación publicada “Evaluación espacial para la identificación de islas de calor mediante el uso de imágenes satelitales Landsat 8 de los años 2014 y 2020 en la ciudad de Juliaca”, menciona lo siguiente:

Se identificaron seis islas de calor urbano de baja intensidad en la ciudad de Juliaca, situadas en el centro de la ciudad, en la zona industrial hacia Puno, en el aeropuerto Inca Manco Cápac, cerca de la estación de tren, en el centro comercial Plaza Veá, en la capilla del parque Cholo y en el cerro Huaynaroque. Los resultados indican un aumento en la temperatura superficial de las áreas urbanas entre 2014 y 2020. Estos hallazgos contrastan con varios factores, como la impermeabilización de las calles, el crecimiento de viviendas de concreto, el aumento del parque automotor y la escasez de

áreas verdes. El índice de vegetación normalizado (NDVI) mostró un incremento en las áreas urbanas y una disminución en las zonas con vegetación durante el mismo periodo. También se observaron islas de calor negativas, generadas por la presencia de cerros desnudos y superficies arenosas o rocosas que, debido a sus propiedades térmicas, se calientan más que las zonas urbanas, fenómeno que generalmente ocurre en regiones semiáridas. Además, los análisis de la rosa de los vientos y la comparación de temperaturas con datos de la estación meteorológica de Juliaca revelaron una relación entre estas variables.

2.1.3. Antecedentes Locales

El gobierno regional a través del proyecto “MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE APOYO AL USO SOSTENIBLE DE LA BIODIVERSIDAD PARA LAS ACCIONES DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE INCENDIOS FORESTALES 04 PROVINCIAS DEL DEPARTAMENTO DE UCAYALI”, tiene como objetivo que la población del departamento de Ucayali accede de manera adecuada al servicio de apoyo al uso sostenible para las acciones de prevención y control de incendios forestales, en ese sentido según el Anexo N°02 de la DIRECTIVA N°001-2019-EF/63.01, directiva para la programación multianual en el marco del sistema nacional de programación y gestión de inversiones la información a considerar es:

Tabla 1

Cuadro de programación multianual del Proyecto

FUNCION 05	ORDEN PUBLICO Y SEGURIDAD
DIVISION FUNCIONAL 016	GESTION DE RIESGOS Y EMERGENCIAS
GRUPO FUNCIONAL 0037	DEFENSA CONTRA INCENDIOS Y RIESGOS MENORES
SECTOR RESPONSABLE	INTERIOR
TIPOLOGIA DE PROYECTO	COMPAÑÍA DE BOMBEROS

Nota: Esta tabla muestra el desglose de la programación multianual del proyecto que el Gobierno Regional plantea para el mejoramiento de las acciones de prevención y control de incendios forestales.

De acuerdo a sus funciones dicho proyecto emitió el INFORME N° 393-2024-GRU-GGR-GERFFS- UFGIFFSM-CMS, el cual realiza el análisis de las cicatrices de los incendios forestales en el departamento de Ucayali, utilizando información emitida por SERFOR, el cual se tiene como resultado relevante que en los meses de agosto a setiembre del presente año tenemos una afectación de 25,849.54 ha por los incendios identificados en la región de Ucayali.

Tabla 2

Superficie de afectación de los incendios en el departamento de Ucayali.

PROVINCIA	DISTRITO	SUPERFICIE (ha)	TOTAL
Atalaya	Raimondi	641.74	1,583.79
	Sepahua	385.53	
	Tahuania	549.36	
	Yurua	7.16	
Coronel Portillo	Calleria	219.20	21,995.16
	Campo Verde	2,894.01	
	Iparia	1,204.72	
	Manantay	7,497.32	
	Masisea	2,551.95	
	Nueva Requena	5,911.97	
	Yarinacocha	1,715.99	
Padre Abad	Alexander Von Humboldt	130.89	2,237.72
	Boqueron	9.09	
	Curimana	517.68	
	Huipoca	177.04	
	Irazola	414.50	
	Neshuya	896.69	
	Padre Abad	91.82	
	Purus	32.87	
Purus	Purus	32.87	32.87
Total general		25,849.54	25,849.54

Nota: En la presente tabla se muestra cuanta cobertura boscosa se ha perdido por los incendios en el año 2024.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Problemática de las elevadas temperaturas

Las áreas urbanas tienden a ser más cálidas que las zonas rurales circundantes, un fenómeno conocido como "efecto isla de calor". Con el crecimiento de las ciudades, se produce una mayor pérdida de vegetación y un aumento en la pavimentación y construcción de edificios. Este cambio en la cobertura del suelo resulta en una disminución de la sombra y la humedad, lo que impide que las áreas urbanas se mantengan frescas. Además, las zonas urbanizadas tienen una menor capacidad para evaporar agua, lo que contribuye a elevar las temperaturas tanto en la superficie como en el aire. Las características de los materiales urbanos, especialmente la reflectancia solar, la emisividad térmica y la capacidad calorífica, también juegan un papel importante en la formación de islas de calor urbanas, ya que afectan cómo se refleja, emite y absorbe la energía solar (US EPA, 2014).

2.2.2. Focos de calor

Para Santa Cruz, (2019), es simplemente una anomalía termal que detecta un satélite en la tierra. Puede ser que haya fuego o simplemente puede ser un cuerpo rocoso, espejos de agua, construcciones aglomeradas en un solo lugar, etc. Estos sitios emiten temperaturas más elevadas que en su entorno.

El término "foco de calor" se refiere a un área con una temperatura superficial anómala, considerada como un punto potencial de ignición. Este concepto es relevante en el contexto de los incendios forestales y otros fenómenos relacionados con el calentamiento global, ya que las condiciones climáticas extremas y la actividad humana contribuyen a la formación de estos focos. La acumulación de estructuras urbanas y la contaminación también juegan un papel crucial en el aumento de la temperatura en estas áreas, lo que a su vez puede incrementar el riesgo de incendios (Armenteras et al., 2009) citado por (Fernández, 2019).

IBERDROLA CORPORATIVA (2023), indica que el fenómeno de la isla de calor urbana ocurre en áreas donde las temperaturas son más elevadas que en las zonas circundantes, debido a la actividad humana. Este fenómeno se

caracteriza por generar temperaturas superiores en las ciudades en comparación con los pueblos, áreas residenciales y zonas agrícolas cercanas. La diferencia de temperatura es más notable durante la noche, especialmente en invierno. En una ciudad con una población de un millón de habitantes o más, la temperatura media anual del aire puede ser entre 1 °C y 3 °C más alta durante el día en comparación con su entorno, mientras que por la noche esta diferencia puede aumentar hasta los 10 °C.

Para Porras (2018); La creación de la isla de calor urbana tiene un origen complejo, ya que este fenómeno se debe a diversas causas urbanas que impactan la atmósfera. Estos incluyen el aumento de las concentraciones de partículas en suspensión y gases contaminantes, una menor intensidad del viento, la radiación solar, entre otros factores. Además, también se relaciona con causas que surgen de la propia ciudad, como el uso del suelo, la rugosidad de la superficie y una mayor emisión de calor.

Green Urban Data (2019), señala que el fenómeno de la isla de calor urbana se caracteriza por temperaturas más elevadas en las áreas urbanas en comparación con las zonas rurales circundantes. En particular, la temperatura media anual del aire en ciudades con una población de un millón de habitantes o más puede ser entre 1 y 3 °C más alta que en su entorno. No obstante, durante la noche, esta diferencia puede alcanzar hasta 12 °C. Este efecto tiene repercusiones en las comunidades, ya que incrementa la demanda de energía durante los picos de calor en verano, eleva los costos de refrigeración, aumenta la contaminación del aire y las emisiones de gases de efecto invernadero, y contribuye a enfermedades y mortalidad asociadas. al calor, además de afectar la calidad del agua.

2.2.3. Tendencias de la temperatura

La temperatura media global de la superficie terrestre en 2021 se igualó a la de 2018, siendo ambos años considerados como el sexto más cálido registrado, de acuerdo con análisis independientes realizados por la NASA y la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA). Siguiendo la tendencia de calentamiento a largo plazo del planeta, las temperaturas en 2021 fueron 1,5 grados Fahrenheit (aproximadamente 0,85 grados Celsius)

superiores al promedio del período de referencia utilizado por la NASA. Este aumento en las temperaturas globales se atribuye a actividades humanas que han incrementado las emisiones de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero en la atmósfera (NASA, 2022).

2.2.4. Consecuencias de las elevadas temperaturas

De acuerdo a la NASA (2022), el planeta ya está experimentando las consecuencias del calentamiento global: el hielo marino en el Ártico está en disminución, los niveles del mar están aumentando, los incendios forestales se están volviendo más severos y los patrones migratorios de los animales están cambiando. Comprender cómo ya qué velocidad está cambiando el planeta es fundamental para que la humanidad se prepare y se adapte a un mundo más cálido

La subida de las temperaturas puede aumentar la mortalidad, reducir la productividad y ocasionar daños a las infraestructuras. Las consecuencias más graves recaen en las personas más vulnerables (por ejemplo, bebés y ancianos) (Comisión Europea, s. f.).

2.2.5. Alteración de las altas temperaturas en las personas.

El exceso de temperaturas afecta sobre todo a los seres vivos. La exposición humana a temperaturas ambientales elevadas puede alterar nuestras funciones vitales y provocar problemas de salud como calambres, deshidratación, insolación, golpe de calor, etc., siendo las personas mayores, los niños muy pequeños y los enfermos crónicos los más vulnerables (Gobierno de España, 2020).

Las Olas de Calor son episodios de temperaturas extremas muy altas que pueden tener consecuencias sobre la salud de la población: dermatitis, edemas, quemaduras, insolación, calambres, síncope por calor, etc. y en algunos casos consecuencias más graves como el agotamiento por calor o el golpe de calor que puede llegar a ser mortal o dejar importantes secuelas (Comunidad Madrid, 2021).

Sin embargo, Jiménez (2018), menciona que durante el verano aumentan los riesgos de deshidratación, a causa de la exposición solar, insolación, lesión

térmica asociada al ejercicio, golpe de calor y quemaduras cutáneas y Los menores de cinco años tienden a sufrir deshidratación, por lo que ante cualquier síntoma deberán ser trasladados a las unidades médicas para ser atendidos.

Rodríguez (2023), menciona que un golpe de calor se define principalmente como un aumento repentino de la temperatura corporal de una persona, ante el cual el cuerpo no cuenta con los mecanismos necesarios para hacer frente. Es la forma más grave de las lesiones relacionadas con el calor y se presenta cuando la temperatura corporal supera los 40°C. Normalmente, estos episodios ocurren debido a una exposición prolongada a altas temperaturas o a la realización de actividades físicas intensas en condiciones calurosas. Tal como su nombre indica, los golpes de calor pueden aparecer de manera inesperada, con una rapidez e intensidad que pueden resultar fatales, incluso en personas que están saludables.

2.2.6. Afectación de las altas temperaturas en las plantas y animales.

Comisión Europea (s. f.) indica que el aumento de las temperaturas está modificando la distribución geográfica de las zonas climáticas, lo que a su vez altera la distribución y abundancia de diversas especies vegetales y animales que ya enfrentan la presión de la pérdida y contaminación de sus hábitats. Además, es probable que este incremento térmico afecte la fenología, es decir, los comportamientos y ciclos de vida de estas especies. Esto podría resultar en un aumento de plagas y especies invasoras, así como en una mayor incidencia de ciertas enfermedades humanas.

2.3. Definición de Términos Básicos

- **Ocurrencia de focos de calor:** La principal causa de este fenómeno es la acumulación de estructuras, como edificios, aceras y superficies asfaltadas, que absorben más calor y lo liberan de manera más lenta en comparación con los entornos naturales, como bosques, ríos y lagos. Además, el calor y la contaminación producida por el tráfico y la actividad industrial contribuyen a agravar las consecuencias del cambio climático en

las áreas urbanas, lo que a su vez afecta negativamente la calidad de vida de sus habitantes (IBERDROLA CORPORATIVA, 2023).

Green Urban Data (2019), indica que se da cuando la temperatura del núcleo urbano supera la de las zonas rurales cercanas. Normalmente, durante la noche, los municipios se refrescan. Sin embargo, en ocasiones, debido a la tipología y materiales de edificios y elementos urbanos que expulsan el calor acumulado durante el día a lo largo de la noche, hacen que la temperatura no descienda. Siendo entonces, la temperatura del núcleo urbano más alta que la de las zonas rurales cercanas.

- **Temperaturas elevadas:** Es cuando la temperatura máxima observada en un día supera el promedio mensual (umbral) de temperaturas máximas en una determinada zona geográfica. Cuando este evento alcanza el percentil 93 se habla de altas temperaturas y si supera el percentil 97 se denomina Altas Temperaturas Extremas (SENAPRED, 2021).
- **Variación de la temperatura:** Son aquellas que muestran la diferencia entre una temperatura observada y una temperatura promedio o de referencia (Orús, 2023).
- **Crecimiento urbano:** Se entiende el cambio de uso de suelo para fines de equipamiento, servicios o zonas habitacionales que sean brindados a una población en cuestión, la cual tiene como resultado una mancha urbana, es decir, un área urbanizada destinada a infraestructura, equipamiento y vida social.(Sandoval & Picazo, 2020).
- **Temperatura:** Es la cantidad de energía calorífica que posee el aire en un momento determinado. Se mide mediante termómetros, habitualmente en grados Celsius (°C) y determina las sensaciones de calor y frío. En Estados Unidos la unidad de medida utilizada es el grado Fahrenheit (°F) (Gobierno de Navarra, s. f.).

CAPÍTULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.1. Método de Investigación

3.1.1. Enfoque de la investigación

El estudio es de tipo cuantitativo, porque la recopilación de los datos, estarán relacionados con los focos de calor y la temperatura. Estos datos se pueden medir en términos de números, magnitudes y unidades. Este tipo de investigación se centra en la recolección y análisis de datos numéricos para responder preguntas específicas sobre un tema o fenómeno en el mundo social, en este caso, la relación entre los focos de calor y la temperatura en el distrito de Callería, región de Ucayali.

3.1.2. Tipo de Investigación

El estudio de la investigación es de tipo Descriptivo. Ya que se describió y analizó las características de los focos de calor y la temperatura en el distrito de Callería. También es una Investigación de tipo Correlacional: buscando establecer relaciones o correlaciones entre la temperatura registrados del 2018 al 2023 y como se relaciona con los focos de calor.

3.1.3. Nivel de Investigación

Explicativa, ya que busca comprender por qué ocurren ciertos fenómenos o eventos. En mi tesis, se buscará comprender la relación entre los focos de calor entre el 2018 al 2023 y la temperatura en los últimos 6 años de donde se basa la investigación. Según la formulación de la hipótesis, se podrá comprender si existe una correlación o relación causal entre los focos de calor y la temperatura en el distrito de Callería.

3.1.4. Diseño de la Investigación

El diseño del estudio es descriptivo relacional. Los datos que se obtuvieron corresponden a un Muestreo no Probabilístico, no aleatorio, intencional o deliberado, se seleccionó elementos basados en criterios específicos, como ubicación o disponibilidad de datos.

La metodología consistió en la recopilación de datos de temperatura máxima y los focos de calor y relacionar con la temperatura de los años 2018, 2019, 2020, 2021 y 2022 ocurridos en el distrito de Callería, donde los datos de las temperaturas se obtuvieron de la Universidad Nacional de Ucayali y los datos de focos de calor que brinda El Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR) mediante la Página Web de la Plataforma SAMI (Satélite, Monitoreo, Impactos del patrimonio forestal: Monitoreo de Incendios Forestales: <https://sniffs.serfor.gob.pe/monitoreo/sami/>) y los reportes de calor del SERFOR: <http://appweb.serfor.gob.pe/FocosCalor/Default.aspx> Estos datos fueron bajados mediante coordenadas UTM, correspondiendo al área del distrito de Callería. El programa que se utilizó para procesar las imágenes para obtención de los focos de calor fueron el Arc Gis y el Arc Map. Para el análisis de datos se utilizó técnicas estadísticas para analizar los datos recopilados y determinar si existe una relación entre los focos de calor y las tendencias de temperatura. Este análisis incluyó pruebas estadísticas relevantes.

Tabla 3

Esquema del diseño descriptiva y comparativa.

M₁	O₁
M₂	O₂
~	
O₁ = O₂	
≠	

Donde:

M₁ y M₂ = Muestra

O₁ y O₂ = Observación de las Muestras

~ Semejante

= igual

≠ diferente

3.2. Población, muestra y ubicación

3.2.1. Población

La población del estudio es la región de Ucayali, en donde están constituidos los focos de calor de los diferentes años y los datos meteorológicos de temperatura máxima (°C) que se establecieron desde los años 2018 al 2023 respectivamente.

3.2.2. Muestra

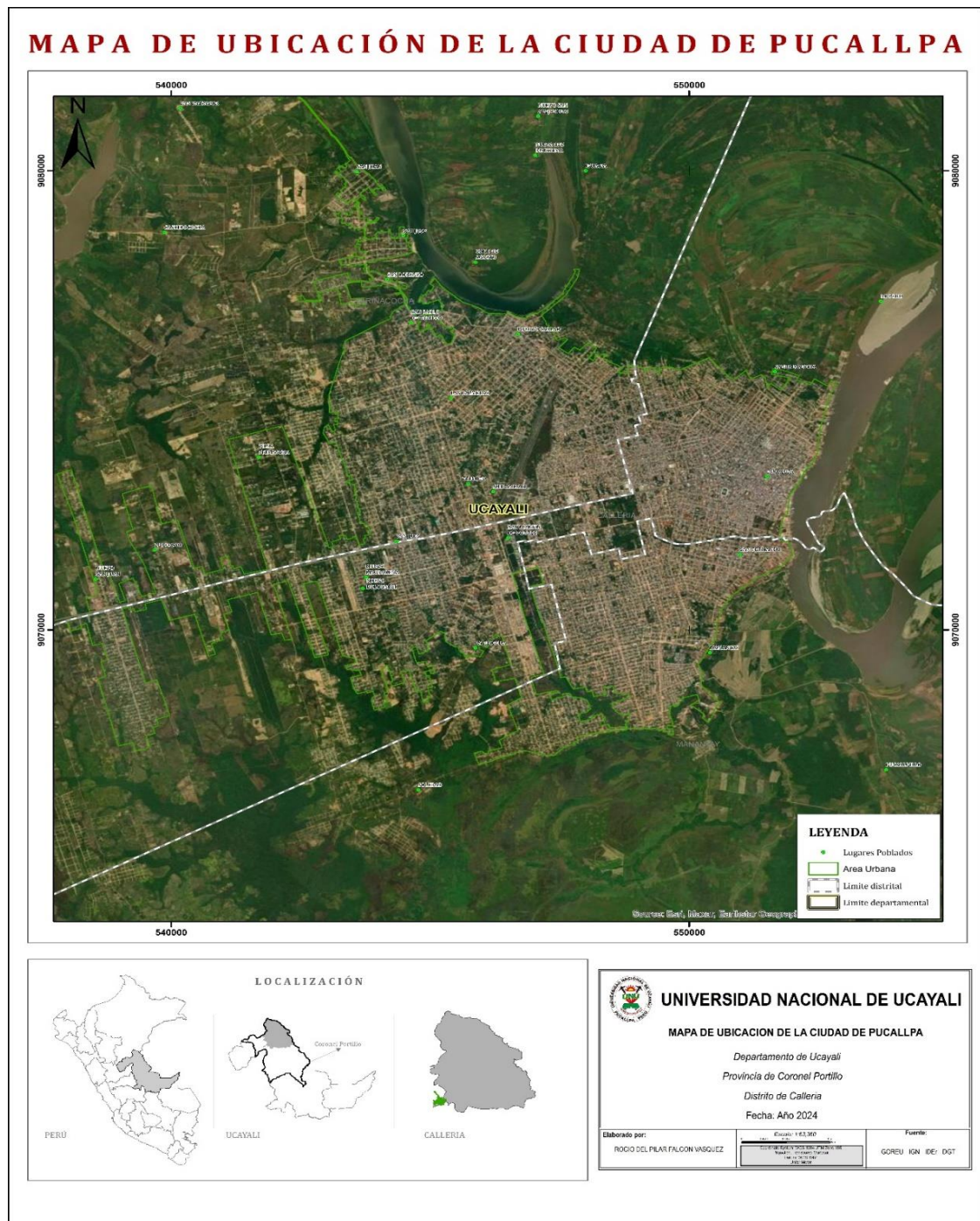
La muestra que se obtuvo corresponde a un Muestreo no Probabilístico, no aleatorio, intencional o deliberado; cuyos elementos o unidades típicas de la Población, se decidió conocer intencionalmente. La muestra estuvo representada por el distrito de Callería, en donde están contenidos los focos de calor y los años de la temperatura máxima (°C) del 2018 al 2023 respectivamente.

3.2.3. Ubicación del Estudio

El estudio se realizó en el distrito de Callería considerando las zonas urbanas, con datos de focos de calor y temperatura máxima (°C) que corresponden al área geográfica del estudio

Figura 1

Mapa de ubicación de la ciudad de Pucallpa



3.3. Procedimiento de recolección de datos

La descarga y recolección de los datos se realizó vía internet desde una Laptop, básicamente está sustentado en dos formas:

- 1) Para la variable Temperatura máxima (C°): se obtuvo los datos de la Estación Meteorológica de la Universidad Nacional de Ucayali, estos datos fueron desde el año 2018 al 2023.
- 2) Para la variable focos de calor: se obtuvo de la página virtual de GEOSERFOR: Plataforma de Monitoreo de focos de calor sobre la cobertura de los bosques, cuyo acceso es mediante el Link: <https://sniffs.serfor.gob.pe/monitoreo/sami/incendios>. Los mapas fueron bajados año por año desde el año 2018 al 2023, los cuales fueron contrastados y analizados sobre los focos de calor del distrito de Callería.

3.4. Técnicas e instrumentos para recolección de datos

3.4.1. Técnicas

Las Técnicas que se utilizaron en la investigación fueron las siguientes:

- Observación Directa
- Revisión de Registros Existentes o de Datos.

Para el presente estudio se estableció la descarga de temperatura de la Estación Meteorológica de la Universidad Nacional de Ucayali (año 2018 al 2023), al igual que la descarga de datos de SAMI sobre los focos de calor que hay en la región.

Mediante estas técnicas se pudo trabajar con los datos proporcionados por la UNU Y GEOSERFOR para elaborar la investigación.

3.4.2. Instrumentos

Los instrumentos que se utilizaron para realizar la investigación fueron las siguientes:

- **Sistemas de Información Geográfica (SIG)**

Los SIG son herramientas esenciales para el análisis espacial de los datos recolectados. Permiten integrar información geoespacial con los resultados del monitoreo satelital y de campo, facilitando la visualización y análisis de patrones en la vulnerabilidad forestal

- **Ficha de registro de temperatura máxima**

Se creó fichas de registro de las temperaturas máximas que se presentó en el área de estudio, para conocer como variaban en los años de estudio.

3.5. Procesamiento para recolección de datos

Para la recopilación o recolección de datos, fue por:

a) Ficha de Registro de Datos

Se empleó Fichas de registro de datos creados en Excel de T° máxima por mes; aplicando la Ficha de Registro de datos por los 6 años correspondientes de la investigación.

La recolección de datos se realizó a través de la descarga de los datos meteorológicos como la Temperatura Máxima (C°) que se presenta en el distrito de Callería en la región de Ucayali, por ende, estos se pasaron a la Ficha de Registro de datos en el Excel.

b) Mapas de focos de calor

Los datos de focos de calor son básicamente puntos proyectados en coordenadas geográficas que indican el centro de un pixel (que es la unidad mínima de la resolución espacial de la imagen) donde se detectó fuego o un foco de calor activo, en el momento en que el satélite hizo su paso por un área determinada. Las altas temperaturas del terreno detectadas (anómalas respecto de las temperaturas de la superficie del entorno de dicho punto) sólo están representando que puede haber o habrá en el corto plazo de horas un incendio. GEOSERFOR brinda la información de los mapas de foco de calor que están constituidos de las diferentes capas de cruce de información de capas temáticas y límites jurisdiccionales de Catastro rural (CCCC y CCNN), Catastro Forestal (BPP, BL, Concesiones, etc.), SINANPE (ANP, ACR, ACP, ZA), Reserva Territorial, Límite distrital, provincial y regional.

3.6. Tratamiento de datos

Los mapas de focos de calor obtenidos de GEOSERFOR, de los años 2018 al 2023 fueron guardados en la Laptop y luego mediante los programas de AutoCad y SIG (Sistema de Información Geográfica) para determinar la cantidad de focos de calor que pudieran generar los incendios. El termino foco de calor se utiliza generalmente para definir un área que presenta una superficie anómala de temperatura y estos son considerados puntos potenciales de fuego. La detección de puntos calientes se realiza mediante el empleo de satélites que vienen incorporados con sensores cuyas lecturas están basados en algoritmos desarrollados para la detección.

La temperatura máxima (C°) de los años 2018 al 2023 fueron procesados en una hoja Excel y luego llevado al Programa SPSS 25 para determinar su significancia.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados y discusiones

En este capítulo se muestran los resultados de forma ordenada y relacionada, con los parámetros y criterios que permitieron realizar la investigación sobre la identificación, caracterización y las tendencias de temperatura máxima (°C) mensual y anual de los focos de calor ocurridos en el distrito de Callería durante los años 2018 al 2023.

4.1.1. Identificación y caracterización de los focos de calor ocurridos en el distrito de Callería durante los años 2018 al 2023.

A continuación, se muestran las Figuras 2,3,4,5,6 y 7 que corresponden a las capturas de los focos de calor de los meses de Enero hasta Abril durante los años de 2018 al 2023. En la Figura 8, se visualiza el comparativo de las Figura 2 hasta la Figura 7.

Figura 2

Evaluación de los focos de calor según los meses de Ene-Abr del año 2018.

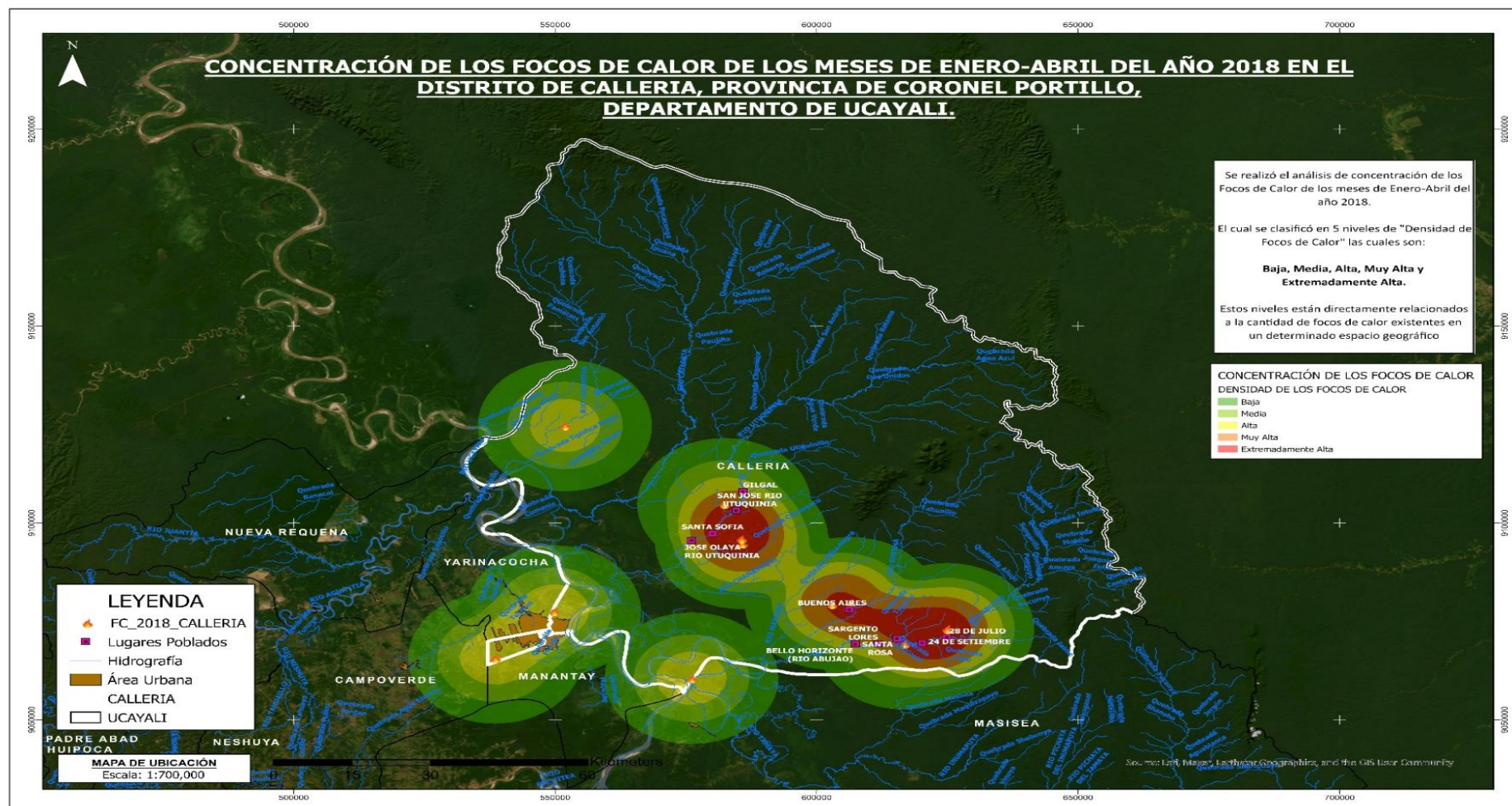


Figura 3

Evaluación de los focos de calor según los meses de Ene-Abr del año 2019.

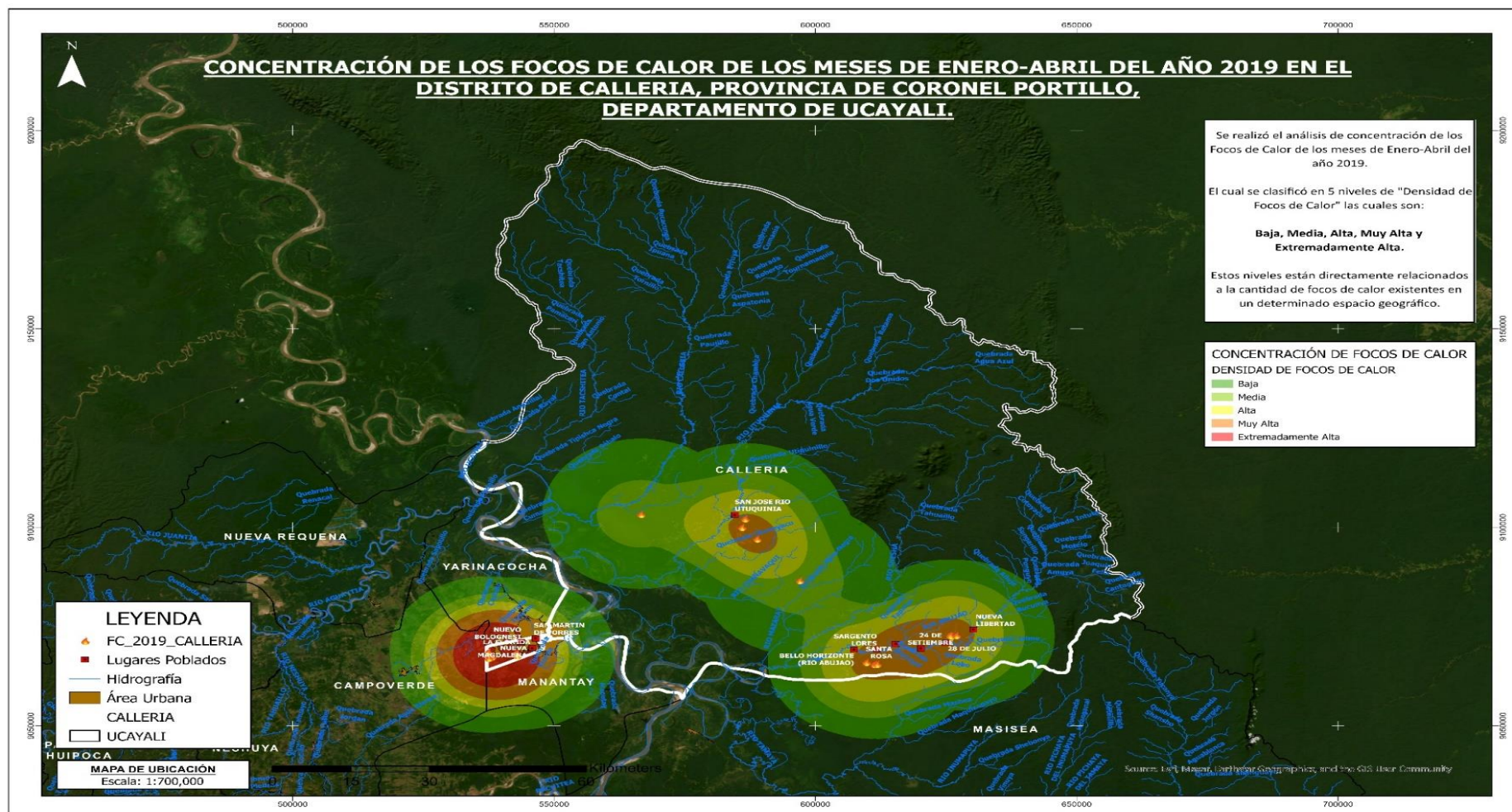


Figura 4

Evaluación de los focos de calor según los meses de Ene-Abr del año 2020

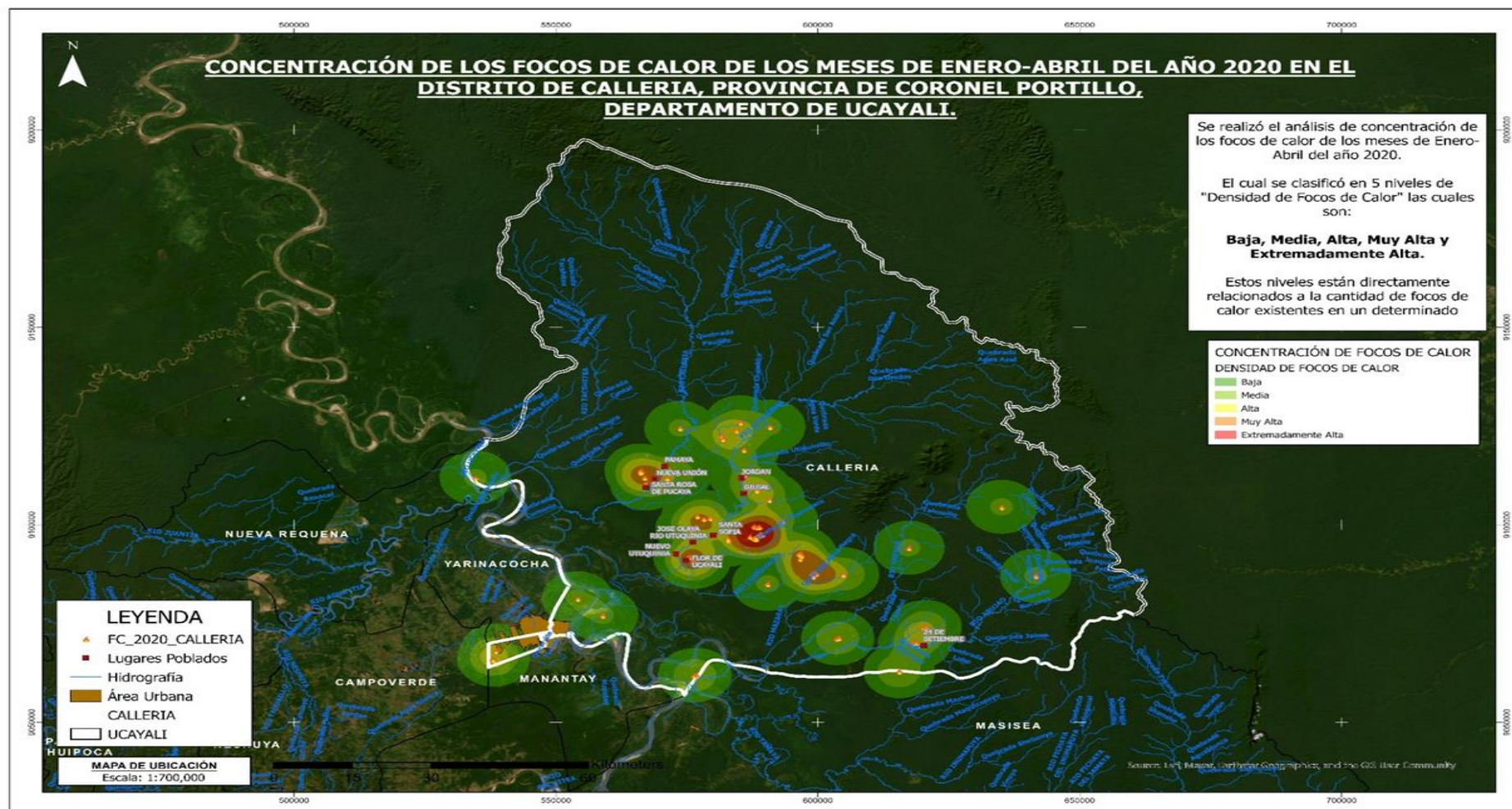


Figura 5

Evaluación de los focos de calor según los meses de Ene-Abr del año 2021

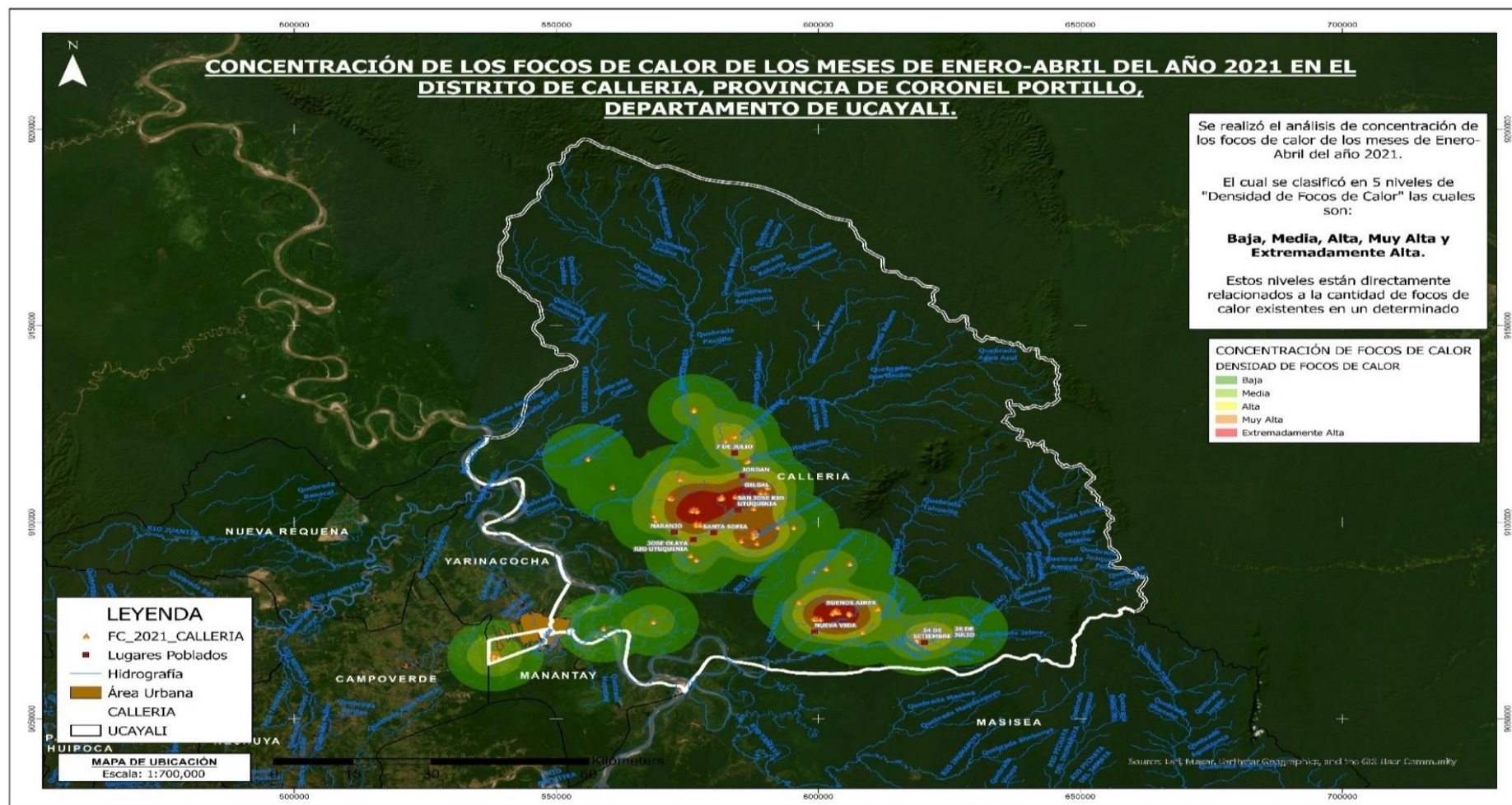


Figura 6

Evaluación de los focos de calor según los meses de Ene-Abr del año 2022

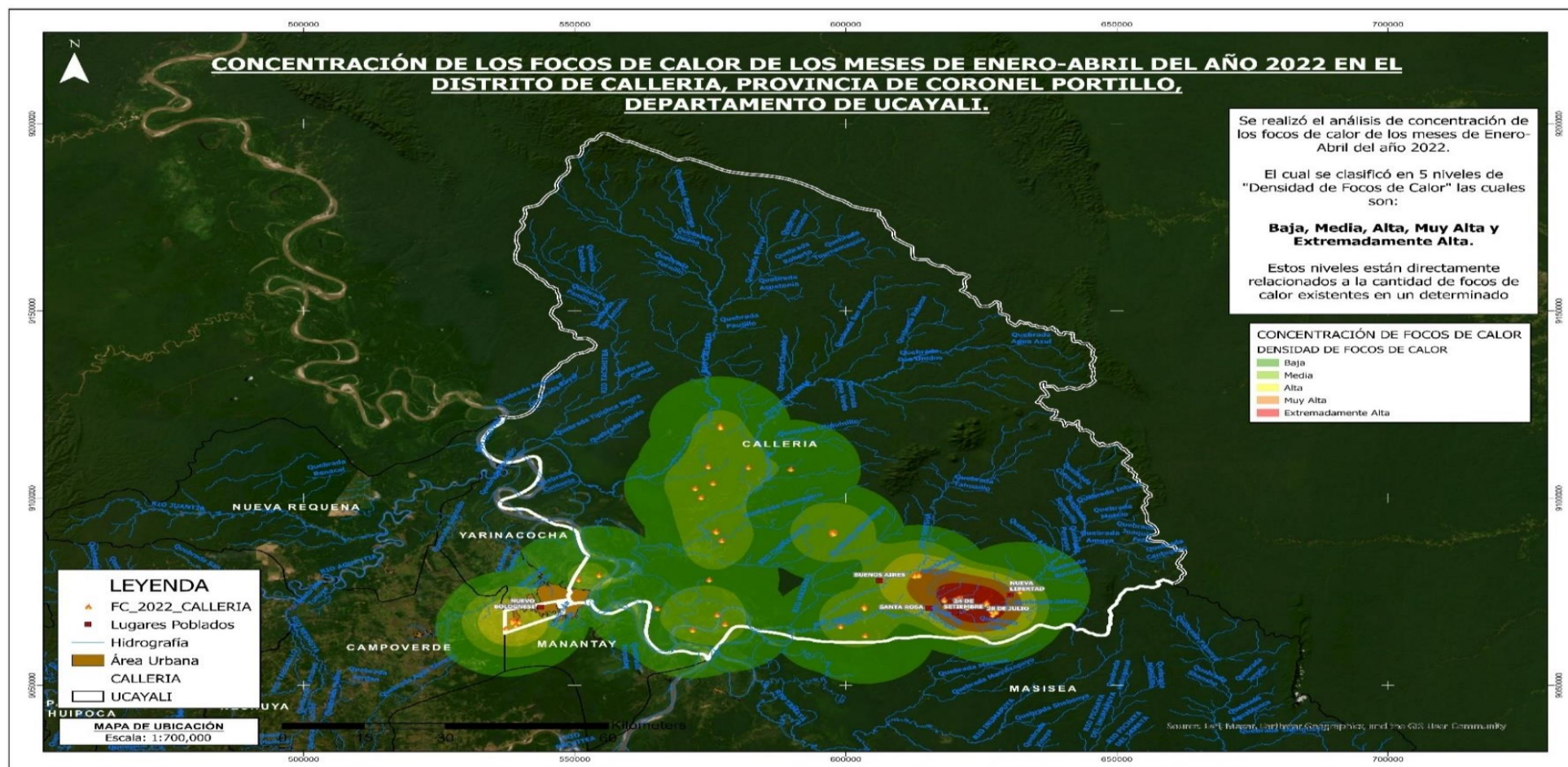


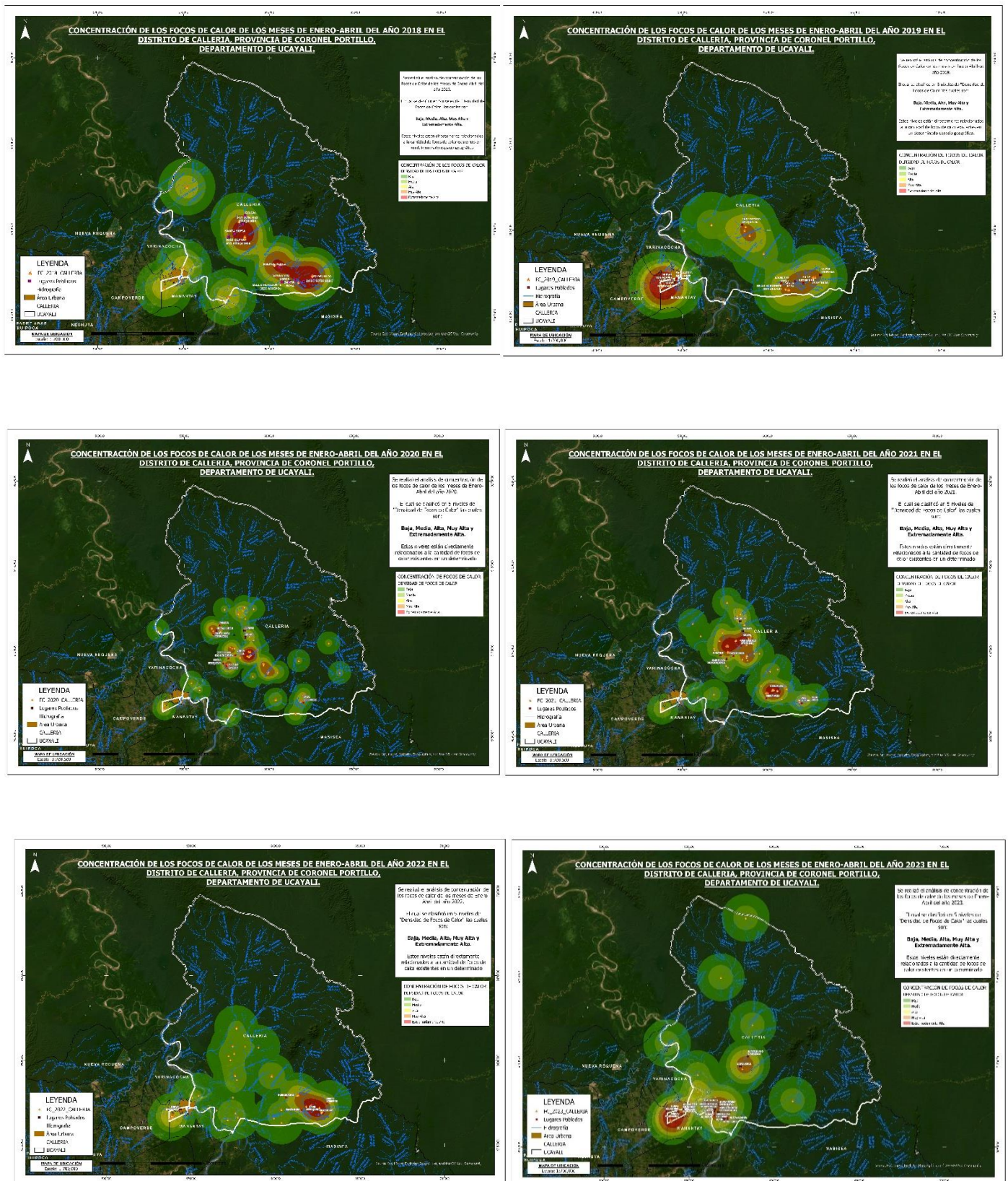
Figura 7

Evaluación de los focos de calor según los meses de Ene-Abr del año 2023



Figura 8

Comparativo de los focos de calor de Enero hasta Abril de los años 2018 al 2023



En la Tabla 4, se registra las temperaturas máximas alcanzados durante los meses de Enero, Febrero, Marzo y Abril durante los años 2018, 2019, 2020, 2021, 2022 y 2023.

Tabla 4

Temperatura máxima de los meses de Enero hasta Abril de los años 2018 al 2023

Año/mes	Ene.	Febr.	Mar.	Abr.	Promedio (°C)
2018	31	30.8	31.8	30.8	31.1
2019	30.5	30.6	30	31.7	30.7
2020	32.3	31.4	31	31	31.4
2021	31.1	30.9	30.9	31.1	31.0
2022	31.2	30.6	30.4	30.7	30.7
2023	31.5	30.8	30.3	31.3	31.0

Nota: Entre los meses de Enero y Febrero de los años del 2018 al 2023 la temperatura promedio oscila de entre los 30.7°C a los 31.4°C.

Para los focos de calor de los meses de Mayo, Junio, Julio y Agosto de los seis años del estudio (2018 al 2023), se presentan las figuras 9, 10, 11, 12. 13 y 14 que nos muestran las tendencias y distribución ocurridas en dichos meses y años.

Evaluación de los focos de calor según los meses de May-Ago del año 2018



Figura 10

Evaluación de los focos de calor según los meses de May-Ago del año 2019

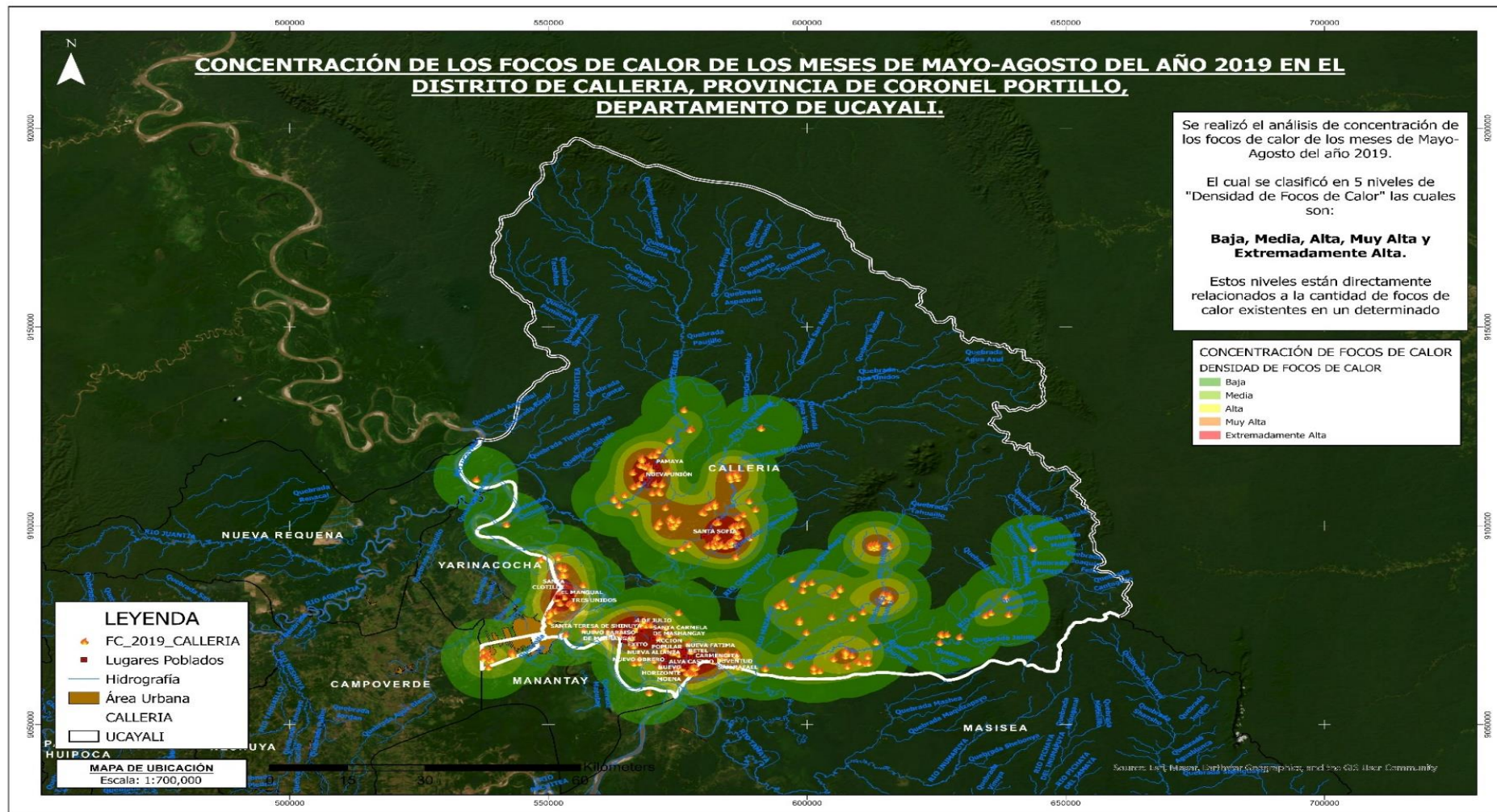


Figura 11

Evaluación de los focos de calor según los meses de May-Ago del año 2020

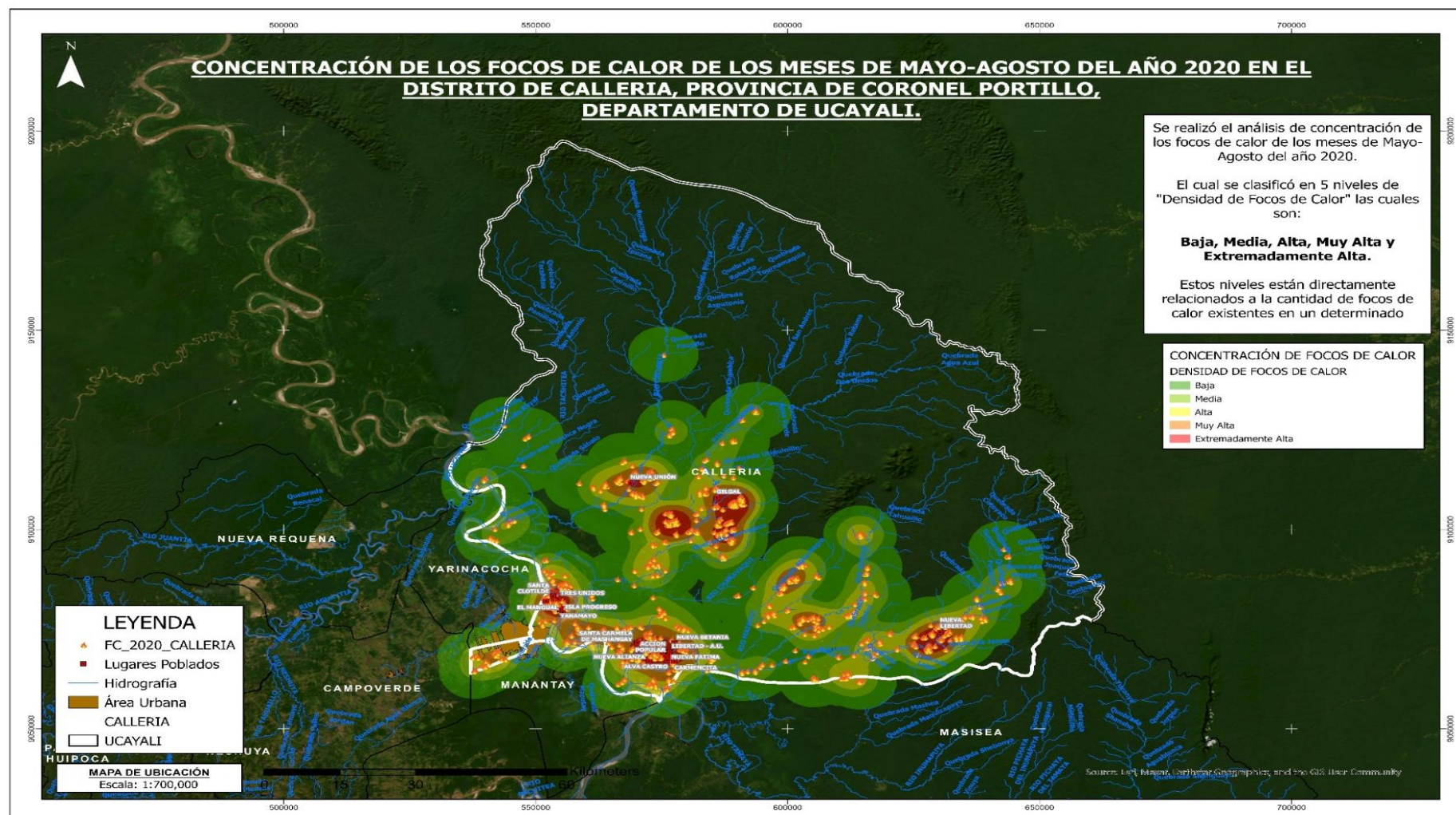


Figura 12

Evaluación de los focos de calor según los meses de May-Ago del año 2021

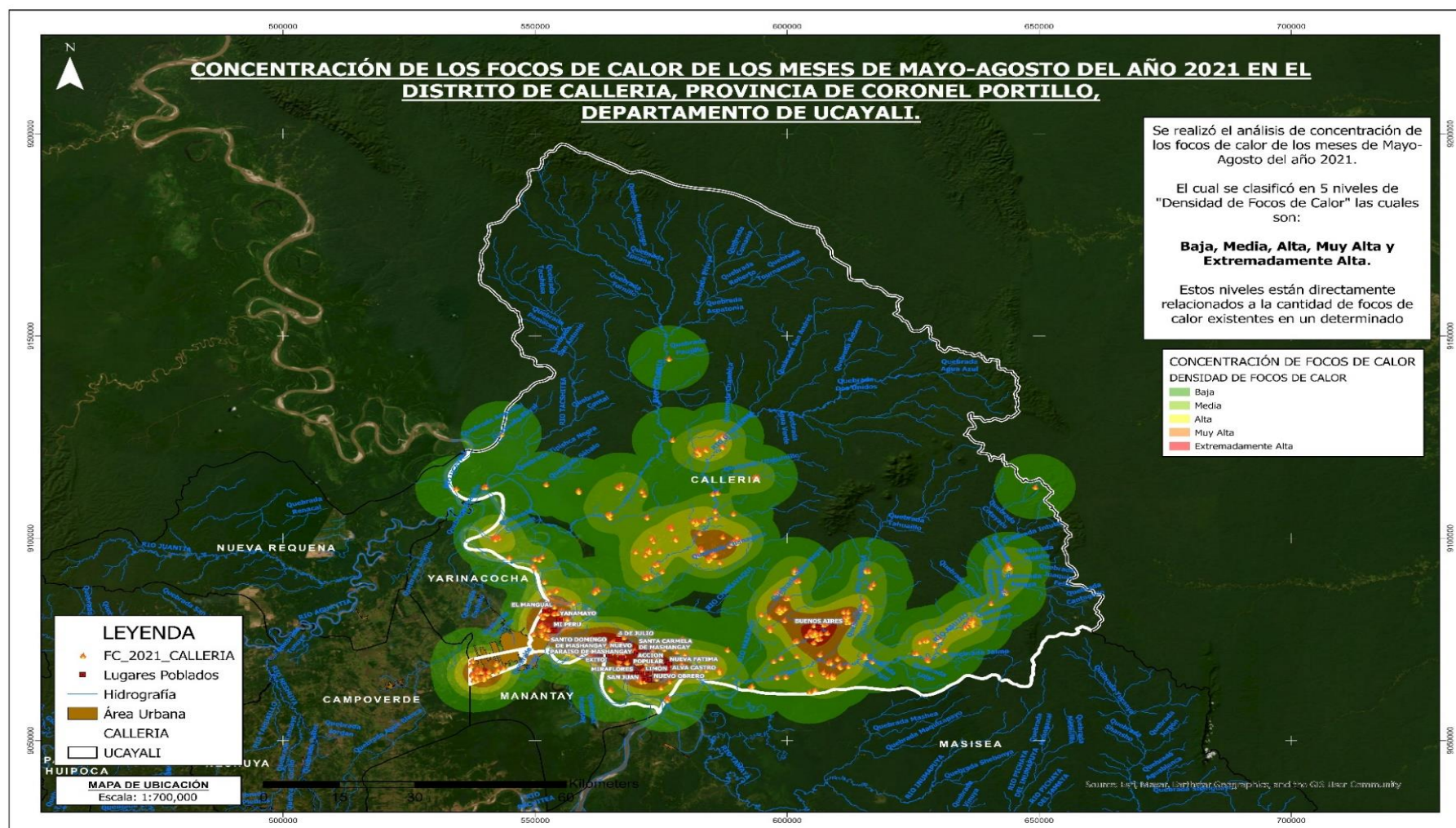


Figura 13

Evaluación de los focos de calor según los meses de May-Ago del año 2022

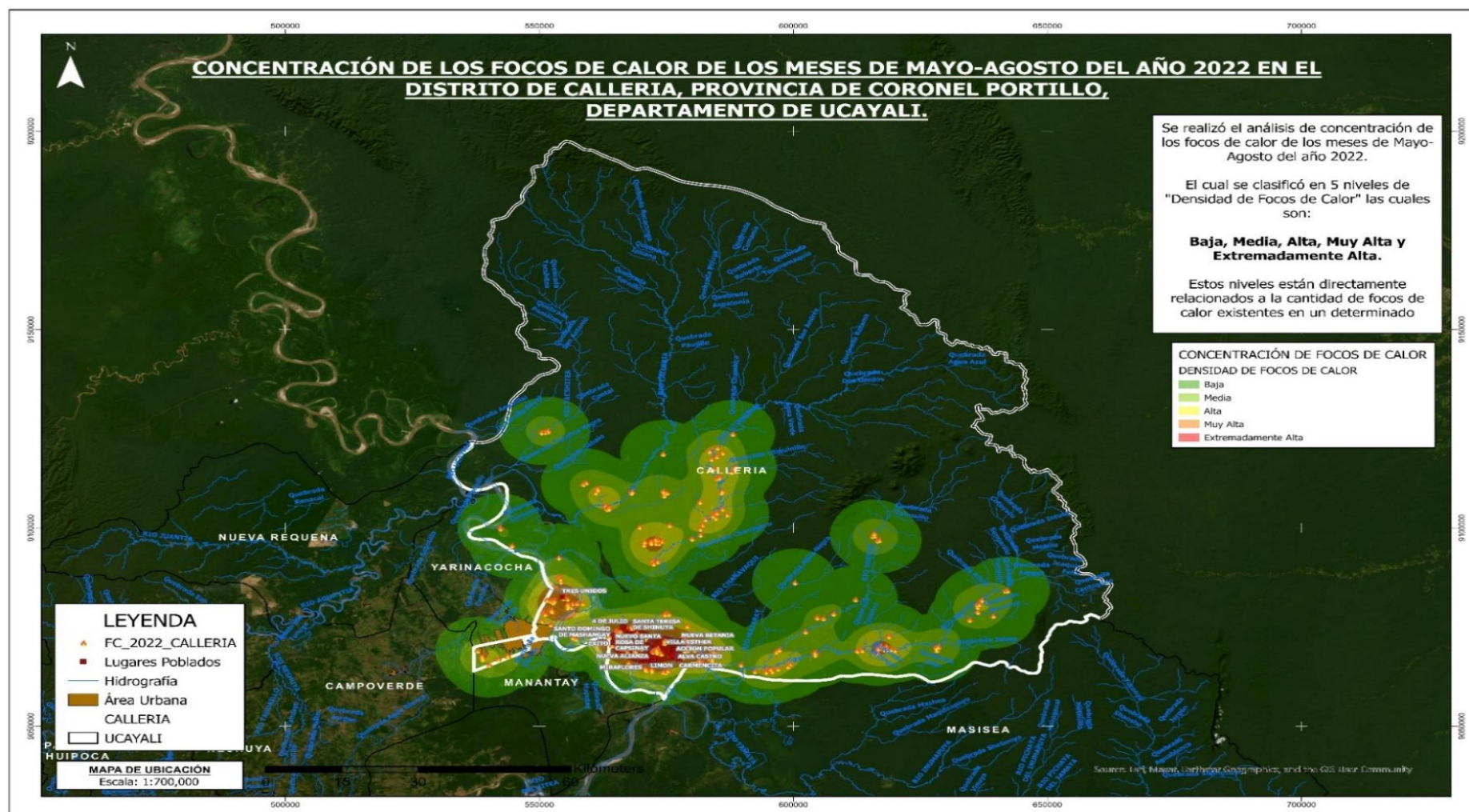


Figura 14

Evaluación de los focos de calor según los meses de May-Ago del año 2023

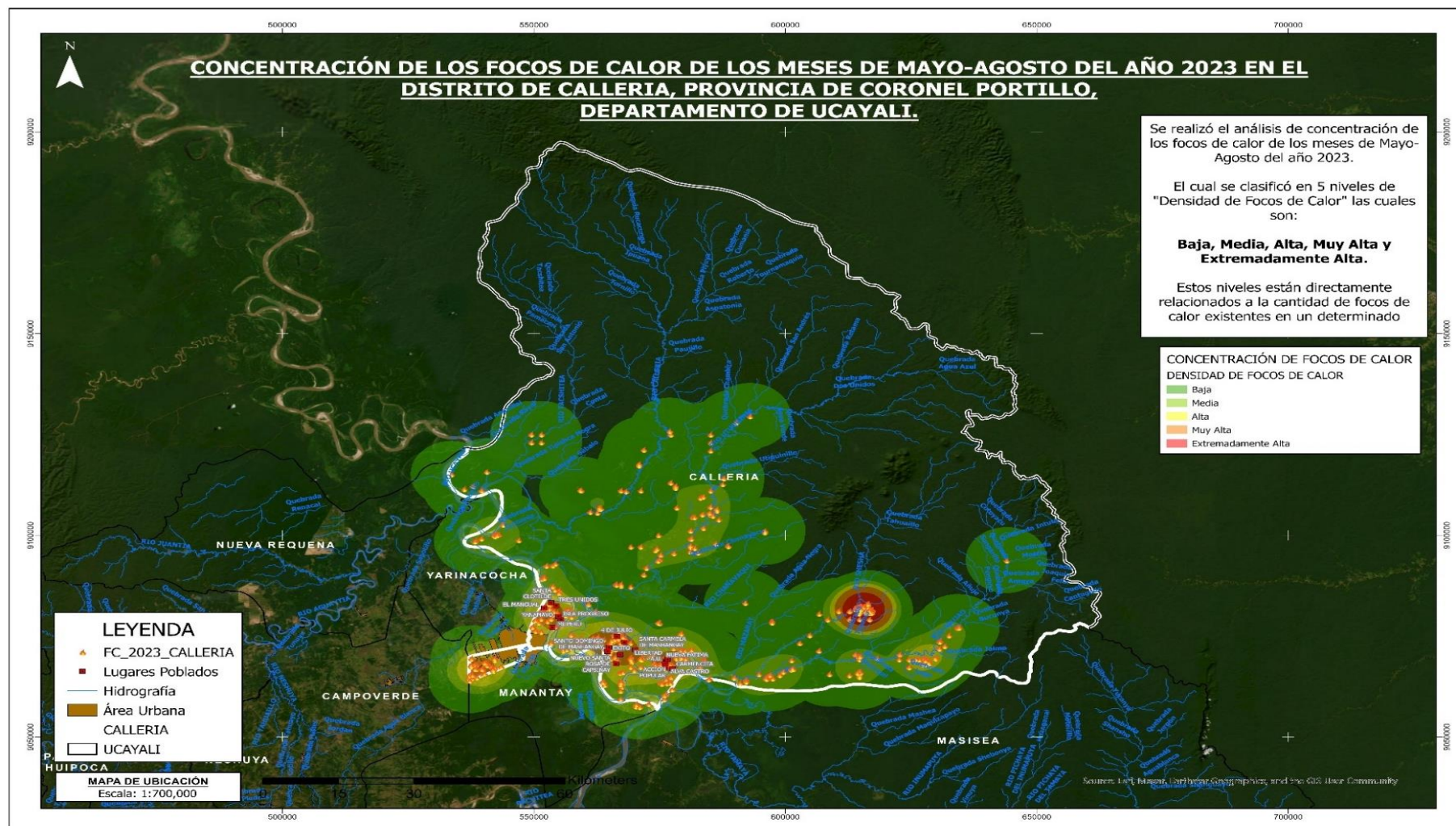
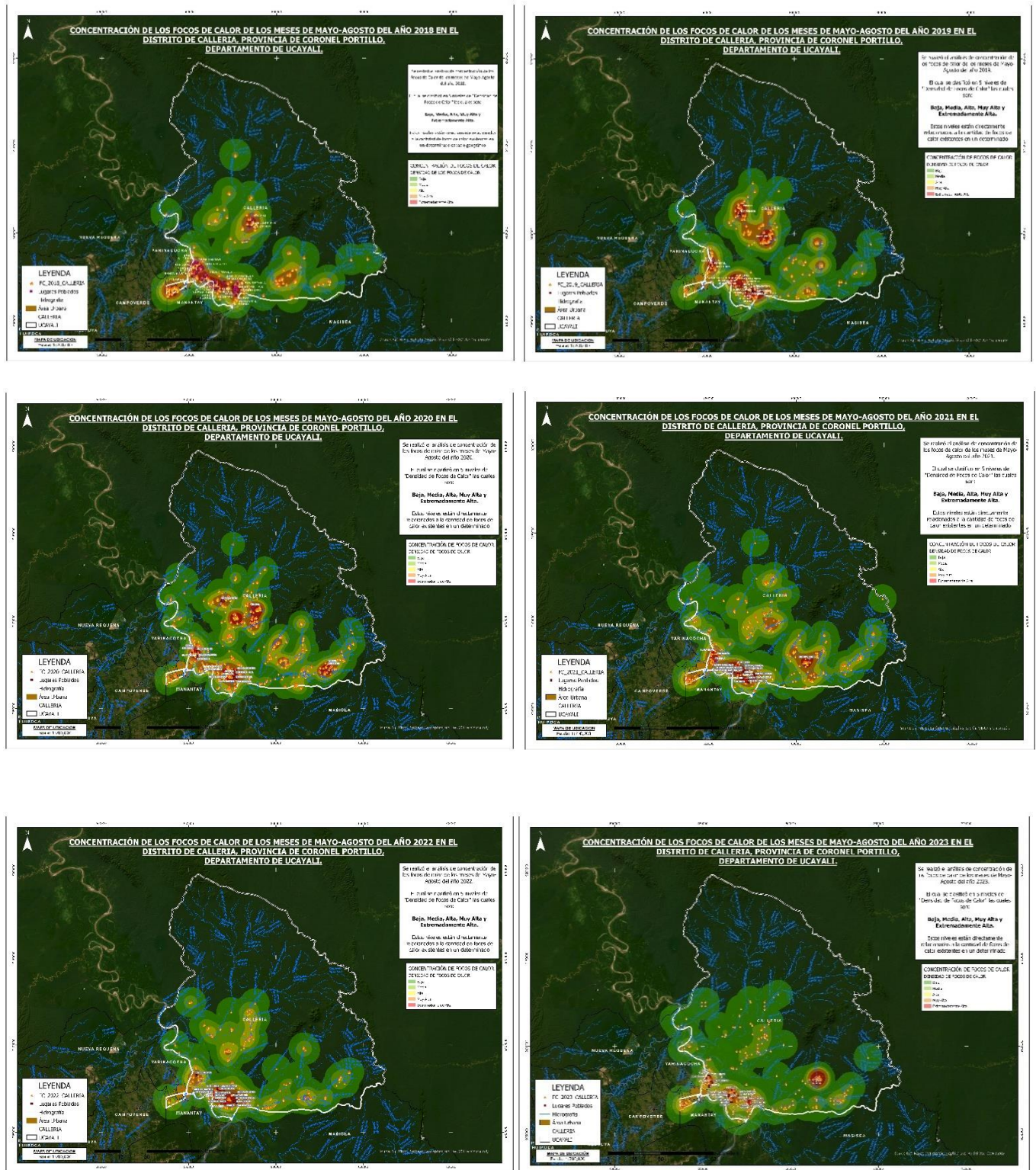


Figura 15

Comparativo de los focos de calor de Mayo hasta Agosto de los años 2018 al



En la Tabla 5, se registra las temperaturas máximas alcanzados durante los meses de Mayo, Junio, Julio y Agosto durante los años 2018, 2019, 2020, 2021, 2022 y 2023.

Tabla 5

Temperatura máxima de los meses de Mayo hasta Agosto de los años 2018 al 2023

Año/mes	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Promedio(°C)
2018	31	29.2	30.7	30.2	30.3
2019	31.3	32	31.4	32.6	31.8
2020	31.1	31.3	30.3	32.3	31.3
2021	31.1	30.3	30.9	32.4	31.2
2022	30.7	30.2	32.5	31.9	31.3
2023	31.7	30.9	32.5	34.2	32.3

Nota: Entre los meses de Mayo y Agosto de los años del 2018 al 2023 la temperatura promedio oscila de entre los 30.3°C a los 31.8°C.

Para los focos de calor de los meses de Setiembre, Octubre, Noviembre y Diciembre de los seis años del estudio (2018 al 2023), se presentan las figuras 16, 17, 18, 19, 20 y 21 que nos muestran las tendencias y distribución ocurridas en dichos meses y años.

Evaluación de los focos de calor según los meses de Set-Dic del año 2018



Figura 17

Evaluación de los focos de calor según los meses de Set-Dic del año 2019

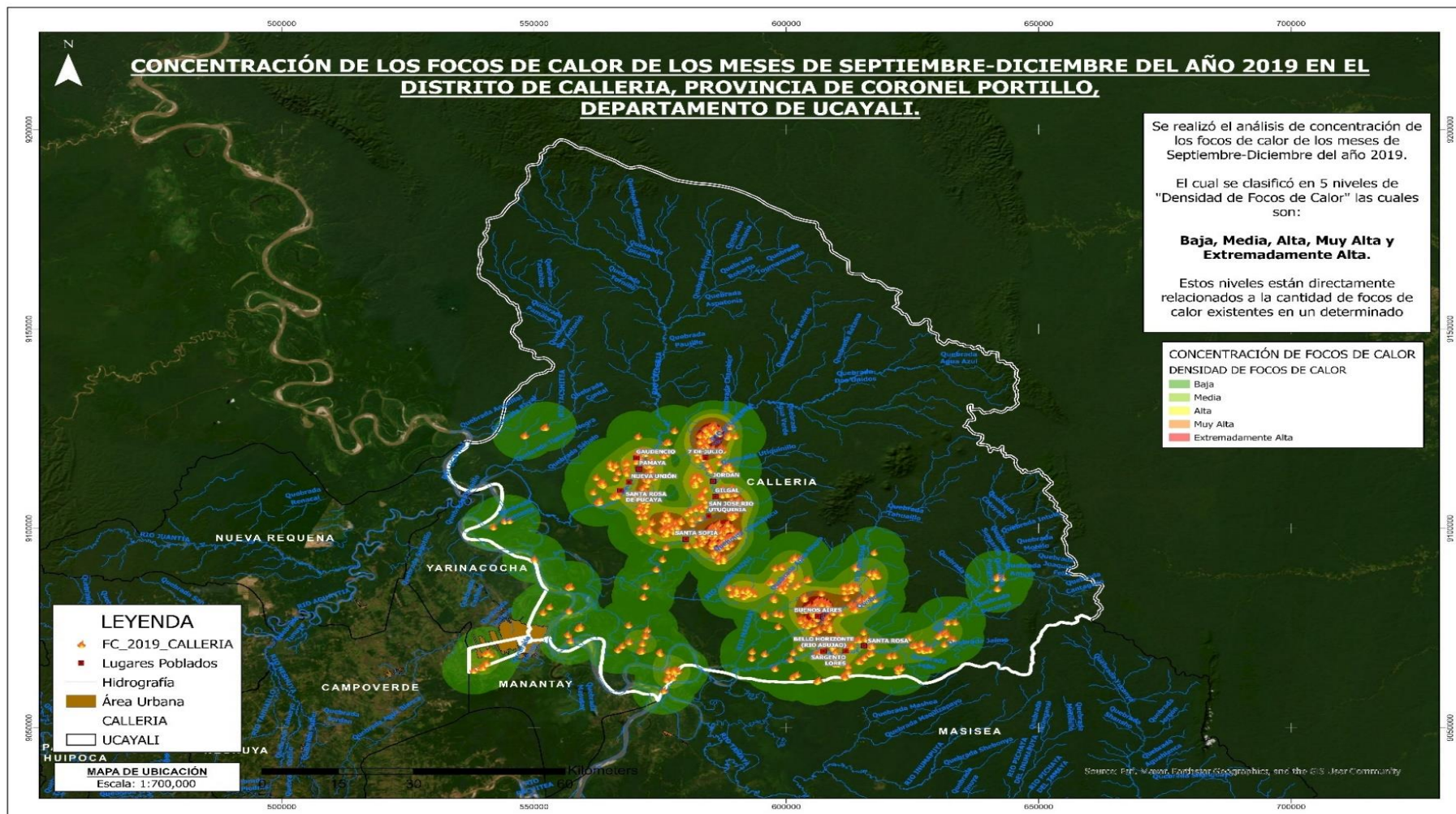


Figura 18

Evaluación de los focos de calor según los meses de Set-Dic del año 2020

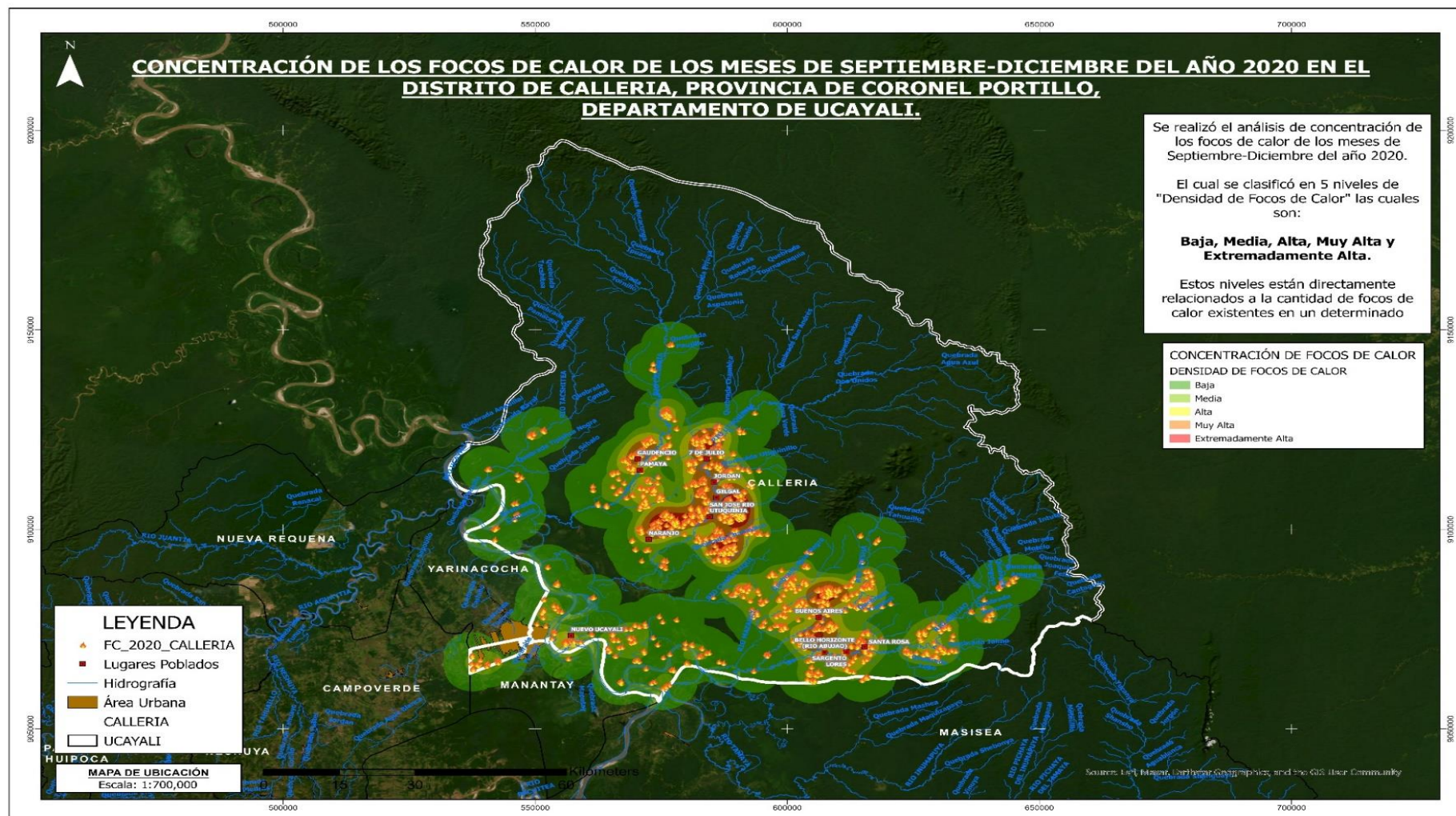


Figura 19

Evaluación de los focos de calor según los meses de Set-Dic del año 2021

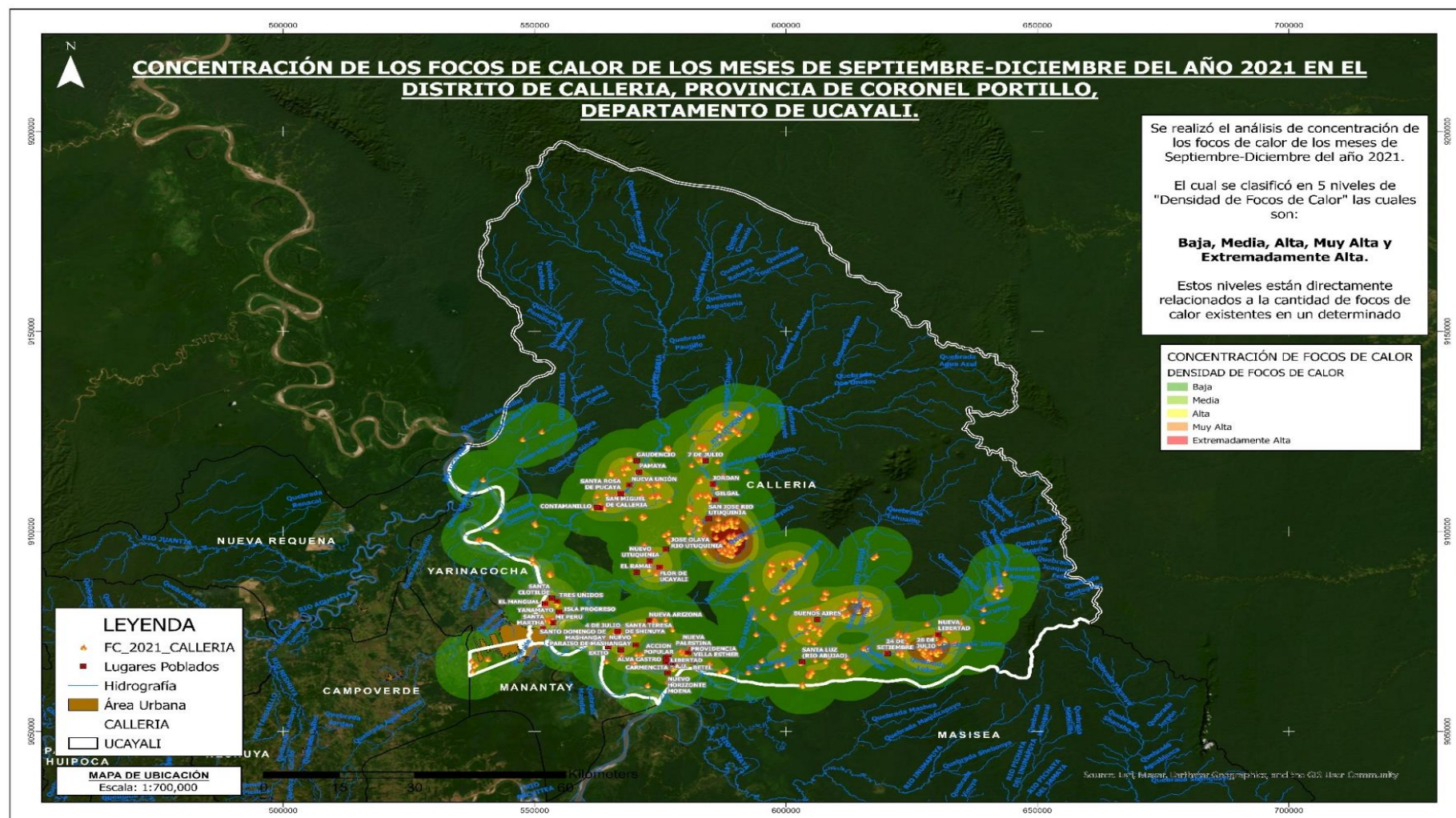


Figura 20

Evaluación de los focos de calor según los meses de Set-Dic del año 2022

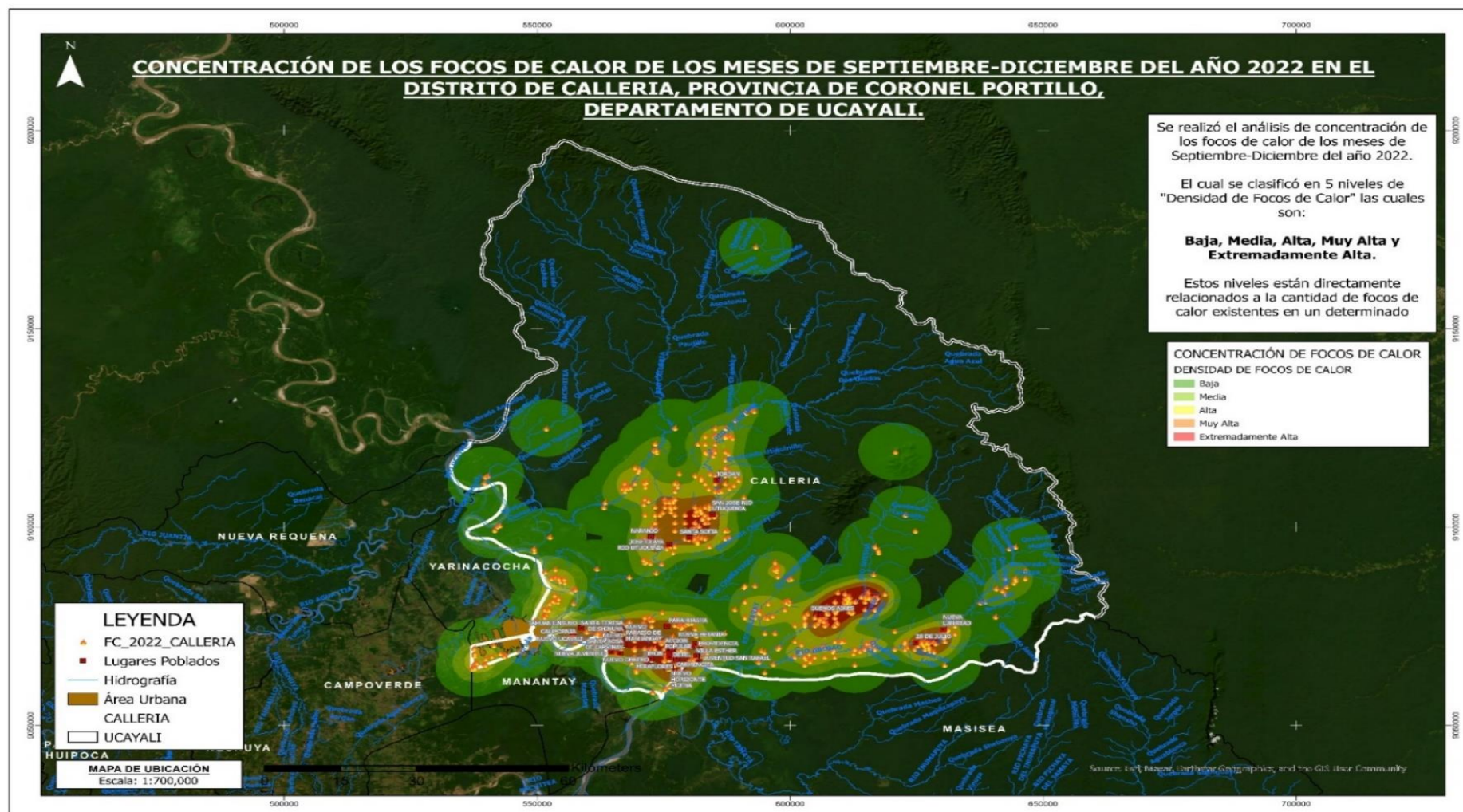


Figura 21

Evaluación de los focos de calor según los meses de Set-Dic del año 2023

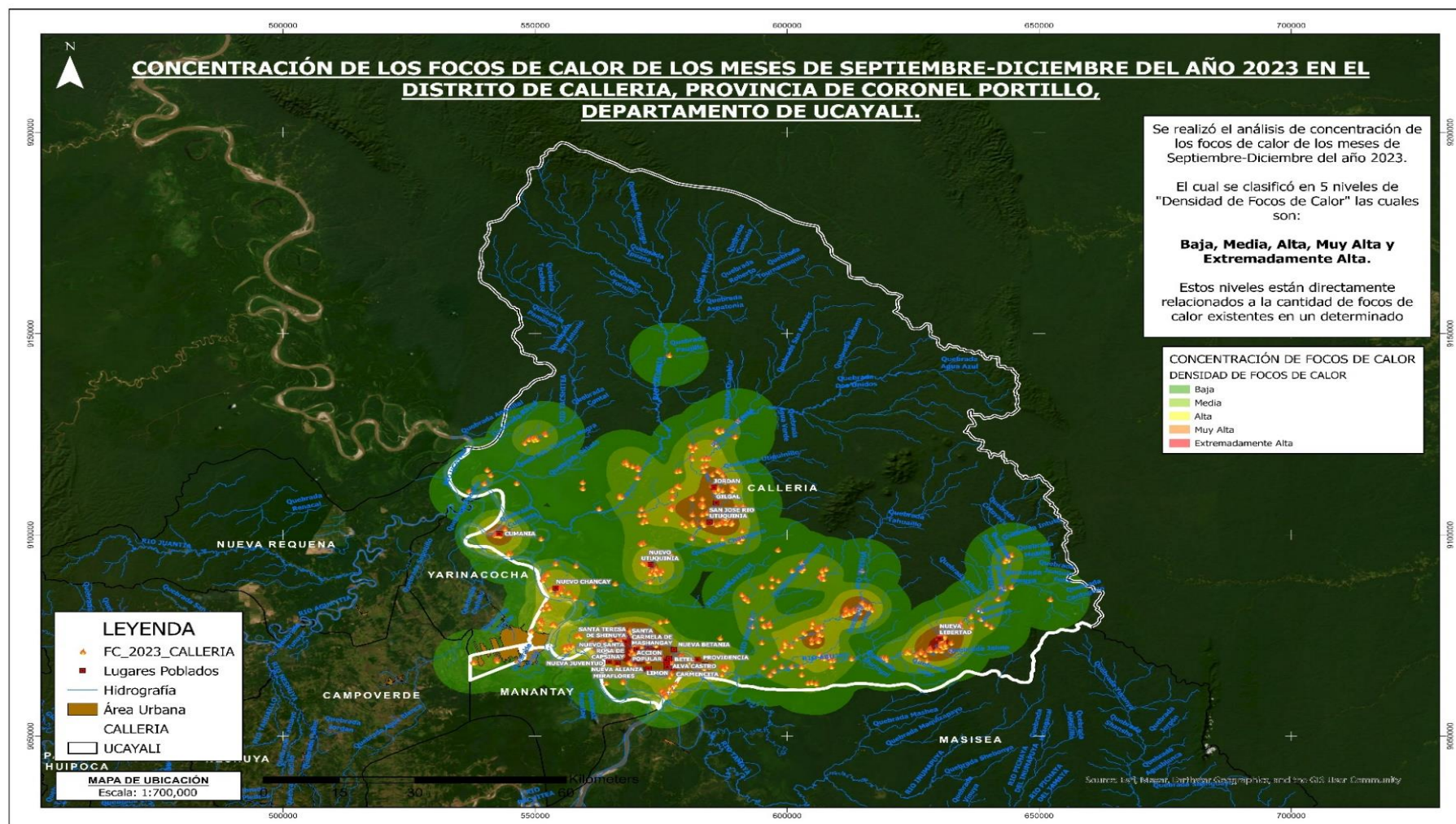
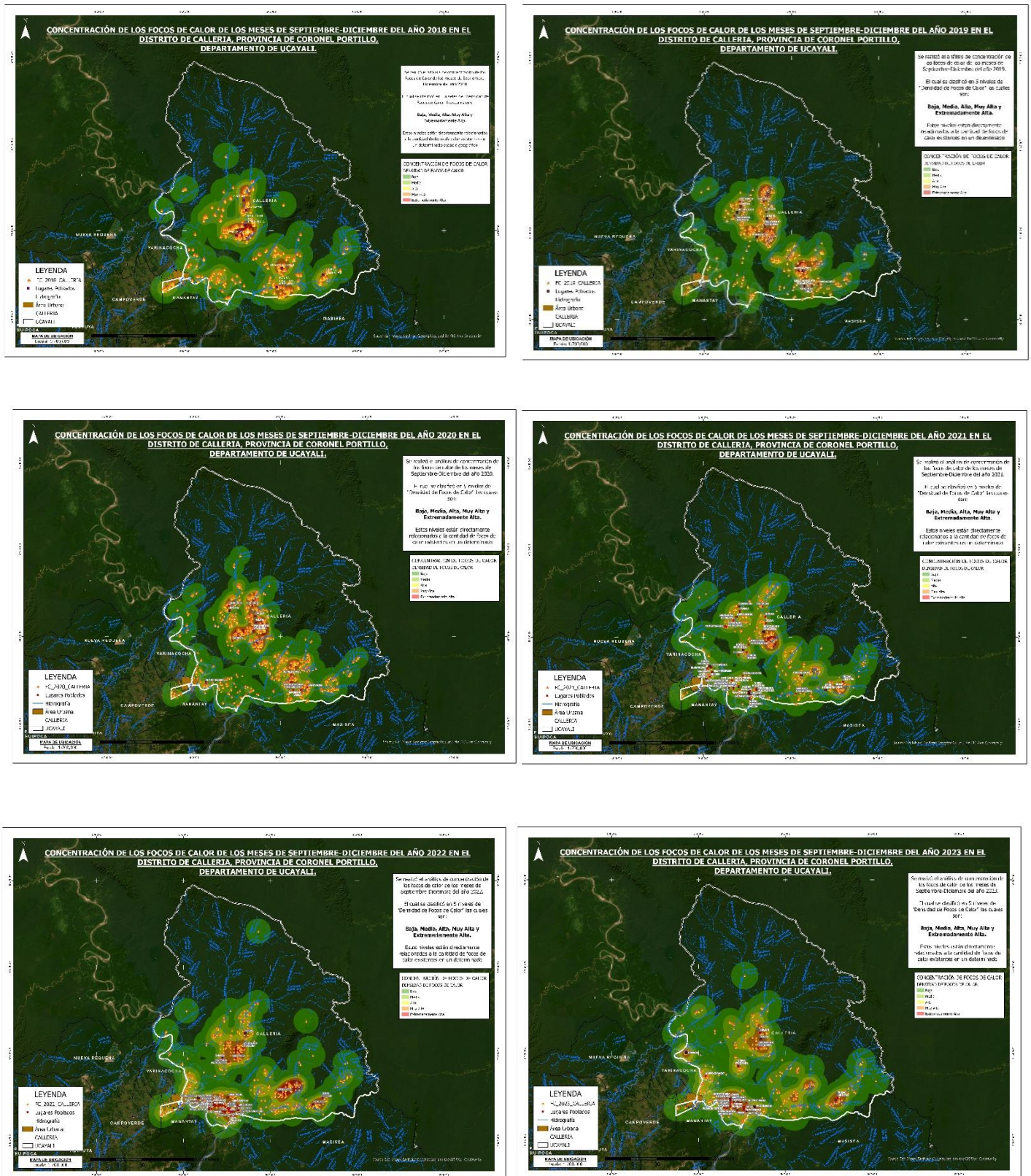


Figura 22

Comparativo de los focos de calor de Set. hasta Dic. de los años 2018 al 2023



En la Tabla 6, se registra las temperaturas máximas alcanzados durante los meses de Setiembre, Octubre, Noviembre y Diciembre durante los años 2018, 2019, 2020, 2021, 2022 y 2023.

Tabla 6

Temperatura máxima de los meses de Mayo hasta Agosto de los años 2018 al 2023.

Año/mes	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Promedio(°C)
2018	33.4	31	32	31	31.9
2019	33.7	32.1	32.5	31.2	32.4
2020	32.9	32.7	33	31.3	32.5
2021	32.9	30.9	32.4	32.9	32.3
2022	33.6	32.7	32.5	31.6	32.6
2023	34.6	34.8	33	31.6	33.5

Nota: Entre los meses de Setiembre y Diciembre de los años del 2018 al 2023 la temperatura promedio oscila de entre los 31.9°C a los 32.6°C

Los focos de calor generados entre los años 2018 al 2023 presentan patrones similares; la mayor incidencia de las islas de calor se encuentra en las áreas industriales (Meneses & Iral, 2017). El cambio en el uso de suelo y la utilización de materiales con alta capacidad de absorción de radiación electromagnética ocasionan que las temperaturas en zonas altamente urbanizadas presenten un incremento con respecto a zonas naturales, generando lo que se conoce comúnmente como Isla de calor Urbano (ICU) (Diaz & Ruiz, 2015). Tal es así, que las temperaturas se concentran en la ciudad de Pucallpa; en donde la temperatura de una ciudad está influenciada por diversos factores, entre los cuales se destacan el tipo de urbanización, los materiales de construcción y la presencia de áreas verdes. En el caso de los focos de calor, los polígonos industriales cercanos a las áreas urbanas tienden a acumular calor debido a los materiales utilizados en los techos de las naves y en las calles asfaltadas, que generalmente cuentan con pocas o ninguna zona verde. De manera

similar, las áreas comerciales y las instalaciones deportivas que utilizan césped artificial o pistas tienden a retener el calor, lo que provoca un aumento en las temperaturas (Green Urban Data, 2019), y en zonas donde existen pueblos con áreas o campos libres por diferentes actividades; al parecer, en los resultados se observa que la irradiación se expande sobre la zona norte y noreste, dejando un colchón de bosque sin afectar en la parte superior del mapa. En los mapas se observa una recurrencia de patrones similares en ciertas áreas específicas del distrito. En estas áreas, en algunas zonas presentan una densidad extremadamente alta y alrededor densidades de focos de calor muy alta, alta, media y baja; considerando que la temperatura máxima de dichos años del estudio está sobre los 31 °C, registrándose en el año 2023 las temperaturas más altas y en los meses de agosto, setiembre y octubre como extremadamente altas; lo que sugiere que estos patrones tienen una influencia significativa de factores tanto climáticos como antrópicos. Las variables meteorológicas y los puntos calientes pueden ayudar a identificar la dinámica de ocurrencia de los incendios, así como en sistemas que producen estimaciones del riesgo de incendios forestales (Lohmann et al. 2022).

4.1.2. Tendencias de temperatura máxima mensual y anual en el distrito de Callería durante el período del 2018 al 2023.

Las temperaturas máximas (°C) entre los meses de Enero a Diciembre registrados durante los años 2018 al 2023, nos muestran en la Tabla 7 y Figura 23, en donde se observa que el 2023 durante los meses de Agosto hasta Noviembre ocurrieron las temperaturas más altas que los demás meses y años.

Tabla 7

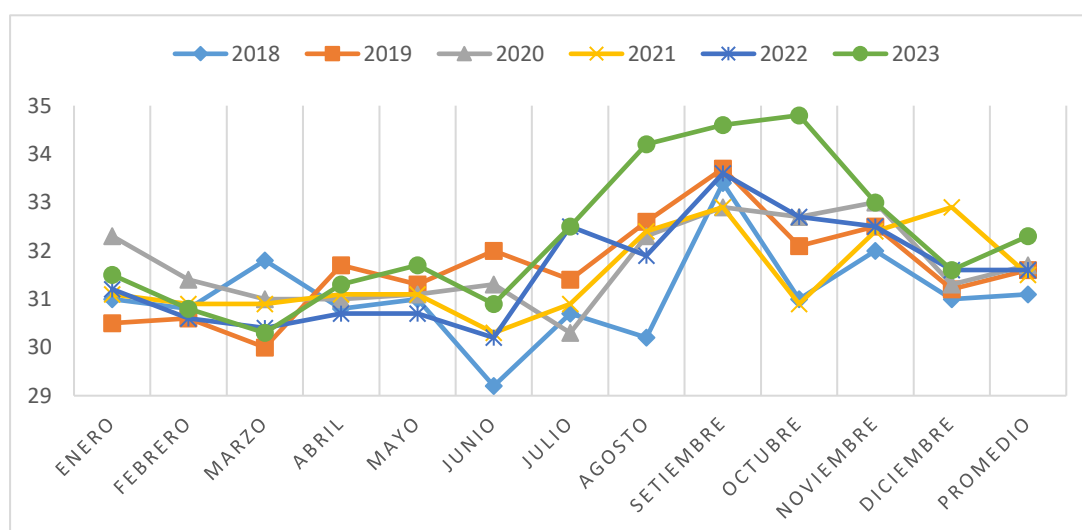
Temperatura máxima de los meses de Enero a Diciembre de los años 2018 al 2023

Año/Mes	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Enero	31	30.5	32.3	31.1	31.2	31.5
Febrero	30.8	30.6	31.4	30.9	30.6	30.8
Marzo	31.8	30	31	30.9	30.4	30.3
Abril	30.8	31.7	31	31.1	30.7	31.3
Mayo	31	31.3	31.1	31.1	30.7	31.7
Junio	29.2	32	31.3	30.3	30.2	30.9
Julio	30.7	31.4	30.3	30.9	32.5	32.5
Agosto	30.2	32.6	32.3	32.4	31.9	34.2
Setiembre	33.4	33.7	32.9	32.9	33.6	34.6
Octubre	31	32.1	32.7	30.9	32.7	34.8
Noviembre	32	32.5	33	32.4	32.5	33
Diciembre	31	31.2	31.3	32.9	31.6	31.6
Promedio	31.1	31.6	31.7	31.5	31.6	32.3

Nota: Entre los meses de Enero y Diciembre de los años del 2018 al 2023 la temperatura máxima oscila de entre los 29.2°C a los 34.8°C

Figura 23

Temperatura máxima de los meses de Enero a Diciembre de los años 2018 al 2023



Nota: El gráfico muestra la variabilidad de la temperatura máxima de los focos de calor entre 2018 y 2023, con picos recurrentes entre agosto y octubre.

A continuación, se presenta en la Tabla 8 el Análisis de varianza de dos factores para determinar la significancia entre los años y los cuatrimestres, observando que el análisis de varianza indica que no existe diferencias significativas en la temperatura máxima (C°) en los últimos 6 años (2018 al 2023); sin embargo, si existe diferencias significativas en el promedio de temperatura entre los cuatrimestres del año.

Tabla 8

Análisis de varianza de dos factores sin replicación de la temperatura en los últimos 6 años y meses.

Fuente de variación	SC	gl	CM	Fobs	Sig.
Años	5,126	5	1,025	2,552	0,097
Cuatrimestres	5,974	2	2,987	7,436	0,011
Error	4,017	10	0,402		
Total	15,117	17			

Nota: El análisis indica que no hay diferencias significativas entre los años, pero sí entre los cuatrimestres, lo que sugiere una variabilidad estacional relevante.

Se realizó la prueba de Tukey de la media (Tabla 9) para determinar cuál grupo de los Cuatrimestre tuvo mayor temperatura.

Tabla 9

Prueba de Tukey de temperatura del cuatrimestre del año

Cuatrimestre	Promedio	Grupos homogéneos	
		1	2
Cuatrimestre 2 (Mayo – Agosto)	26,28	A	
Cuatrimestre 1 (Enero – Abril)	26,75	A	
Cuatrimestre 3 (Setiembre – Diciembre)	27,67		B

Nota: La prueba de Tukey indica que no existe diferencias significativas en el promedio de temperatura entre el 1er y 2do Cuatrimestre (enero a agosto); sin embargo, estas difieren del 3er Cuatrimestre (setiembre a diciembre). En los meses de setiembre a diciembre presentó mayor aumento de temperatura.

En la Tabla 10 se muestra los focos de calor registrados durante los meses de Enero a Diciembre en los últimos 6 años, lo que determina y corrobora que el Cuatrimestre de los meses de Setiembre a Diciembre se concentran las mayores temperaturas y que en el año 2023 se generó la mayor temperatura que los años anteriores.

Tabla 10

Temperatura máxima (C°) de los focos de calor registrados en los meses de Enero a Diciembre de los años 2018 al 2023

Año/Mes	2018	2019	2020	2021	2022	2023
ENE	31.0	30.5	32.3	31.1	31.2	31.5
FEB	30.8	30.6	31.4	30.9	30.6	30.8
MAR	31.8	30.0	31.0	30.9	30.4	30.3
ABR	30.8	31.7	31.0	31.1	30.7	31.3
MAY	31.0	31.3	31.1	31.1	30.7	31.7
JUN	29.2	32.0	31.3	30.3	30.2	30.9
JUL	30.7	31.4	30.3	30.9	32.5	32.5
AGO	30.2	32.6	32.3	32.4	31.9	34.2
SET	33.4	33.7	32.9	32.9	33.6	34.6
OCT	31.0	32.1	32.7	30.9	32.7	34.8
NOV	32.0	32.5	33.0	32.4	32.5	33.0
DIC	31.0	31.2	31.3	32.9	31.6	31.6

Bajo	Media	Alta	Muy Alta	Extremadamente Alta

Nota: Las temperaturas máximas de los focos de calor muestran variaciones a lo largo de los años, con picos más altos entre agosto y octubre.

Tabla 11

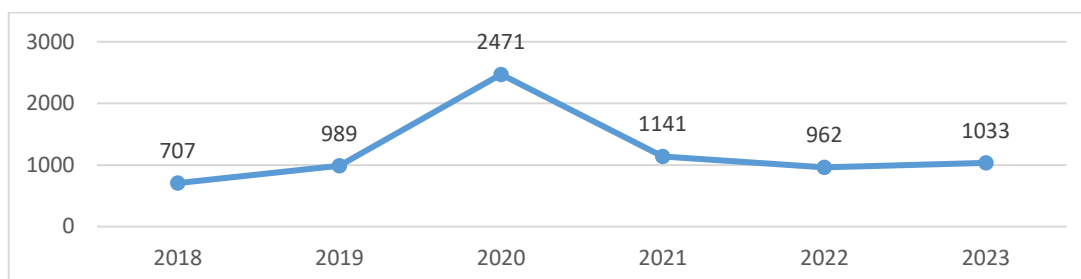
Cantidad de focos de calor registrados en los años 2018 al 2023

AÑO	N° DE FOCOS DE CALOR
2018	707
2019	989
2020	2471
2021	1141
2022	962
2023	1033
TOTAL	7303

Nota: El número de focos de calor varió a lo largo de los años, con un pico en 2020, acumulando un total de 7,303 eventos registrados.

Figura 24

Focos de Calor registrados en los Años 2018 al 2023



Nota: El gráfico refleja la fluctuación en el número de focos de calor entre 2018 y 2023, con un aumento significativo en 2020.

El sensor MODIS y el análisis con sistemas de información geográfica, hicieron una comparación y análisis con los datos de precipitaciones mensuales; los mismos dieron como resultado que indistintamente del régimen pluviométrico dado a lo largo del periodo de análisis, se registraron ocurrencia de incendios y con relación a la cantidad de focos de calor registrados mensualmente, en donde los meses de mayor registro de focos de calor van de junio a noviembre, siendo los meses de julio y agosto los que más repetidamente presentan los picos más elevados (Zimmermann et al., 2021). Esta afirmación corrobora con los datos de temperatura, cuyos meses de mayor registro de focos de calor (Tabla 11), son desde el mes de agosto hasta el mes de noviembre, siendo el año 2023 el que muestra la mayor temperatura durante estos meses, tal como se muestra en la Tabla 11 y Figura 25.

La actividad humana tendría una posible influencia en el distrito, como la deforestación, la agricultura, o la urbanización, en la aparición y la intensidad de los focos de calor. Se detectó las Islas de Calor urbano en la ciudad de Arequipa (la segunda ciudad más grande del país) por los efectos de cambios en el clima a causa del proceso de urbanización, en el tiempo ha ido evolucionando en dicha ciudad. Producto del análisis se encontró un incremento de ICU a través de los años, tanto de intensidad como de

extensión, al extremo norte y oriente de la ciudad de Arequipa (Porrás, 2018); esto puede estar generando las causas potenciales de sequías y quizás asociados al cambio climático, que generan temporadas de altas temperaturas como ocurrió en los últimos 4 meses de los 6 años del estudio. La persistencia de focos de calor en determinadas zonas podría estar relacionada con prácticas agrícolas intensivas y la expansión de la frontera agrícola, que a menudo involucran la quema de vegetación para la preparación de tierras. El reporte de los focos de calor del satélite MODIS en el distrito de Las Piedras, periodos 2011, 2013 y 2016, muestran una tendencia creciente, por lo que se puede presumir el incremento de las prácticas de roza y quema en las actividades agropecuarias (Fernández, 2019).

Así mismo, apreciando los mapas, el distrito de Callería presenta por lo general, una alta densidad de focos de calor en la zona baja (ciudad de Pucallpa) y la zona central del área, estas zonas pueden ser más vulnerables a la degradación ambiental. La destrucción de la cobertura vegetal debido a los incendios recurrentes deja el suelo expuesto y aumenta la erosión, lo que puede resultar en la pérdida de la capa fértil del suelo y la desertificación de la región. Esta pérdida de suelo fértil reduce la capacidad del suelo para infiltrar agua, afectando negativamente la recarga de acuíferos y la calidad del agua superficial, lo que compromete los recursos hídricos esenciales para la vida silvestre y las comunidades humanas. Además, los focos de calor recurrentes pueden fragmentar los hábitats, creando parches aislados que pueden dificultar el movimiento y la dispersión de las especies, lo que puede llevar a una disminución de la diversidad genética y una mayor vulnerabilidad de las poblaciones de fauna. La mortalidad directa de animales durante los incendios también contribuye a la pérdida de biodiversidad en la región.

La alteración del microclima local debido a la pérdida de vegetación puede aumentar las temperaturas y cambiar los patrones de humedad, exacerbando aún más las condiciones de sequía y aumentando la probabilidad de futuros focos de calor. Este ciclo de retroalimentación positiva crea un entorno cada vez más degradado y vulnerable.

Para mitigar estos efectos negativos, es esencial implementar estrategias de manejo ambiental que incluyan la reforestación, la promoción de prácticas agrícolas sostenibles y la creación de corredores ecológicos para facilitar el movimiento de especies y mantener la biodiversidad. Estas medidas pueden ayudar a restaurar los ecosistemas afectados y mejorar la resiliencia del distrito de Callería frente a futuros focos de calor y cambios climáticos.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Los focos de calor generados entre los años 2018 al 2023 presentan una recurrencia de patrones similares en ciertas áreas específicas del distrito que se irradia sobre la zona norte y noreste, dejando un colchón de bosque sin afectar en la parte superior del mapa; estos focos de calor se concentran en la ciudad de Pucallpa y alrededores; y en zonas donde existen pueblos con áreas o campos libres por diferentes actividades. En estas áreas presentan una densidad extremadamente alta y alrededor densidades de focos de calor muy alta, alta, media y baja.
- Los focos de calor se registran principalmente en todos los meses del año, con picos más altos desde julio a noviembre, independientemente del régimen pluviométrico. Esto coincide con los meses de mayor temperatura, como se observó en el año 2023, corroborando la influencia de las variables meteorológicas en la ocurrencia de incendios.
- La temperatura máxima (C°) de los años 2018 al 2023, tiene un promedio sobre los 31 °C, y según el Análisis de Variancia indica que no existe diferencias significativas en el promedio de temperatura entre el 1er y 2do Cuatrimestre (enero a agosto); sin embargo, estas difieren del 3er Cuatrimestre (setiembre a diciembre). En los meses de setiembre a diciembre presentó mayor aumento de temperatura, lo que sugiere que estos patrones tienen una influencia significativa de factores tanto climáticos como antrópicos.

5.2. RECOMENDACIONES

- Promover la investigación continua sobre la dinámica de los focos de calor, sus causas y efectos, para mejorar la comprensión y la capacidad de respuesta a estos eventos.
- Promover programas de reforestación en las áreas más afectadas por los focos de calor para restaurar la cobertura vegetal, mejorar la calidad del suelo y reducir la erosión.

- Establecer corredores ecológicos que conecten áreas naturales fragmentadas, facilitando el movimiento y la dispersión de especies, y aumentando la resiliencia de los ecosistemas.
- Fomentar el uso de prácticas agrícolas sostenibles, como la agricultura de conservación, que reduzcan la necesidad de quemas para la preparación de tierras y mejoren la salud del suelo.
- Implementar enfoques de manejo integrado del paisaje que equilibren la producción agrícola con la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Armenteras, D., Gonzalez, F., & Franco, C. (2009). DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y TEMPORAL DE INCENDIOS EN COLOMBIA UTILIZANDO DATOS DE ANOMALÍAS TÉRMICAS. *Caldasia*, 31(2), Article 2. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/36107>
- Basurto Villafuerte, J. P. L., & Chirinos Hurtado, C. A. (2022). Propuesta de concreto con adición de diatomita que aumenta la reflectancia en pavimentos para mitigar el efecto isla de calor en zonas urbanas de Lima. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/667346>
- Blunden, J., & Arndt, D. S. (2016). State of the Climate in 2015. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 97(8), Si-S275. <https://doi.org/10.1175/2016BAMSSStateoftheClimate.1>
- Comisión Europea. (s. f.). *Consecuencias del cambio climático*. Recuperado 19 de octubre de 2023, de https://climate.ec.europa.eu/climate-change/consequences-climate-change_es
- Comunidad Madrid. (2021, julio 28). *Calor y salud*. Comunidad de Madrid. <https://www.comunidad.madrid/servicios/salud/calor-salud>
- Condori Ccollanqui, C. G. (2020). *Evaluación espacial para la identificación de islas de calor mediante el uso de imágenes satelitales Landsat 8 de los años 2014 y 2020 en la ciudad de Juliaca*. <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/3759>
- Da Silva, E. N., Ribeiro, H., & Santana, P. (2014). Clima e saúde em contextos urbanos: Uma revisão da literatura. *Revista Bibliográfica de Geografia y Ciencias Sociales*, 19(1092), [25].
- Diaz, A. B. S., & Ruiz, E. R. P. (2015). *USO DE PERCEPCION REMOTA Y SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA PARA LA DETERMINACION DE ISLAS DE CALOR URBANO EN CIUDAD JUAREZ, CHIHUAHUA*. 7.
- Fernandez Menis, R. (2019). Evaluación de la superficie desforestada por efectos de los incendios forestales durante el periodo 2011—2016 en el distrito las Piedras—Tambopata -Madre de Dios. *Universidad Nacional*

- Amazónica de Madre de Dios- UNAMAD.*
<http://repositorio.unamad.edu.pe/handle/20.500.14070/515>
- Flores, D. L. C., & Hugo, J. (2018). Análisis espacio temporal de la isla de calor urbana de la ciudad de Ayacucho mediante percepción remota para el periodo 1986—1996—2006—2015. *Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.*
<http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/4947>
- Gobierno de España. (2020). *Altas temperaturas.* DGPCyE.
<https://www.proteccioncivil.es>
- Gobierno de Navarra. (s. f.). Elementos y factores del clima. Tipos de climas. Recuperado 22 de julio de 2024,
<http://meteo.navarra.es/definiciones/elementosfactores.cfm>.
- Green Urban Data. (2019, enero 29). Isla de calor: Efectos e impacto urbano. *Green Urban Data.* <https://www.greenurbandata.com/2019/01/29/efecto-isla-de-calor-urbana/>
- IBERDROLA CORPORATIVA. (2023). *Las islas de calor urbanas y sus efectos adversos para sus habitantes.* Iberdrola.
<https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/isla-de-calor>
- IPCC. (2014). *AR5 Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability — IPCC.* <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>
- Jauregui, E. (1993). Urban bioclimatology in developing countries. *Experientia*, 49(11), 964-968. <https://doi.org/10.1007/BF02125643>
- Jimenez, H. (2018, junio 15). ¿Cómo afectan las altas temperaturas? *Centro Médico ABC.* <https://centromedicoabc.com/revista-digital/como-afectan-las-altas-temperaturas/>
- Lohmann, M., Galvão, R. P., & Gaedke, P. da S. (2022). Análise quali-quantitativa da dinâmica de queimadas do Parque Nacional de Ilha Grande no ano de 2019. *ACTA GEOGRÁFICA*, 16(42), Article 42. <https://doi.org/10.18227/2177-4307.acta.v16i42.6470>
- López Sirvent, E., & Ribas Palom, A. (2023). *Percepción y adaptación de los municipios turísticos al aumento de la temperatura y las olas de calor: Entre el desconocimiento y la inacción. El caso del Cap de Creus (Cataluña).* <https://doi.org/10.14198/INGEO.23750>

- Meneses Figueroa, T. Z., & Iral Fiquitiva, P. A. (2017). *Análisis Espacio-Temporal de Variables que Inciden en la Generación de Isla de Calor Urbana en la Localidad de Kennedy* [Bachelor thesis, Universidad Santo Tomás]. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/9215>
- NASA. (2022). *El 2021 empata como el sexto año más cálido en la tendencia de calentamiento, según un análisis de la NASA* - NASA. <https://www.nasa.gov/news-release/el-2021-empata-como-el-sexto-a%C3%B1o-m%C3%A1s-c%C3%A1lido-en-la-tendencia-de-calentamiento-seg%C3%Ban-un-an%C3%A1lisis-de-la-nasa/>
- Orús, A. (2023, julio 7). *Temperatura terrestre y oceánica: Cambios a nivel mundial 1880-2022*. Statista. <https://es.statista.com/estadisticas/1269561/variacion-de-las-temperaturas-globales-y-oceanica-mundiales/>
- Palacios Arbaiza, V. F. (2018). Relación entre la urbanización e islas de calor urbano por análisis espectro-temporal del Distrito de San Juan de Lurigancho, 2018. *Universidad César Vallejo*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/20557>
- Porras Vásquez, P. (2018). *Detección de núcleos de islas de calor en la Ciudad de Arequipa*. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3204>
- Quintana Arias, R. F. (2017). La educación ambiental y su importancia en la relación sustentable: Hombre-Naturaleza-Territorio. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 15(2), 927-949. <https://doi.org/10.11600/rlcsnj.15.2.3036>
- Rodríguez, H. (2023, junio 28). *Estos son los efectos del calor extremo en tu cuerpo*. www.nationalgeographic.com.es. https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/efectos-calor-extremo-salud-cuerpo-humano_18564
- Sandoval, D. O., & Picazo, V. L. (2020). El Crecimiento urbano y sus consecuencias en la movilidad.: Caso de estudio: Zona Conurbada de Querétaro. *ANUARIO DE ESPACIOS URBANOS, HISTORIA, CULTURA Y DISEÑO*, 27, Article 27. <https://doi.org/10.24275/ARWI7430>
- Santa Cruz. (2019, agosto 30). *¿Foco de quema y foco de calor es lo mismo? Conoce los términos sobre la actividad del fuego*. El Deber.

- https://eldeber.com.bo/santa-cruz/foco-de-quema-y-foco-de-calor-es-lo-mismo-conoce-los-terminos-sobre-la-actividad-del-fuego_137001
- SENAPRED. (2021, marzo 1). *Calor Extremo – Ola de Calor* | SENAPRED. <https://web.senapred.cl/calor-extremo-ola-de-calor/>
- US EPA, O. (2014, junio 23). *Heat Island Compendium* [Reports and Assessments]. <https://www.epa.gov/heatislands/heat-island-compendium>
- Velden Espinoza, F. (2018). *Evaluación participativa de prácticas de adaptación al aumento en las temperaturas, olas de calor y lluvias extremas [recurso electrónico]*. Tesis magíster en gestión y planificación ambiental-- Universidad de Chile.
- Zimmermann, L. N. L., Closs, A. R. E., Rodríguez, S. M. A., Zimmermann, L. N. L., Closs, A. R. E., & Rodríguez, S. M. A. (2021). Dinámica de incendios forestales en la Reserva para Parque Nacional San Rafael, Paraguay, periodo 2007-2017. *Revista de la Sociedad Científica del Paraguay*, 26(1), 17-34. <https://doi.org/10.32480/rscp.2021.26.1.17>

ANEXOS

ANEXO 1. Matriz de consistencia

Título: “FOCOS DE CALOR OCURRIDOS ENTRE LOS AÑOS 2018 AL 2023 Y SU RELACION CON LA TEMPERATURA MAXIMA EN EL DISTRITO DE CALLERIA, UCAYALI, 2024”					
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES		
			Variable Independiente: FOCOS DE CALOR		
			Dimensiones	Indicadores	Tipo y diseño de investigación
General ¿Cuál es la identificación y relación de los focos de calor ocurridos entre los años 2018 al 2023 y la temperatura máxima en el distrito de Callería?	General Determinar la identificación y relación de los focos de calor ocurridos entre los años 2018 al 2023 y la temperatura máxima en el distrito de Callería.	General Ha: Existe una relación significativa entre la ocurrencia de focos de calor y la temperatura de los años 2018 al 2023 en el distrito de Callería	-Ocurrencia de focos de calor	-Presencia de focos de calor en el distrito de Callería	Tipo: Aplicada Nivel: Descriptiva y relacional Enfoque: Cuantitativo Diseño: No Experimental
					VARIABLE Independiente: TENDENCIA DE TEMPERATURA
Específicos ¿Cómo se identifican y relacionan los focos de calor ocurridos en el	Específicos -Identificar y relacionar los focos de calor ocurridos en el distrito de	Específicos. Ha: La identificación de los focos de calor en el distrito de Callería fueron intensos en los años 2018 al 2023.			

<p>distrito de Callería durante los años 2018 al 2023?</p> <p>¿Cómo ha variado la temperatura máxima mensual y anual en el distrito de Callería entre los años 2018 al 2023?</p>	<p>Callería durante el año 2018 al 2023.</p> <p>-Analizar las tendencias de temperatura máxima mensual y anual en el distrito de Callería durante el período del 2018 al 2023.</p>	<p>Ha: Los meses y años con mayor ocurrencia de focos de calor en 2023 muestra un aumento más pronunciado en la temperatura en comparación de los años a tratar.</p>	<p>-Temperatura máxima mensual y anual registrada</p>	<p>-Cambio de Temperatura máxima en °C.</p>	<p>Población y muestra</p> <p>Población: La población del estudio es finita, lo constituirán los datos meteorológicos que se establecieron desde los años 2018 al 2023 sobre la temperatura</p> <p>Muestra: La muestra es una muestra finita donde el tamaño de la muestra será igual al tamaño de la población.</p>
--	--	--	---	---	--

ANEXO 2. Mapas de focos de calor ocurridos entre los años 2018 al 2023

AÑO 2018:



AÑO 2019:



AÑO 2020:



AÑO 2021:



AÑO 2022:



AÑO 2023



ANEXO 3. Formato de recojo de información

ANEXO 3.1. Registro de Temperatura Máxima (C°)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI ESCUELA DE INGENIERIA AMBIENTAL



FORMATO DE REGISTRO DE TEMPERATURA

INFORMACIÓN RECIBIDA DE : Universidad Nacional de Ucayali
TIEMPO DE EVALUACIÓN : Un mes

Año/mes	2018	2019	2020	2021	2022	2023	PROMEDIO
Ene.	31	30.5	32.3	31.1	31.2	31.5	31.27
Febr.	30.8	30.6	31.4	30.9	30.6	30.8	30.85
Mar.	31.8	30	31	30.9	30.4	30.3	30.73
Abr.	30.8	31.7	31	31.1	30.7	31.3	31.10
May.	31	31.3	31.1	31.1	30.7	31.7	31.15
Jun.	29.2	32	31.3	30.3	30.2	30.9	30.65
Jul.	30.7	31.4	30.3	30.9	32.5	32.5	31.38
Ago.	30.2	32.6	32.3	32.4	31.9	34.2	32.27
Set.	33.4	33.7	32.9	32.9	33.6	34.6	33.52
Oct.	31	32.1	32.7	30.9	32.7	34.8	32.37
Nov.	32	32.5	33	32.4	32.5	33	32.57
Dic.	31	31.2	31.3	32.9	31.6	31.6	31.60
Promedio	31.08	31.63	31.72	31.48	31.55	32.27	