

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**“Zonas potenciales para aprovechamiento de energía fotovoltaica
en riego agrícola utilizando SIG en la cuenca, quebrada Casitas
Bocapan, Tumbes 2024”**

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniera Agrícola

Autor: Br. Ericka del Pilar Suarez Giron

Tumbes, 2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**“Zonas potenciales para aprovechamiento de energía fotovoltaica
en riego agrícola utilizando SIG en la cuenca, quebrada Casitas
Bocapan, Tumbes 2024”**

Tesis aprobada en forma y estilo por:

Dr. Jose Modesto Carrillo Sarango (Presidente)

iD 0000-0003-0841-3064

Mg. John Henry Rimaycuna Ramírez (Secretario)

iD 0000-0002-2767-9733

Dr. Eber Gines Tafur (Vocal)

iD 0000-0003-0366-4438

Tumbes, 2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA




**“Zonas potenciales para aprovechamiento de energía fotovoltaica
en riego agrícola utilizando SIG en la cuenca, quebrada Casitas
Bocapan, Tumbes 2024”**

**Los suscritos declaramos que el proyecto de tesis es original en su
contenido y forma**

Br. Ericka del Pilar Suarez Giron (Autor)

Dr. Eber, Gines Tafur (Asesor)

 0000-0003-0366-4438

Tumbes, 2026



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
EX FUNDO FISCAL LA CRUZ-CAMPUS UNIVERSITARIO
SECRETARIA ACADÉMICA**



ANEXO VIII

"Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE INFORME FINAL DE TESIS
MODO PRESENCIAL

En Tumbes, a los VEINTISEIS días, del mes de ENERO, del año DOS MIL VEINTISEIS; siendo las ONCE horas con CERO minutos, en el Campus Universitario, de la Facultad de Ciencias Agrarias, en el Aula 03 del Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, de forma presencial, se reunieron los miembros del Jurado, designados con Resolución N°205-2024/UNTUMBES-VRACAD-FCA-D, de fecha 17 de enero del año 2025, conformado por Dr. José Modesto Carrillo Sarango (Presidente), Mg. John Rimaycuna Ramírez (Secretario) y Dr. Eber Gines Tafur (Vocal); reconociendo en la misma resolución al Dr. Eber Gines Tafur como Asesor, se procedió a evaluar, calificar y deliberar la sustentación del Informe Final de la Tesis titulada "Zonas Potenciales para Aprovechamiento de Energía Fotovoltaica en Riego Agrícola Utilizando SIG en la Cuenca, Quebrada Casitas Bocapán, Tumbes 2024", para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrícola, presentado por la Bach. ERICKA DEL PILAR SUAREZ GIRON, concluida la sustentación y absueltas las preguntas, por parte de la sustentante y después de la deliberación, el jurado según art. 75 del Reglamento de Tesis para Pre Grado y Posgrado de la Universidad Nacional de Tumbes, declaró APROBADA, por UNANIMIDAD, con el calificativo MUY BUENO.

Se hace conocer al sustentante, que deberá levantar las observaciones finales si las hubiera al informe final de tesis, que el jurado le indique.

En consecuencia, queda APTA para continuar con los trámites correspondientes a la obtención del título profesional de Ingeniero Agrícola, de conformidad con lo estipulado en la Ley Universitaria N°30220, el Estatuto, Reglamento General, Reglamento General de Grados y Títulos y Reglamento de Tesis de la Universidad Nacional de Tumbes, aprobado con Resolución N° 0714-2023/UNTUMBES-CU.

Siendo las DOCE horas, con TRECE minutos, del mismo día, se dio por concluido el acto académico, procediendo a firmar el acta en presencia del público asistente.

Tumbes, 26 de ENERO del año 2026.

DR. JOSÉ MODESTO CARRILLO SARANGO DNI N° <u>90223850</u> CODIGO ORCID <u>0000-0003-0841-3067</u> Presidente	MG. JOHN RIMAYCUNA RAMÍREZ DNI N° <u>70047386</u> CODIGO ORCID <u>0000-0002-2767-9733</u> Secretario
DR. EBER GINES TAFUR DNI N° <u>17542075</u> CODIGO ORCID <u>0000-0003-0366-4438</u> Vocal	

C.C. - JURADOS (03) -ASESOR Y (CO)-INTERESADO-ARCHIVO (Decanato) y Secretaria Académica

Ericka del Pilar Suarez Girón

INFORME_ORIINALIDAD_ERICKA DEL PILAR SUAREZ GIRON_10_02_26

 "Zonas potenciales para aprovechamiento de energía fotovoltaica en riego agrícola utilizando SIG en la cuenca, quebrada Casitas Bocap..."

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::3117:555601177

Fecha de entrega

10 feb 2026, 23:46 GMT-5

Fecha de descarga

10 feb 2026, 23:55 GMT-5

Nombre del archivo

INFORME_ORIINALIDAD_ERICKA DEL PILAR SUAREZ GIRON_10_02_26.pdf

Tamaño del archivo

12.5 MB

140 páginas

42.432 palabras

162.769 caracteres



Eber, Gines Tafur
0000-0003-0366-4438




4% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

- Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

Fuentes principales

- 4%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 1%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

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

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



Eber, Gines Tafur
0000-0003-0366-4438

Fuentes principales

- 4% Fuentes de Internet
- 0% Publicaciones
- 1% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

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

1	Internet	repositorio.untumbes.edu.pe	3%
2	Internet	alicia.concytec.gob.pe	<1%
3	Internet	hdl.handle.net	<1%
4	Internet	repositorio.cientifica.edu.pe	<1%
5	Internet	sigrid.cenepred.gob.pe	<1%
6	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Federico Villarreal on 2025-11-12	<1%
7	Internet	docplayer.es	<1%
8	Internet	repositorio.ucv.edu.pe	<1%
9	Publicación	Carcausto Quispe, Carlos. "Dinámica de la evapotranspiración en el área del lago ..."	<1%
10	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Trujillo on 2026-01-05	<1%
11	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Mayor de San Marcos on 2025-08-05	<1%



Eber, Gines Tafur
0000-0003-0366-4438

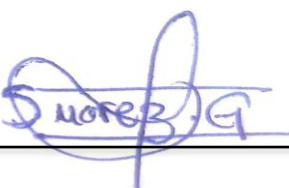
12	Trabajos del estudiante	Universidad Americana on 2022-11-22	<1%
13	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco on 2026-01-30	<1%
14	Internet	revistas.unc.edu.ar	<1%
15	Internet	trome.com	<1%
16	Internet	repositorio.uaaan.mx	<1%
17	Internet	repositorio.unjbg.edu.pe	<1%
18	Publicación	CONSORCIO RECUPERACION ANDAHUAYLAS. "Plan de Recuperación de Área Degr...	<1%
19	Trabajos del estudiante	Universidad Tecnologica de los Andes on 2025-12-16	<1%
20	Internet	repositorio.imarpe.gob.pe	<1%
21	Internet	repositorio.upla.edu.pe	<1%
22	Internet	revistas.pucp.edu.pe	<1%
23	Internet	cdn.www.gob.pe	<1%
24	Internet	repositorio.upn.edu.pe	<1%
25	Internet	repositorioacademico.upc.edu.pe	<1%



Eber, Gines Tafur
0000-0003-0366-4438

RESPONSABLES

Br. Ericka del Pilar Suarez Girón (Autora)



Dr. Eber Gines Tafur (Asesor)



DEDICATORIA

A Dios, mi guía constante, quien ha iluminado mi camino y fortalecido mis pasos, dedico este logro con humildad y gratitud. Su presencia ha sido mi refugio y todo lo alcanzado es un reflejo de su infinita bondad.

A mis padres, dedico este logro con profundo amor y gratitud. Su amor incondicional, apoyo constante, sacrificio, comprensión y confianza fueron fundamentales para alcanzar cada meta. Este resultado refleja su entrega, dedicación y ejemplo de perseverancia.

AGRADECIMIENTO

A mi familia, por su constante apoyo, motivación e inmensa alegría con la que celebraron cada uno de mis avances. Su presencia invaluable ha acompañado cada paso de este camino.

A mi querido abuelo, quien siempre anheló vivir este momento conmigo; hoy estoy segura de que lo celebra desde el cielo.

Al Dr. Eber Gines Tafur por su asesoramiento y por su valiosa participación en mi formación académica.

Al Ing. Adrián Gamboa por el apoyo y la orientación brindada durante este proceso. Aunque no se concretó su participación formal como coasesor.

Al proyecto Blue Deal, por el apoyo financiero que hizo posible la realización de esta investigación.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	X
AGRADECIMIENTO.....	XI
ÍNDICE DE TABLAS.....	XV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XVI
ÍNDICES DE ANEXOS.....	XVIII
RESUMEN.....	XX
ABSTRACT.....	XXI
1. INTRODUCCIÓN.....	22
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	24
2.1 CONCEPTOS TEÓRICOS.....	24
2.1.1 DETERIORO AMBIENTAL.....	24
2.1.2 SEQUÍA Y ESCASEZ DEL AGUA.....	24
2.1.3 GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RECURSOS HÍDRICOS.....	24
2.1.4 AGUAS SUPERFICIALES.....	24
2.1.5 AGUAS SUBTERRANEAS.....	25
2.1.6 SOBRE EXPLOTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEAS.....	26
2.1.7 METODO DE HARGREAVES - SAMANI.....	26
2.1.8 ENERGÍA.....	26
2.1.9 ENERGÍA RENOVABLE (ER).....	27
2.1.10 ENERGÍA SOLAR.....	27
2.1.11 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA.....	27
2.1.12 RADIACIÓN SOLAR.....	27
2.1.13 EFECTO FOTOVOLTAICO.....	29
2.1.14 TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA.....	29
2.1.15 BOMBEO SOLAR FOTOVOLTAICO.....	29
2.1.16 ANÁLISIS MULTICRITERIO.....	30
2.1.17 MÉTODO DE FACTOR PONDERADO.....	30
2.1.18 TÉCNICA DE EVALUACIÓN:.....	30
2.1.19 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG).....	31
2.1.20 ZONAS POTENCIALES.....	31
2.2 ANTECEDENTES.....	31
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	35
3.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	35
3.1.1 UBICACIÓN GEOPOLÍTICA.....	35

3.1.2	UBICACIÓN GEODÉSICA.....	35
3.2	HIPOTESIS GENERAL PLANTEADA	36
3.3	METODO DE INVESTIGACIÓN	36
3.4	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	37
3.5	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	37
3.5.1	POBLACIÓN	37
3.5.2	MUESTRA.....	38
3.6	TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.....	38
3.6.1	MATERIALES, EQUIPOS Y OTROS:	39
3.7	RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DE DATOS	40
3.7.1	INFORMACIÓN VECTORIAL BASE.....	40
3.7.2	TEXTURA DEL SUELO	41
3.7.3	MODELO DIGITAL DE ELEVACIÓN (DEM).....	42
3.7.4	USO ACTUAL DEL SUELO	44
3.7.5	PRECIPITACIÓN MEDIA PLUVIOMÉTRICA ANUAL (MPA).....	45
3.7.6	LITOLOGÍA.....	47
3.7.7	IMÁGENES LANDSAT	48
3.7.8	RADIACIÓN	50
3.7.9	TEMPERATURA MEDIA ANUAL.....	51
3.8	PROCESO METODOLÓGICO.....	52
3.8.1	METODOLOGÍA DEL PARÁMETRO DE APTITUD AGRÍCOLA (PA - AG) 53	
3.8.2	METODOLOGÍA DEL PARAMETRO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS (PA - AS) 58	
3.8.3	METODOLOGÍA DEL PARÁMETRO DE PANELES SOLARES (PA - PS) 65	
3.8.4	METODOLOGÍA PARA EL PARÁMETRO DE ZONAS CON POTENCIAL PARA EL APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA.....	71
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	72
4.1	RESULTADOS.....	72
4.1.1	RESULTADOS DEL PARÁMETRO DE APTITUD AGRÍCOLA (PA - AG) 72	
4.1.2	RESULTADOS DEL PARÁMETRO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS (PA- AS) 81	
4.1.3	RESULTADOS DEL PARÁMETRO DE PANELES SOLARES (PA – PS) 87	

4.1.4	RESULTADOS DE LA SUPERPOSICIÓN DE LOS PARÁMETROS PARA LA OBTENCIÓN DEL PARAMETRO FINAL ZONAS POTENCIALES PARA EL APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA.....	94
4.2	DISCUSIÓN	97
5.	CONCLUSIONES.....	99
6.	RECOMENDACIONES	101
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	102
	ANEXOS.....	108

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 Ubicación política de la zona de estudio</i>	35
<i>Tabla 2 Ubicación geodésica de la zona de estudio</i>	35
<i>Tabla 3: Estaciones Meteorológicas</i>	46
<i>Tabla 4: Características de las imágenes satelitales utilizadas</i>	48
Tabla 5: Resultados del análisis de textura de suelos.....	72
Tabla 6: Resultados del análisis de pendientes.....	73
Tabla 7: Resultados del análisis de Uso actual de suelos.....	75
Tabla 8: Precipitación anual (mm) en las estaciones meteorológicas, periodo 2000–2023.....	76
Tabla 9: Resultados de los valores promedio de precipitación anual.....	77
Tabla 10: Resultados del análisis de Precipitación.....	78
Tabla 11: Matriz de comparación de pares - Aptitud Agrícola.....	79
Tabla 12: Matriz de normalización de pares de los subparametros - Aptitud Agrícola.....	79
Tabla 13: Resultados del análisis del parámetro de aptitud agrícola.....	80
Tabla 14: Resultados del análisis de Permeabilidad.....	81
Tabla 15: Resultados de densidad de drenaje.....	83
Tabla 16: Resultados de NDVI.....	84
Tabla 17: Matriz de comparación de pares – Aguas subterráneas.....	85
Tabla 18: Matriz de normalización de pares de los subparametros – Aguas subterráneas.....	86
Tabla 19: Resultados del Análisis del parámetro de Aguas subterráneas.....	87
Tabla 20: Resultados del Análisis de Radiación solar.....	88
Tabla 21: Resultados del Análisis de Sombras.....	89
<i>Tabla 22: Temperatura anual (C°) en las estaciones meteorológicas, periodo 2000–2023</i>	90
Tabla 23: Resultados de los valores promedio de Temperatura anual.....	91
<i>Tabla 24: Resultados del Análisis de Temperatura</i>	91
Tabla 25: Matriz de comparación de pares – Paneles solares.....	93
Tabla 26: Matriz de normalización de pares de los subparametros – Paneles solares.....	93
Tabla 27: Resultados del Análisis del parámetro Paneles solares.....	94
Tabla 28: Matriz de comparación de pares – Zonas potenciales.....	95
Tabla 29: Matriz de normalización de pares de los subparametros – Zonas potenciales.....	95

Tabla 30:Resultados del Análisis final de zonas potenciales	96
Tabla 31 Matriz de consistencia	166

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Aguas Superficiales.....	25
Figura 2: Aguas subterráneas.	25
Figura 3: Tipos de Radiaciones solar.	28
Figura 4: Espectro electromagnético.	29
Figura 5: Mapa de ubicación de la zona de estudio.	36
Figura 6: Mapa de la población de la zona de estudio.	37
Figura 7: Muestra en estudio de la investigación.....	38
Figura 8: Portal del INEI para descarga de datos vectoriales.....	41
Figura 9: Interfaz gráfico de SoilGrids.	41
Figura 10: Portal del Geoservidor del MINAM (Información Geoespacial de Suelos).	42
Figura 11: Portal de USGS para la descarga del DEM.....	43
Figura 12: Tratamiento del DEM.....	44
Figura 13: Portal del Geoservidor del MINAM.	44
Figura 14: Mapa de ubicación de las estaciones meteorológicas.....	46
Figura 15: Tratamiento de Información Hidrometeorológica.	47
Figura 16: Servidor del GEOCATMIN.....	48
Figura 17: Entorno de QGis aplicando la corrección por bandeamiento.	49
Figura 18: Resultado de la corrección por bandeamiento.	50
Figura 19: Plataforma online SOLARGIS.	50
Figura 20: Esquema del Proceso Metodológico.	52
Figura 21: Diagrama de trabajo para el subparámetro de textura de suelos.	54
Figura 22: Diagrama de trabajo para el subparámetro de pendiente.	55
Figura 23: Diagrama de trabajo para el subparámetro de Uso actual de suelos.	56
Figura 24: Diagrama de trabajo para el subparámetro de Precipitación.....	57
Figura 25: Diagrama de trabajo para la obtención del Parámetro de aptitud agrícola.	58
Figura 26: Diagrama de trabajo para el subparámetro de Permeabilidad.	60
Figura 27: Diagrama de trabajo para el subparámetro Densidad de drenaje.	62
Figura 28: Diagrama de trabajo para el su parámetro de NDVI.....	64

Figura 29: Diagrama de trabajo para la obtención del Parámetro de aptitud agrícola.	65
Figura 30: Diagrama de trabajo de Radiación solar.	66
Figura 31: Diagrama de trabajo de Sombras.....	67
Figura 32: Diagrama de trabajo de Temperatura.....	69
Figura 33: Diagrama de trabajo para la obtención del Parámetro de Paneles Solares.	70
Figura 34: Diagrama de trabajo para la obtención del Parámetro Final de Zonas potenciales para el aprovechamiento de la energía fotovoltaica.	71
Figura 35: Distribución del área (Ha) según su clasificación.	73
Figura 36: Distribución del área (Ha) según su clasificación.	74
Figura 37: Distribución del área (Ha) según su clasificación.	75
Figura 38: Distribución del área (Ha) según su clasificación.	78
Figura 39: Diagrama de ponderación de subparámetros para la obtención del parámetro final de aptitud agrícola.	80
Figura 40: Distribución del área (Ha) según su clasificación.	81
Figura 41: Distribución del área (Ha) según su clasificación.	82
Figura 42: Distribución del área (Ha) según su clasificación.	83
Figura 43: Distribución del área (Ha) según su clasificación.	85
Figura 44: Diagrama de ponderación de subparámetros para la obtención del parámetro final de Aguas subterráneas.	86
Figura 45: Distribución del área (Ha) según su clasificación – Aguas subterráneas.	87
Figura 46: Distribución del área (Ha) según su clasificación RAD – Paneles solares.	88
Figura 47: Distribución del área (Ha) según su clasificación SOM – Paneles solares.	89
Figura 48: Distribución del área (Ha) según su clasificación TEM – Paneles solares.	92
Figura 49: Diagrama de ponderación de subparámetros para la obtención del parámetro final de Paneles solares.	93
Figura 50: Distribución del área (Ha) según su clasificación TEM – Paneles solares.	94
Figura 51: Diagrama de ponderación de parámetros para la obtención final de las zonas potenciales.....	95
Figura 52: Distribución del área (Ha) según su clasificación de zonas potenciales..	96
Figura 53: Cobertura vegetal en la parte alta de la cuenca.	157
Figura 54: Áreas agrícolas de la cuenca Bocapan.	157
Figura 55: Afloramiento rocoso para caracterización geológica superficial.	158

Figura 56: Observación de suelos de textura franco.	158
Figura 57: Pozo anillado tajo abierto existente y en funcionamiento.	159
Figura 58: Descarga de agua subterránea obtenida mediante el bombeo.	159
Figura 59: Pozo artesanal anillado de recarga natural y en funcionamiento.	160
Figura 60: Pozo anillado en zona de vegetación densa.	160
Figura 61: Validación de Zonas potenciales para energía fotovoltaica mediante análisis cartográfico.....	161
Figura 62: Verificación de áreas con topografía plana y alta radiación solar, favorables para la instalación de paneles fotovoltaicos.	161
Figura 63: Reconocimiento de zonas potenciales para aprovechamiento de energía fotovoltaica con rango muy alto.....	162
Figura 64: Reconocimiento de zonas potenciales para aprovechamiento de energía fotovoltaica con rango alto.....	162
Figura 65: Reconocimiento de zonas potenciales para aprovechamiento de energía fotovoltaica con rango alto.....	163
Figura 66: exploración Aérea con dron.....	163
Figura 67: Vista aérea panorámica de áreas agrícolas con cobertura densa de cultivos y vegetación. con rango muy alto.....	164
Figura 68: Parcelas agrícolas en la parte baja de la cuenca Bocapán, con mosaico de cultivos diversos.	164
Figura 69: Vista panorámica de los resultados en zona con rango muy alto, donde se integraron parámetros agrícolas, hídricos y energéticos.....	165
Figura 70: Vista panorámica de las condiciones naturales de terreno con cobertura arbustiva dispersa en la cuenca Bocapan.....	165

ÍNDICES DE ANEXOS

Anexo 1: Registros de Precipitación Acumulada Mensual y Anual (mm) con Tratamiento Estadístico y Representación Gráfica mediante Hidrogramas evidenciando saltos y tendencias en la serie de datos.....	108
Anexo 2: Completación y Extensión de Datos Faltantes Mensuales mediante el Método CUTOFF (Feng et al., 2014) Aplicado en R, y Análisis Visual mediante Hidrogramas de Precipitación Mensual Acumulada.	115
Anexo 3: Análisis de Doble Masa de las Siete Estaciones Meteorológicas para la Verificación de Consistencia y Homogeneidad de Datos con Diagramas de Precipitación Anual y del Promedio Anual Acumulado de las Siete Estaciones y de la Estación Base.....	122
Anexo 4: Resultados de los valores promedio de precipitación anual.....	126

Anexo 5: Registros de temperatura promedio mensual (C°) con tratamiento estadístico y representación gráfica mediante hidrogramas evidenciando saltos y tendencias en la serie de datos.	126
Anexo 6: Completación y Extensión de Datos Faltantes Mensuales mediante el Método CUTOFF (Feng et al., 2014) Aplicado en R, con Imputación Optimizada por Correlación Cruzada y Análisis Visual de Hidrogramas de Temperatura promedio mensual.	133
Anexo 7: Resultados de los valores promedio anual de temperatura.....	140
Anexo 8: Mapa de Ubicación.....	141
Anexo 9: Mapa de Estaciones Meteorológicas.....	142
Anexo 10: Mapa de Textura de Suelos	143
Anexo 11: Mapa de Pendientes.....	144
Anexo 12: Mapa de Uso Actual de Suelos	145
Anexo 13: Mapa de Precipitación	146
Anexo 14: Mapa de Permeabilidad.....	147
Anexo 15: Mapa de Densidad de Drenaje	148
Anexo 16: Mapa de Índice de Vegetación Normalizada (NDVI)	149
Anexo 17: Mapa de Radiación Solar	150
Anexo 18: Mapa de Sombras	151
Anexo 19: Mapa de Temperatura	152
Anexo 20: Mapa de Zonas Potenciales con Aptitud Agrícola	153
Anexo 21: Mapa de Zonas Potenciales para Agua Subterránea	154
Anexo 22: Mapa de Zonas Potenciales para Paneles Solares	155
Anexo 23: Mapa de Zonas Potenciales para el Aprovechamiento de la Energía Fotovoltaica.....	156
Anexo 24: Panel fotográfico de validación de resultados	157
Anexo 25 Matriz de consistencia	166

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo analizar zonas potenciales para el aprovechamiento de la energía solar fotovoltaica, con fines de riego agrícola en la cuenca de la quebrada Casitas - Bocapan, El estudio se desarrolló con un enfoque cuantitativo, de nivel descriptivo y de tipo aplicada, desarrollándose en tres etapas metodológicas. En la primera etapa se definieron los parámetros principales: aptitud agrícola, potencial de aguas subterráneas y potencial para la instalación de paneles solares. Cada parámetro estuvo compuesto por subparámetros derivados de información edáfica, geomorfológica, climática y biofísica, incluyendo pendiente, uso del suelo, textura, precipitación, permeabilidad, densidad de drenaje, NDVI, radiación solar, temperatura y sombras. Esta información fue procesada en ArcGIS para generar los mapas temáticos base. La segunda etapa se aplicó el análisis multicriterio mediante el Proceso Analítico Jerárquico (AHP), empleando la Matriz de Comparación de Pares de Saaty para determinar la importancia relativa de cada subparámetro; las ponderaciones obtenidas se integraron en ArcGIS utilizando la técnica de superposición ponderada (Weighted Overlay), generándose los mapas finales de cada parámetro. En la tercera etapa se integraron los tres parámetros principales para obtener el mapa final de zonas potenciales para el aprovechamiento de la energía fotovoltaica. La validación se realizó mediante visitas de campo y reconocimiento aéreo con dron, verificando coherencia espacial de las áreas identificadas. Los resultados evidenciaron 617.42 ha de muy alta aptitud agrícola, 7,819.61 ha muy alto potencial de aguas subterráneas y 4,318.36 ha muy alto potencial para la instalación de paneles solares. En conclusión, la aplicación conjunta del análisis multicriterio AHP y las herramientas SIG permitió identificar zonas óptimas para la instalación de sistemas fotovoltaicos orientados al riego agrícola, consolidando a la cuenca Casitas-Bocapán como un territorio estratégico para el desarrollo de los recursos hídricos y energéticos.

Palabras clave: Energía fotovoltaica, análisis multicriterio, AHP, SIG, riego agrícola.

ABSTRACT

The present research aimed to analyze potential areas for the use of photovoltaic solar energy for agricultural irrigation in the Casitas–Bocapán watershed. The study followed a quantitative, descriptive, and applied approach, developed in three methodological stages. In the first stage, the main parameters were defined: agricultural suitability, groundwater potential, and suitability for photovoltaic panel installation. Each parameter was composed of sub-parameters derived from edaphic, geomorphological, climatic, and biophysical information, including slope, land use, texture, precipitation, permeability, drainage density, NDVI, solar radiation, temperature, and shadows. This information was processed in ArcGIS to generate the base thematic maps. In the second stage, multicriteria analysis was applied using the Analytic Hierarchy Process (AHP), employing Saaty's Pairwise Comparison Matrix to determine the relative importance of each sub-parameter. The obtained weights were integrated in ArcGIS using the Weighted Overlay technique, generating the final maps for each parameter. In the third stage, the three main parameters were integrated to obtain the final map of potential zones for the use of photovoltaic energy. Validation was carried out through field visits and drone aerial surveys, verifying the spatial coherence of the identified areas. The results showed 617.42 ha of very high agricultural suitability, 7,819.61 ha of very high groundwater potential, and 4,318.36 ha highly suitable for the installation of solar panels. In conclusion, the combined application of AHP multicriteria analysis and GIS tools made it possible to identify optimal zones for the installation of photovoltaic systems oriented toward agricultural irrigation, consolidating the Casitas–Bocapán watershed as a strategic territory for the development of water and energy resources.

Keywords: Photovoltaic energy, multicriteria analysis, AHP, GIS, agricultural irrigation.

1. INTRODUCCIÓN

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la agricultura (ONUAA), o más conocida como FAO, continúa trabajando como entidad coordinadora para promover actividades bajo las acciones del capítulo 14 del programa 21 de la Agricultura y el Desarrollo Rural Sostenibles (ADRS). Con el fin de ayudar a los países miembros de la Organización en su cambio hacia sistemas de energía rural más sostenibles. La tecnología fotovoltaica ya está ofreciendo soluciones energéticas en diversas partes del mundo, particularmente en hogares, y este estudio aspira a impulsar ese proceso, destacando el potencial de los sistemas fotovoltaicos, abogando por nuevos emprendimientos que aumenten los ingresos e incrementen la producción agrícola (Van Campen et al., 2000).

A nivel nacional, los motores de combustión interna y las bombas hidráulicas montadas en pozos tubulares o de tajo constituyen los métodos más comunes para la extracción de agua subterránea. No obstante, estos sistemas implican elevados costos de instalación, operación y mantenimiento, además de generar contaminación atmosférica que afecta la salud debido a las emisiones de gases tóxicos (Farfán & Campos, 2019).

En este contexto, la presente tesis se centra en analizar zonas potenciales para el aprovechamiento de energía fotovoltaica destinada al riego agrícola, empleando técnicas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y métodos de evaluación multicriterio (AHP). Esta propuesta busca responder a la necesidad de promover alternativas energéticas sostenibles ante la creciente presión sobre los recursos naturales y el agotamiento de combustibles fósiles, cuyo uso intensivo contribuye a la contaminación y al cambio climático.

La agricultura es una actividad económica fundamental y demandante de agua, tanto a escala global como local. En la zona de estudio, la escasez de agua durante la temporada de estiaje constituye una limitante crítica para la producción agrícola. Esta situación incrementa la dependencia de la explotación de aguas subterráneas, ejerciendo mayor presión sobre los recursos hídricos y generando riesgos de degradación ambiental y afectación de los ecosistemas locales. Asimismo, la limitada disponibilidad de electricidad en áreas rurales incrementa la vulnerabilidad de los

pequeños agricultores, quienes dependen de fuentes energéticas convencionales para sus actividades de riego.

Por ello, es fundamental reducir la vulnerabilidad de los cultivos, tanto permanentes y temporales, especialmente en zonas donde los pequeños agricultores carecen de acceso a la electricidad y dependen de energías convencionales. En este marco, se emplean herramientas de apoyo a la toma de decisiones basadas en jerarquías y criterios, multicriterio o multiatributos y técnicas de programación matemáticas con el fin de identificar zonas potenciales para la implementación de sistemas fotovoltaicos destinados al riego agrícola. Este enfoque busca contribuir al desarrollo sostenible y eficiente del territorio, permitiendo una gestión más adecuada del recurso hídrico mediante el análisis de factores espaciales a través de los sistemas de información geográfica.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 CONCEPTOS TEÓRICOS

2.1.1 DETERIORO AMBIENTAL

El agotamiento de los recursos naturales, la degradación de la tierra, la sobreexplotación de los acuíferos y la rápida pérdida de la biodiversidad son algunos de las consecuencias del aumento de la degradación ambiental en el mundo actual. Los cambios socioeconómicos de las últimas décadas se consideran frecuentes. Los factores que conducen a la degradación ambiental. El impacto del desarrollo económico, el crecimiento de la población y el uso de los recursos naturales (Mundial, 2019).

2.1.2 SEQUÍA Y ESCASEZ DEL AGUA

La sequía es definida como precipitación reducida o nula en comparación con la precipitación anual, es contrariamente a lo esperado, ya que es un evento normal y recurrente que ocurre periódicamente, aunque con mayor intensidad, que se presentan totalmente en zonas climáticas del mundo, principalmente en territorios áridos y semiáridos (Esquivel, 2002).

2.1.3 GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

Cuando se habla de GIRH se refieren a la disponibilidad y uso eficaz del agua. Para administrar y aprovechar el agua de manera efectiva, donde su primordial objetivo es optimizar el bienestar social y económicos en forma justa, sin poner en riesgo la continuidad de los ecosistemas. Es esencial conocer con que cantidad se cuenta y para que se utiliza, aunque mayormente se centra en lo que sucede en las zonas urbanas, pasando de alto lo que sucede en las zonas rurales (Antonio, 2014).

2.1.4 AGUAS SUPERFICIALES

Las aguas superficiales se refieren al agua que fluye sobre la superficie del suelo. El agua superficial se origina a partir de la escorrentía causada por las precipitaciones o por el emergimiento de aguas subterráneas. Una vez que se ha formado, el agua superficial sigue el camino de menor resistencia, pudiendo manifestarse en forma de

corrientes, como ríos y arroyos, o en forma de cuerpos de agua tranquilos, como lagos y embalses (Induanalisis, 2019).

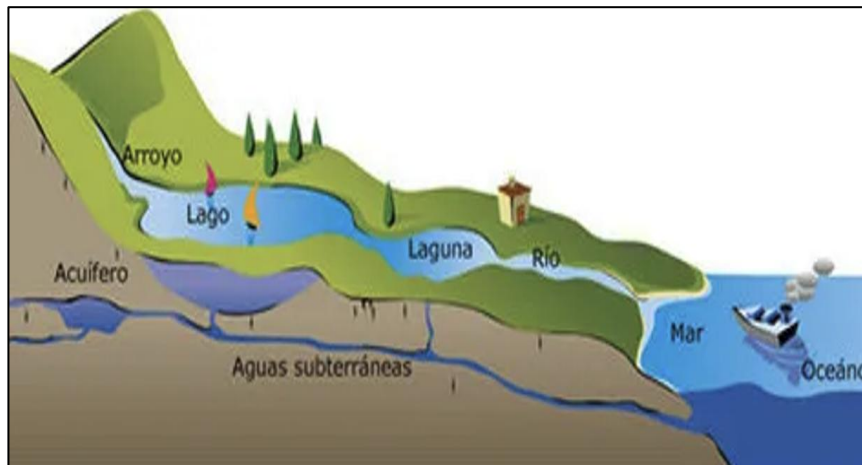


Figura 1: Aguas Superficiales.

Fuente: (Iberdrola, 2019)

2.1.5 AGUAS SUBTERRANEAS

El agua subterránea tiene un mecanismo de descarga natural, se encuentra Dentro de los espacios y fisuras que se encuentran bajo la superficie de la tierra, en el subsuelo, donde emerge a la superficie de forma natural y crea cuerpos de agua O puede ser extraída mediante pozos. Estos sitios de recarga natural incluyen manantiales, cenotes, géiseres, humedales, pantanos, entre otros (Salazar A. R., 2018).

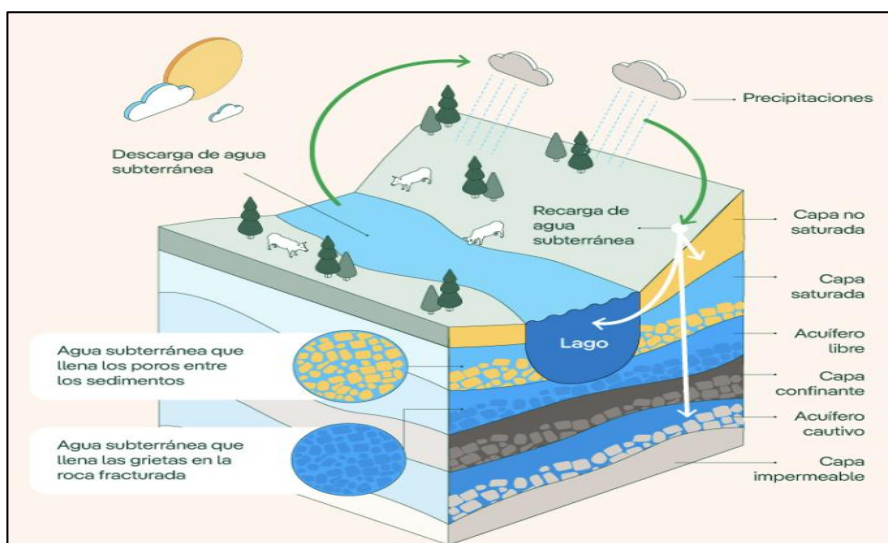


Figura 2: Aguas subterráneas.

Fuente: (Iberdrola, 2019).

2.1.6 SOBRE EXPLOTACIÓN DE AGUA SUBTERRANEAS

La sobreexplotación de los acuíferos se refiere a la extracción descontrolada de los recursos hídricos en una cantidad que excede su capacidad de recarga. Es importante tener en cuenta que no todos los acuíferos son renovables, lo que significa que no se recargan lo suficientemente rápido. Esta situación representa uno de los principales desafíos en el ámbito del agua, ya que las extracciones anuales superan o se acercan demasiado al volumen promedio de los recursos renovables anuales, o causan un deterioro significativo en la calidad del agua (Castiñeiras, 2022).

2.1.7 METODO DE HARGREAVES - SAMANI

Según (USACE, 2014) el método de Hargreaves - Samani, es una técnica empírica utilizada para estimar la evapotranspiración de referencia (ET_o), utilizando únicamente las temperaturas diarias máximas, mínimas y de latitud. Este enfoque es especialmente útil cuando no se dispone de datos sobre la humedad relativa o la velocidad del viento.

FORMULA SIMPLIFICADA

$$ET_o = 0.0023 * (T_{mean} + 17.8)(T_{max} - T_{min})^{\frac{1}{2}} * Ra \quad (1)$$

Donde:

- a. **ET_o** es la evapotranspiración de referencia en mm/día
- b. **T_{mean}** es la temperatura media diaria en °C
- c. **T_{max}** es la temperatura máxima diaria en °C
- d. **T_{min}** es la temperatura mínima diaria en °C
- e. **Ra** es la radiación solar extraterrestre, que se puede calcular en función de la latitud y el día del año.

2.1.8 ENERGÍA

La capacidad potencial del cuerpo para generar trabajo o calor se le conoce como energía. Surge del cambio. Para el trabajo o el calor, los hombres siempre han utilizado los recursos que están a su disposición. De primer lugar su propia energía física o de los animales domésticos. Después la energía del viento y del agua, posteriormente llegaron las explotaciones de los combustibles fósiles y de la energía

nuclear; de entre las diversas fuentes de energía renovables que se producen de manera sostenible a escala humana y no se agotan (Merino, 2012).

2.1.9 ENERGÍA RENOVABLE (ER)

De acuerdo con (Merino, 2012) El término “energía renovable” hace referencia a la energía captada por la naturaleza y su capacidad de regeneración continua, lo que la convierte en un recurso inagotable. Se reconoce a las energías renovables como el presente y el futuro en la producción de electricidad; es por eso que se utiliza como estrategias. Para paliar los temidos efectos del cambio climático.

2.1.10 ENERGÍA SOLAR

La energía radiante de las reacciones de fusión nuclear del sol, viaja a través del espacio hasta la tierra en forma de paquetes de energía llamados fotones (luz), donde interactúa con la superficie y atmósfera del planeta. No habría ninguna vida en la tierra sin la presencia del sol, excepto algunas bacterias en el planeta, porque sería demasiado frío para que crecieran las plantas. Indirectamente, el sol es la fuente de toda nuestra energía. Las plantas y árboles que componen los combustibles fósiles son muy antiguos y se han comprimido durante millones de años, que crecieron gracias a la luz del sol (Orbegozo, 2010).

2.1.11 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

Redacta (Juan Sanchez, 2012) que la energía solar fotovoltaica es el proceso de transformar la radiación solar en energía eléctrica. Este sistema se fundamenta en el efecto fotoeléctrico, el cual tiene lugar en las células fotovoltaicas. Estas células se agrupan en módulos y se conectan entre sí, ya sea en serie o en paralelo, para constituir una central o planta solar fotovoltaica.

2.1.12 RADIACIÓN SOLAR

De acuerdo con (Aparicio, 2020). La radiación solar es la energía emitida por el sol, que las ondas electromagnéticas transportan a través del espacio en todas direcciones y llega a la atmósfera terrestre en un estado considerablemente atenuado (Alrededor de 1360 w/m^2), debido a la distancia entre el sol y la tierra. Cuando esta radiación es debilitada por las capas de la atmósfera, se divide en tres tipos de radiación solar debido al efecto de los rayos del sol sobre la tierra:

Directa: Se toma directamente del sol, viajando directamente a través de la atmosfera.

Difusa: Este tipo de luz es la que cambia de dirección, como resultado de la reflexión y difusión atmosférica.

Reflejada: Es la radiación directa y difusa que se refleja desde el suelo cercano y otras superficies cercanas.

El mayor y más importante de los tres tipos de radiación es la radiación directa, que se utiliza en aplicaciones fotovoltaicas.

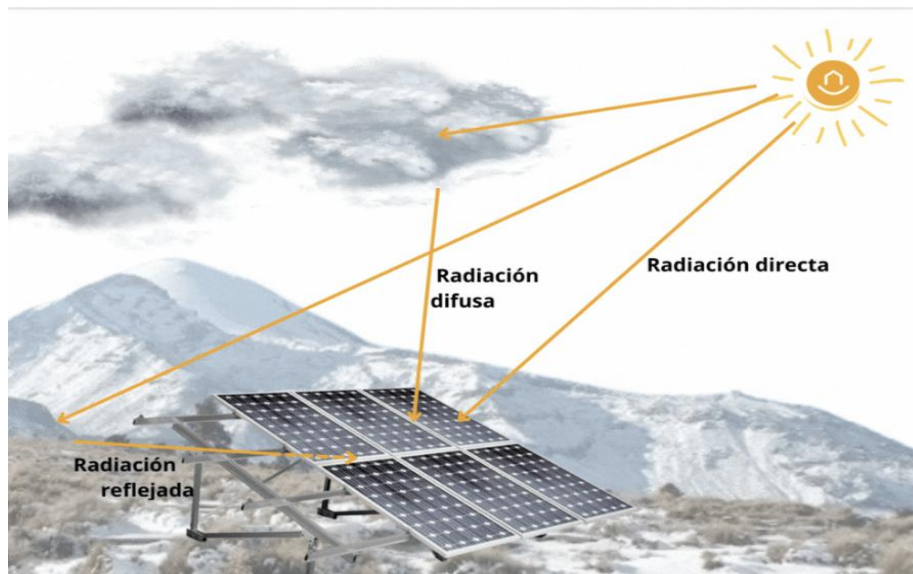


Figura 3: Tipos de Radiaciones solar.

Fuente: (Carbonell, 27 de febrero 2024).

Según la Agencia Estatal de Meteorología de España (AEMET, 2011) La radiación, son ondas electromagnéticas emitidas en todas direcciones, que transfiere la energía solar a través del espacio interplanetario hasta la Tierra.

Las características de estas ondas, como su energía y visibilidad, se definen por su longitud de onda y frecuencia. Se desplazan a 299,792 km/s en el vacío.

Las diferentes longitudes de onda constituyen el espectro electromagnético, y la radiación solar comprende el espectro solar. En términos de la proporción de la radiación solar en distintas regiones del espectro, se estima que se distribuye de la siguiente manera: aproximadamente el 7% corresponde a la radiación ultravioleta, el 43% a la luz visible, el 49% al infrarrojo, y el restante 1% representa otras partes del espectro.

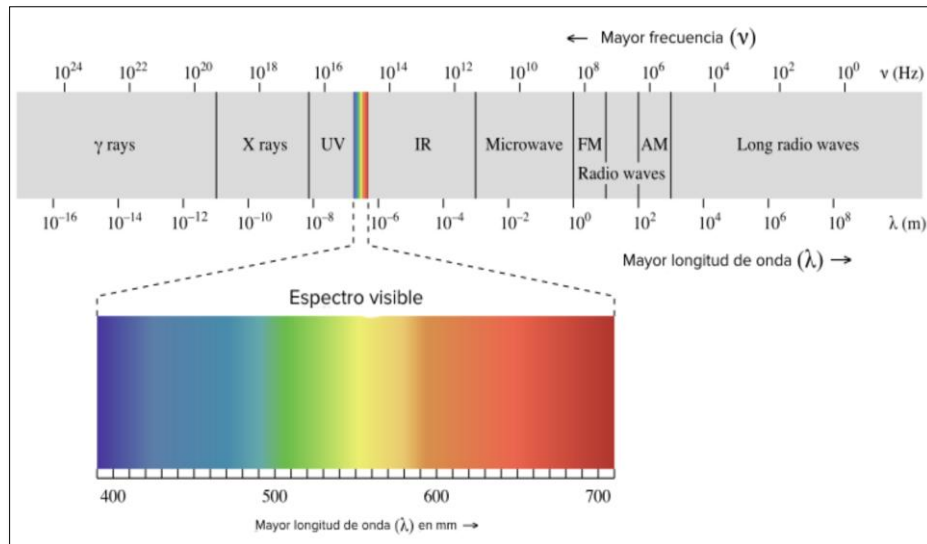


Figura 4: Espectro electromagnético.

Fuente: (Larsen, 16 de noviembre de 2014)

2.1.13 EFECTO FOTOVOLTAICO

El proceso por el cual una célula fotovoltaica genera electricidad a partir de fotones, o partículas energéticas, de la luz solar se conoce como efecto fotovoltaico. Los electrones se liberan cuando un material se expone a la radiación electromagnética; estos electrones pueden luego ser reflejados, reunidos y absorbidos por células fotovoltaicas para generar electricidad, ya que el electrón puede escapar de su posición habitual asociada con un átomo y unirse a una corriente en un circuito eléctrico (Fernández, 2012).

2.1.14 TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA

La utilización de bienes (relojes, juguetes, calculadoras, etc.) fueron las principales aplicaciones terrestres de la tecnología fotovoltaica), cuyo funcionamiento solo requiere el suministro de unos pocos milivatios. A finales de la década de 1990 surgió otro tipo de empleo que más tarde transformaría por completo el mercado fotovoltaico mundial: los sistemas fotovoltaicos conectados a la red. A medida que mejoraban las eficiencias de las celdas, también lo hacían sus costos (Díaz J. A., 2008).

2.1.15 BOMBEO SOLAR FOTOVOLTAICO

Se cree que la tecnología para el bombeo solar de agua, tiene un futuro muy brillante. El agua puede extraerse del subsuelo y transportarse a los sistemas de distribución utilizando energía fotovoltaica, que funciona con paneles solares. Donde se utiliza el

sol para generar energía imprescindible para encender la bomba. Esto es particularmente intrigante en áreas rurales donde hay muchos pozos que están situados en zonas de difícil entrada para la red eléctrica (Vicente, 2018).

2.1.16 ANÁLISIS MULTICRITERIO

El análisis multicriterio, desarrollado en 1960, consiste en una serie de metodologías que se distinguen en su mayoría por juntar las diversas dimensiones, objetivos, actores y escalas que intervienen en el proceso de toma de decisiones, sin sacrificar la calidad, confiabilidad y el consenso sobre los resultados. Hay muchos factores diferentes que se pueden incorporar en el transcurso de estimación cuando se utiliza la metodología multicriterio. Cada metodología multicriterio es única en la forma de cambiar los cálculos y las percepciones, se combinan en una escala única, lo que permite la comparación de los componentes y la determinación de los niveles de prioridad. El Proceso Analítico Jerárquico es una de las metodologías multicriterio más populares, con apoyos matemáticos (Analytic Hierarchy Process: AHP) (Arancibia et.al., 2003).

2.1.17 MÉTODO DE FACTOR PONDERADO

Este método implica definir los determinantes primarios más importantes de los lugares y asignar pesos relativos en función del valor que se les asigne. La ponderación relativa basada en una suma igual a uno, depende en gran medida del juicio y experiencia del evaluador (Carro & Gonzáles, 2002).

2.1.18 TÉCNICA DE EVALUACIÓN:

PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO O PARES DE SAATY

El proceso de Análisis Jerárquico (AHP), desarrollado por Saaty (1980), es el procedimiento más adecuado para resolver conflictos, a pesar de que existen numerosas técnicas para hacerlo. Esto se debe a que el desarrollo de su método se basa en la estimación de diversos criterios, lo que permite poner en primer lugar diferentes opciones y luego facilita a la selección de la alternativa más adecuada según una jerarquía integrada por criterios cualitativos o cuantitativos (Rodas, 2019).

AXIOMAS DEL AHP

De acuerdo con (Toskano & Gérard, 2018) el AHP se fundamenta en:

- a. Estructura del modelo jerárquico (que representa el problema identificando objetivos, criterios, subcriterios y alternativas).
- b. Prioridad de los elementos del modelo jerárquico.
- c. Comparación binaria de elementos.
- d. Evaluar los elementos asignando “pesos”.
- e. Ordenar las alternativas según los pesos dados.
- f. Síntesis.
- g. Análisis de Sensibilidad.

2.1.19 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)

El uso de información geográfica o SIG también como se le conoce, se utiliza para una variedad de disciplinas de toda índole, pero más aún en la información Geográfica, esta herramienta contribuye positivamente, se utiliza para proyectar y gestionar tareas relacionados con el desarrollo, así como para ayudar a resolver problemas territoriales en el que se muestra en tres formas: vectorial, ráster y modelos digitales del terreno MDT (Bosque, 1994).

2.1.20 ZONAS POTENCIALES

Las zonas potenciales se refieren a áreas geográficas que tienen el potencial de ser adecuadas para ciertos tipos de actividades o para el establecimiento de ciertas instalaciones. Por ejemplo, una zona potencial para la agricultura sería un área con suelo fértil, acceso al agua y al clima adecuado para el crecimiento de cultivos (Rubio & Palomares, 2005).

2.2 ANTECEDENTES

La investigación que se muestra está relacionada con estudios e investigaciones ejecutadas a nivel internacional, nacional y regional.

En México el año 2020, Cruz N. et al., en la investigación titulada “Análisis multicriterio como herramienta de toma de decisiones en las ciencias de la tierra”, llegaron a la conclusión que los desafíos ambientales son numerosos y extremadamente diversos,

teniendo en cuenta las decenas de factores que pueden influir en la Tierra y producir una decisión favorable o desfavorable para cualquier desarrollo de infraestructura (social, empresarial, académica, etc.). Por lo tanto, la creación de una herramienta rápida y eficaz se vuelve crucial para acelerar el tiempo y la buena gestión de los recursos. Donde el reconocimiento de varios estilos de toma de decisiones fue posible gracias al AMC, que se desarrolló en respuesta a la necesidad de una revisión de evaluación rápida, cuantitativa, cualitativa y efectiva. Con la ayuda del Sistema de Información Geográfica (SIG), que permitió visualizar las áreas o zonas con potencial para la instalación de un centro de trabajo de fabricación artesanal de productos de arcillas, donde la valorización se mide en Alto, Medio y Bajo potencial de uso para el objetivo para una decisión final con un enfoque ambiental, legal y económico.

En Acapulco, México 2021 Guerrero j., et al., en el estudio titulado “Análisis multicriterio para el desarrollo urbano en zonas costeras en un contexto de cambio climático”, en el que se muestran mapas temáticos de los índices de vegetación promedio, recarga potencial de aguas subterráneas, tenencia de la tierra, amenaza de inundación, zona urbana existente y restricciones de masas de agua; más tarde, se integraron en un MCDA para proporcionar áreas urbanas adecuadas para el futuro. Según los hallazgos, 367 km² son aptos para el desarrollo de la ciudad, tienen poco efecto sobre el ecosistema y no representan ningún riesgo para la población. Por el contrario, también existen zonas intermedias o no aptas que suponen una amenaza tanto para la población como para el ecosistema; Por consiguiente, promueve la planificación espacial a través de MCDA utilizando el SIG como herramienta para la atenuación y aclimatación al cambio climático en áreas afectadas por fenómenos hidrometeorológicos y poblaciones en condiciones socioeconómicas adversas.

En el año 2022 Miranda, S., en la investigación titulada “Identificación de zonas en la provincia de Huancavelica para la ubicación de rellenos sanitarios mediante sistemas de información geográfica y el método de Análisis Multicriterio”, donde se elaboró un mapa geoespacial que se enfatiza en la selección de criterios para la selección y sistematización ambientales y socio estructurales, mediante el Análisis Multicriterio para mejorar técnicamente la ubicación de rellenos sanitarios en la provincia de Huancavelica. Para lograr esto, se crearon 16 (shapefiles), se desarrollaron 11 mapas temáticos y se identificaron 4 categorías de zonas: no aptas, poco aptas, aptas y muy aptas para la ubicación. Estas zonas se determinaron utilizando métodos de

ponderación binaria y análisis multicriterio. Finalmente, se identificaron dos áreas específicas cercanas a las dos zonas con la mayor cantidad de residuos sólidos. El área N°1 tiene una superficie de 50 hectáreas y el área N°2 tiene una superficie de 217 hectáreas. Estas áreas fueron seleccionadas para abastecer al distrito de Yauli.

La investigación de Rios Roberts fue presentada en Lima en el año 2020 sobre la “Selección de sitios idóneos para el desarrollo de proyectos solares fotovoltaicos de gran escala mediante análisis multicriterio AHP - GIS”, reconoció y estructuró datos sobre 33 causas de restricciones y 7 criterios, estos últimos utilizando el método analítico jerárquico (AHP). El mapa de idoneidad final se dividió en cinco clases: "Altamente adecuado", "Muy adecuado", "Adecuado", "Marginalmente adecuado" e "Inadecuado", en la cual, se realizó una encuesta para su ponderación adecuada, en el que fueron administrados por expertos nacionales relacionados con la implementación de proyectos de energías renovables; como resultado, se determinó que el 69,52% del país no fue incluido en el análisis AHP. Esto representa aproximadamente 22,257 km² de tierra, que se consideraron áreas de alto potencial debido a su clasificación como "Altamente Adecuadas" (0,09%) o "Muy Adecuadas" (5,55%). Estas áreas se encuentran cerca del sistema de transmisión en la región sur, así como en la costa norte y central del país. La comparación con la ubicación de las instalaciones fotovoltaicas a gran escala actualmente en funcionamiento y los análisis de sensibilidad realizados brindaron confianza en el resultado final.

Guerrero, D., & Samamé, F. (2020). En su investigación titulada “Zonificación de áreas potenciales para el desarrollo de Cultivos de coffea arábica en la provincia de Moyobamba, San Martín-2020”. Se identificaron zonas con alto potencial para la producción de café arábica en la provincia de Moyobamba, San Martín – 2020, que tiene una superficie total 205 963,3 hectáreas como área de estudio. Mientras que el método requería el uso de datos preexistentes de recursos como Bioclima y el Geoservidor del Ministerio del Medio Ambiente. Utilizando el software ArcGis y el Proceso Analítico Jerárquico (AHP), los datos fueron sistematizados y sometidos a un análisis multicriterio. Solo el 30,64 del total de 178192,33 hectáreas tienen características estándar.

En el año 2019 Echevarria, M., & Roman, M., en su investigación titulado “Evaluación multitemporal del cambio de uso y cobertura de suelo con imágenes geoespaciales

en el distrito de Oxapampa, Perú 2014 - 2019". Donde se utilizaron datos representativos de imágenes geospaciales correspondientes a seis años (2014 - 2019). Los hallazgos revelaron porcentajes altos en los años 2014 (cobertura vegetal = 64,14%), 2018 (zona urbana = 5,05%, y zonas hídricas = 16,53%), y 2019 (zona agrícola = 31,83%) así como porcentajes pequeño en los años de 2014 (zona urbana = 1,87%, y zona agrícola = 22,56%), 2016 (zonas hídricas = 4,81%) y 2018 (cobertura vegetal = 38,21). Los porcentajes de las áreas y los cambios a lo largo de los seis años se muestran en los gráficos de cada variable. Usando el programa de R-Studio, la evaluación multitemporal utilizando ArcGIS cuantificar y aumentar la data significativa que contribuya a comprender los cambios y dinámicas de diferente capacidad, facilitando y favoreciendo las acciones para la geo conservación de la zona.

Según Cisneros, P., & Montero, P. En el año 2020 En su estudio, "Determinación y caracterización de áreas potenciales para la maricultura entre Nueva Esperanza Y Huacura, Región Tumbes". Se encontró que la zona media de la región Tumbes tiene áreas aptas para la maricultura de moluscos Bivalvos mediante una evaluación de Multicriterio. Para caracterizar el área de estudio se realizaron tres campañas bio océano gráficas, cada uno de los cuales evaluó la variación estacional de los diversos criterios físico-químicos y de polución. Se mapearon las limitaciones sociales y permitido del área de estudio. Se designo una calificación de "1" (adecuado) a los valores que estaban dentro del nivel aceptable y "0" (no adecuado) a los valores fuera del rango al establecer los rangos de idoneidad del cultivo. Los parámetros que se evaluaron se dividieron en tres categorías: incremento y supervivencia, aceptabilidad física y calidad del producto. Para crear una base de datos usando capas GIS, se mapearon los tres factores. Las tres capas que se produjeron se elaboraron sin incluir ninguna de las limitaciones sociales y legales. Se obtuvieron dos polígonos con una superficie total de 64,74 km² o 67,33 % del área total de estudio propuesta como áreas elegibles, mediante la superposición de tres capas para formar una cuarta capa (espacio común entre tres elementos). Para la reproducción de moluscos bivalvos

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El proyecto de investigación se realizó en la cuenca de la quebrada Casitas - Bocapan - Tumbes, una de las más grandes del norte del Perú con un Área de 986,61 km² y con un perímetro de 170,91 km, perteneciente a la vertiente del océano pacífico.

3.1.1 UBICACIÓN GEOPOLÍTICA

Tabla 1 Ubicación política de la zona de estudio

REGIÓN	PROVINCIA	DISTRITO	LOCALIDAD/SECTOR
Tumbes	Contralmirante Villar	Casitas / Zorritos	Cuenca Bocapan

Fuente: (ANA, 2022) <https://snirh.ana.gob.pe/observatorioSNIRH/>

3.1.2 UBICACIÓN GEODÉSICA

Tabla 2 Ubicación geodésica de la zona de estudio

COORDENADAS UTM (m)		DATUM	ZONA
ESTE	NORTE	GEORREFERENCIAL	
527291,965	9588971,922		
551584,794	9590061,113		
547033,952	9539049,345	WGS 84	17 S
533910,592	9539578,512		

Fuente: Google Earth

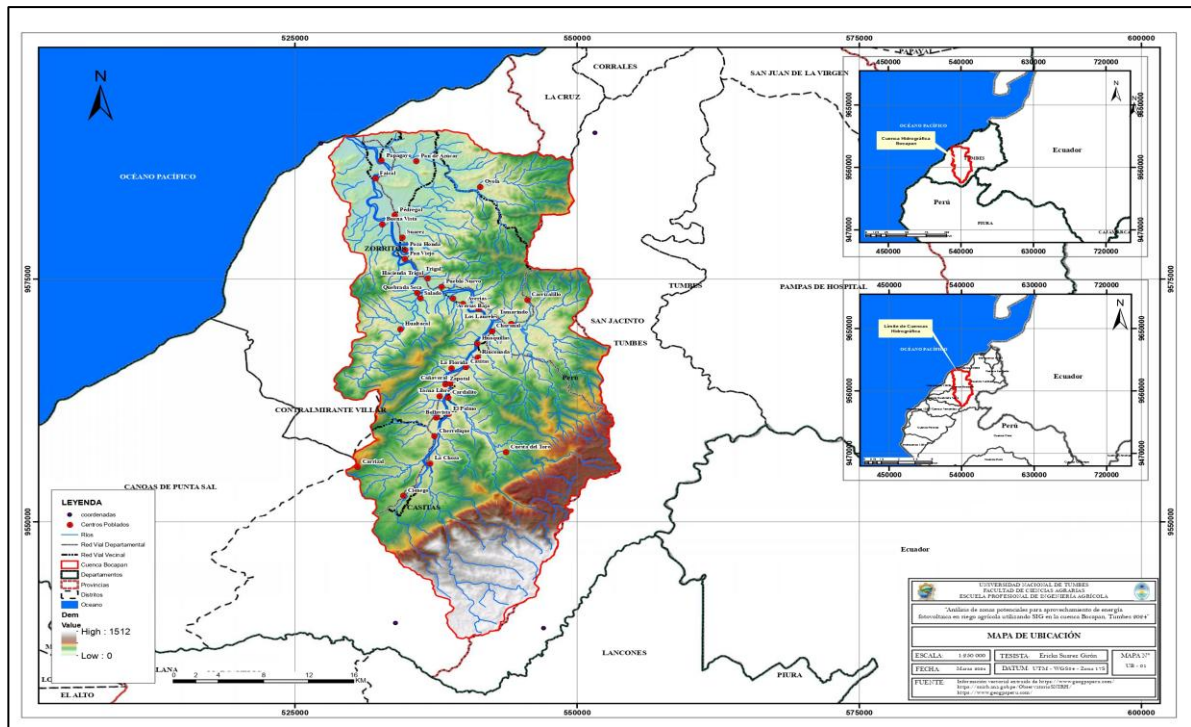


Figura 5: Mapa de ubicación de la zona de estudio.

3.2 HIPOTESIS GENERAL PLANTEADA

Se analizarán zonas potenciales para el uso de energía fotovoltaica, con el fin de irrigar áreas agrícolas en la cuenca, quebrada Casitas Bocapan, Tumbes 2024 utilizando el SIG.

3.3 METODO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación se desarrolló con un enfoque cuantitativo, debido a que se basa en la medición numérica de variables climáticas, topográficas y territoriales, así como en el análisis estadístico y espacial para responder a los objetivos planteados (Hernández et al., 2014). Con un nivel descriptivo, ya que permite caracterizar el comportamiento de las variables involucradas mediante el uso de sistemas de información geográfica (SIG) y el análisis multicriterio. (Hilario, 2001). Asimismo, corresponde a una investigación de tipo aplicada, dado que los resultados obtenidos constituyen una base técnica que permite sustentar la identificación de áreas con aptitud para la implementación de sistemas fotovoltaicos orientados al riego agrícola (Lozada, 2014).

3.4 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El diseño de la investigación es no experimental, ya que las variables no fueron manipuladas, sino analizadas tal como se presentan en la realidad. Se empleó un diseño transeccional o transversal, debido a que la recopilación y el procesamiento de la información se realizaron en una sola fase metodológica, aun cuando se utilizaron datos provenientes de distintos momentos temporales. Este diseño permite un análisis descriptivo, orientado a identificar y caracterizar la distribución espacial de los factores que influyen en la aptitud del territorio para la implementación de sistemas fotovoltaicos mediante técnicas SIG y análisis multicriterio. (Hernández et al., 2014)

3.5 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.5.1 POBLACIÓN

Todas las cuencas hidrográficas de la región de Tumbes que sean zonas potenciales para el aprovechamiento de la energía fotovoltaica para la irrigación agrícola.

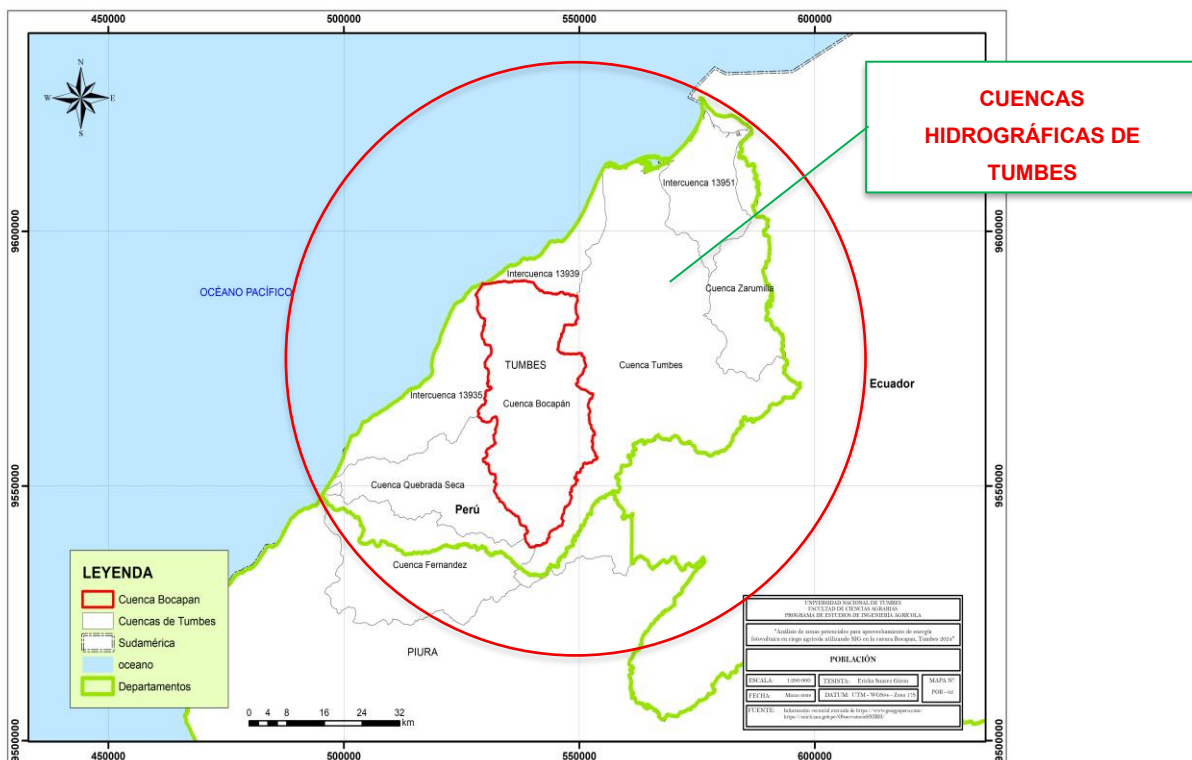


Figura 6: Mapa de la población de la zona de estudio.

3.5.2 MUESTRA

La muestra está establecida por la Cuenca Bocapan con un área de 986,61 km².

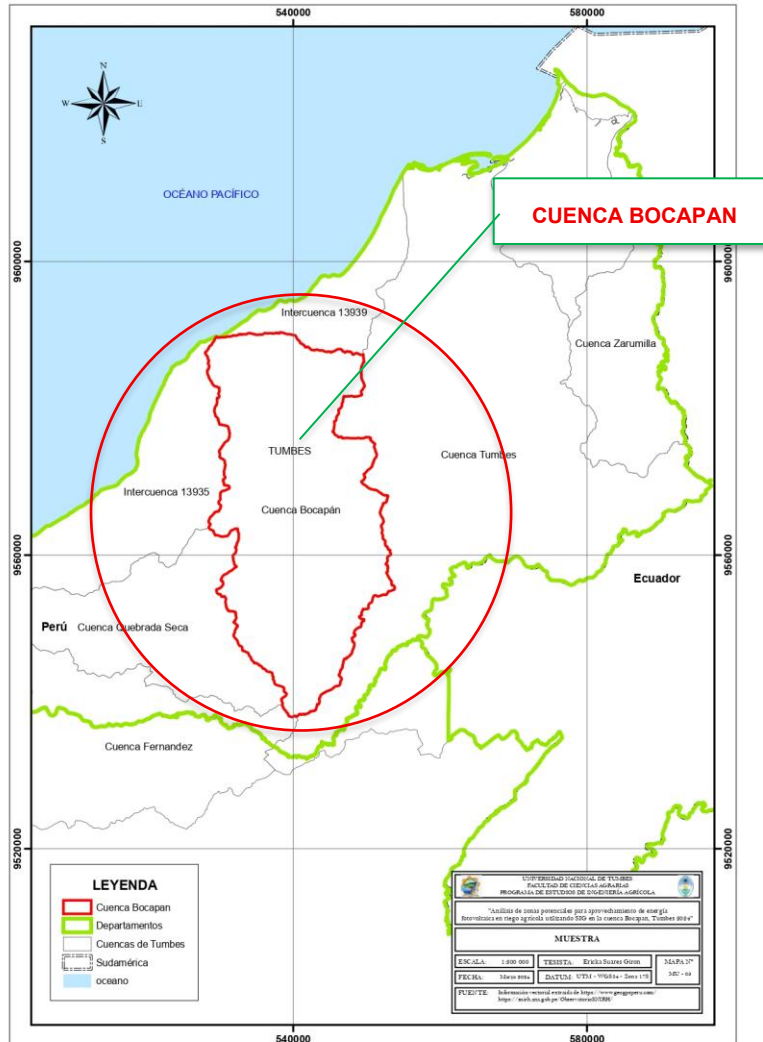


Figura 7: Muestra en estudio de la investigación

3.6 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

En la presente investigación se emplearon dos técnicas principales.

La primera fue el análisis documental, que consistió en la revisión, procesamiento y sistematización de información proveniente de documentos técnicos, publicaciones científicas, tesis, bases de datos geoespaciales e informes institucionales. Esta información sirvió como insumo para la construcción de capas temáticas y la definición de los parámetros utilizados en el análisis multicriterio, etc. (Crotte, 2011)

La segunda técnica fue la investigación de campo, basada en la observación sistemática del terreno para registrar características del paisaje, evidencias de uso del suelo, presencia de infraestructura de riego y pozos, así como para validar los resultados cartográficos generados. Esta observación aportó evidencia empírica fundamental para la interpretación y verificación de los mapas temáticos. (Abril, 2008)

3.6.1 MATERIALES, EQUIPOS Y OTROS:

Para la investigación actual se utilizarán los siguientes materiales y recursos para la zona de estudio, con el objetivo de encontrar zonas óptimas para el uso de energía fotovoltaica:

1. Materiales de escritorio (hojas bond, cuaderno, lapiceros, resaltador).

2. Materiales cartográficos

Imágenes satelital Landsat, modelo de elevación digital (DEM) extraídos del MINAN en la página web:

https://geoservidorperu.minam.gob.pe/geoservidor/download_raster.aspx.

- Información vectorial de las cuencas hidrográficas de Tumbes (Shapefile). extraídos de: <https://snirh.ana.gob.pe/ObservatorioSNIRH/>.
- Capa vectorial de carreteras, centros poblados, departamentos, provincias y distritos. Extraídos de fuentes oficiales del estado.
- Ráster de textura de suelos <https://soilgrids.org/> , data de capacidad de uso actual de suelos <https://geoservidor.minam.gob.pe/zee-aprobadas/tumbes/> .
- Shapefiles de catastro de predios agrícolas del SICAR (<https://georural.midagri.gob.pe/sicar/>).
- Shapefile de Litología del servidor Geocatmin del INGEMMET en la página web: <https://geocatmin.ingemmet.gob.pe/geocatmin/>.
- Ráster de radiación de SolarGis mediante la página web: <https://solargis.com/es>.

3. Registro de precipitaciones y temperaturas

Extraídos del Servicio Nacional de Meteorología e del Perú (SENAMHI) página web: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=descarga-datos-hidrometeorologicos>,

Proyecto Especial Binacional Puyango Tumbes (PEBPT).

4. **Equipos y dispositivos** (GPS Garmin Montana 700, laptop Rog Strix G17, impresora Epson L5590, Disco duro 1 TB, Dron).
5. **Software** (Microsoft Word, Microsoft Excell, ArcGIS, Qgis, Google Earth, Global Mapper 15, ENVI, R Studio).
6. **Documentos escritos** (libros, informes científicos, informes oficiales, manuales, etc.), tales como:
 - Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales, del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), 2014.
 - El método Analytic Hierarchy Process para la toma de decisiones. repaso de la metodología y aplicaciones, del autor Esteban A. Nantes. 2019.
 - Análisis de las decisiones multicriterio Por Carlos Romero, 1996.

3.7 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DE DATOS

Esta sección describe la primera fase del estudio, que consiste en la recopilación de información (mencionada previamente). Esta información es esencial para la elaboración de los subparámetros representados mediante mapas; la superposición de estos mapas genera un parámetro final por modelo, necesario para el análisis y el cumplimiento de los objetivos del estudio. El proceso se detalla a continuación:

3.7.1 INFORMACIÓN VECTORIAL BASE

La información vectorial es requerida para la representación base de la zona de estudio, en la generación de mapas temáticos que visualicen los resultados obtenidos en los objetivos planteados, para la representación de vías se obtuvo del portal del Ministerio de transportes y comunicaciones (MTC) en la página web <https://portal.mtc.gob.pe/estadisticas/descarga.html> , la cuenca hidrográfica Se obtuvo del portal de la Autoridad Nacional del Agua (ANA) en la página web <https://snirh.ana.gob.pe/ObservatorioSNIRH/>, centros poblados y límites departamentales, provinciales y distritales Se obtuvo del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) mediante la página web <https://ide.inei.gob.pe/#capas>.



Figura 8: Portal del INEI para descarga de datos vectoriales.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)

3.7.2 TEXTURA DEL SUELO

Esta información forma parte del subparámetro Textura del Suelo como input para el parámetro de Zonas Potenciales con Aptitud Agrícola, Para el análisis de textura del suelo, se utilizaron dos fuentes: SoilGrids mediante el servidor <https://soilgrids.org/> el cual ofrece mapas de propiedades del suelo a escala mundial en formato GeoTiff con resolución de 250 m de tamaño de celda ver (figura 9), y también se utilizó el Geoservidor del MINAM en formato .shp <https://geoservidor.minam.gob.pe/zee-aprobadas/tumbes/>, que proporciona información geoespacial de suelos para la región de Tumbes. Utilizando el campo de textura ver (figura 10).

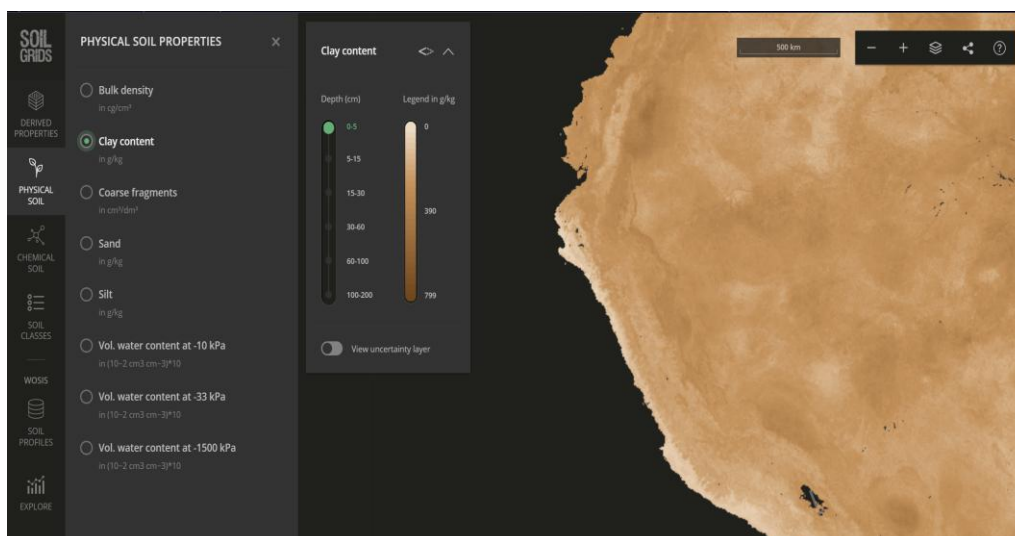


Figura 9: Interfaz gráfica de SoilGrids.

Fuente: SoilGrids.

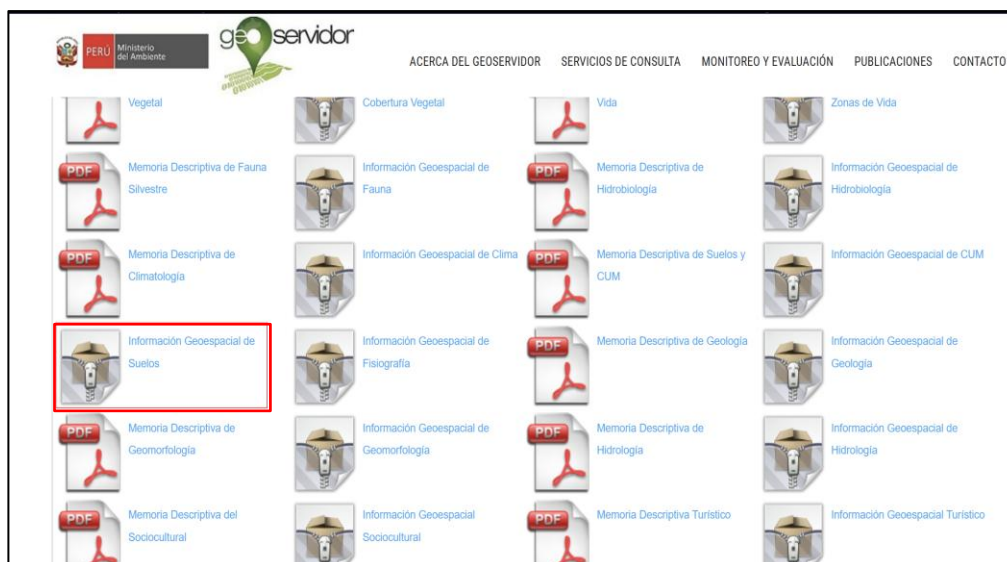


Figura 10: Portal del Geoservidor del MINAM (Información Geoespacial de Suelos).
Fuente: Ministerio del Ambiente (MINAM)

3.7.3 MODELO DIGITAL DE ELEVACIÓN (DEM)

El Modelo Digital de Elevación (DEM) es un insumo fundamental para el análisis espacial, ya que representa la altitud en cada celda del ráster y permite generar diversos productos derivados. A partir de este insumo se obtuvo el mapa de pendientes, utilizado en tres parámetros de la investigación: aptitud agrícola, aguas subterráneas y paneles solares. Asimismo, el DEM constituyó la base para la delimitación de la red hidrográfica, insumo clave en la elaboración del mapa de densidad de drenaje dentro del parámetro de aguas subterráneas. De igual forma, se empleó en la generación del mapa de sombras (hillshade), utilizado en el parámetro de paneles solares, que simuló la iluminación del relieve para diferenciar zonas claras y oscuras según la pendiente y orientación. Además, el DEM se emplea como capa de fondo en todos los mapas, para resaltar las pendientes mediante un efecto visual 3D. Esto se logra aplicando transparencia sobre la capa de sombreado del terreno, permitiendo que se vea el relieve subyacente.

El DEM fue obtenido desde el portal del USGS (Servicio Geológico de los Estados Unidos), específicamente a través de la página <https://earthexplorer.usgs.gov/>, que permite descargar datos geoespaciales. En este caso, se descargó el producto SRTM de 1 arco de segundo (resolución de 30x30 m.) Global, en formato GeoTIFF, correspondiente a la zona de estudio.

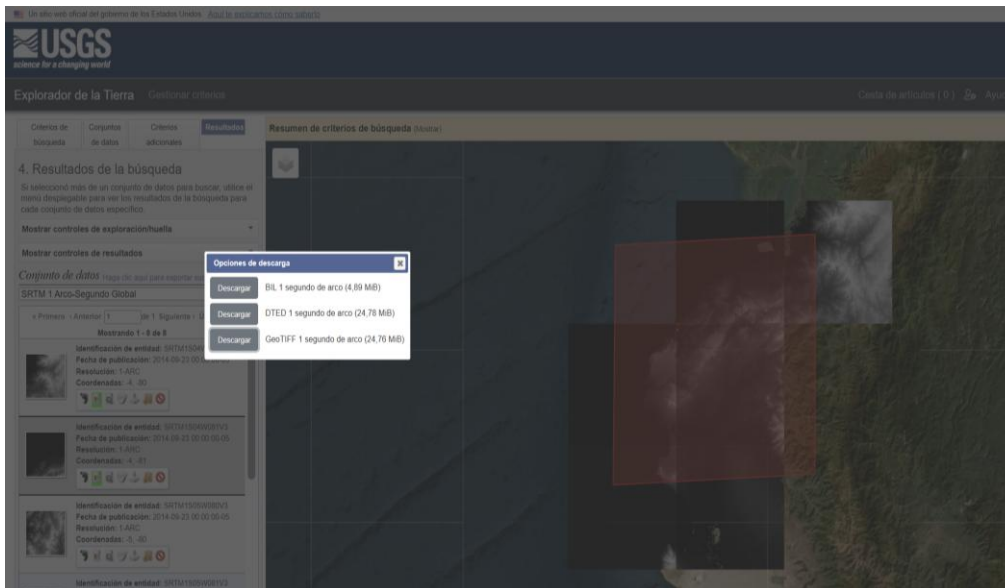


Figura 11: Portal de USGS para la descarga del DEM.

Fuente: Servicio Geológico de los Estados Unidos

3.7.3.1 TRATAMIENTO DEL MODELO DIGITAL DE ELEVACIÓN (DEM)

Para obtener un modelo digital de elevación continuo y homogéneo de la cuenca Bocapan, se llevó a cabo un proceso de preprocesamiento en ArcGIS que incluyó las siguientes etapas:

- a) Los archivos DEM en formato .tif fueron unificados mediante **ArcToolbox > Data Management Tools > Raster > Raster dataset > Mosaic to New Raster**, generando un único modelo continuo.
- b) El mosaico resultante fue recortado al límite de la cuenca empleando **ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Extraction > Extract by Mask**, con el fin de conservar únicamente el área de interés.
- c) Para mejorar la calidad del modelo y reducir posibles inconsistencias, se aplicó un suavizado con **ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Neighborhood > Focal Statistics**, utilizando una ventana de 3x3 píxeles y la función *Mean*.
- d) Finalmente, el DEM fue reproyectado al sistema de coordenadas UTM mediante **ArcToolbox > Projections and Transformations > Raster > Project Raster**, y se homogenizó su resolución a 30×30 m con **ArcToolbox > Data Management Tools > Raster > Resample**.

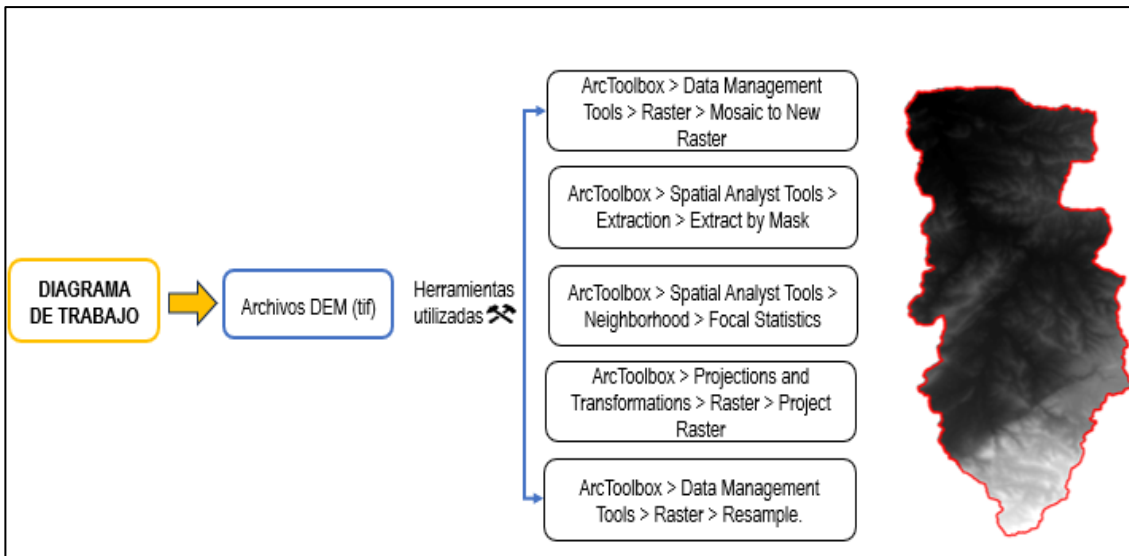


Figura 12: Tratamiento del DEM.

3.7.4 USO ACTUAL DEL SUELO

Esta información forma parte del subparámetro Uso actual del Suelo como input para el parámetro de Zonas Potenciales con Aptitud Agrícola, Para el análisis del uso actual del suelo, se utilizó como fuente Geoservidor del MINAM en formato .shp <https://geoservidor.minam.gob.pe/zee-aprobadas/tumbes/>, que proporciona información geoespacial de Uso actual de suelos para la región de Tumbes. ver (figura 13).

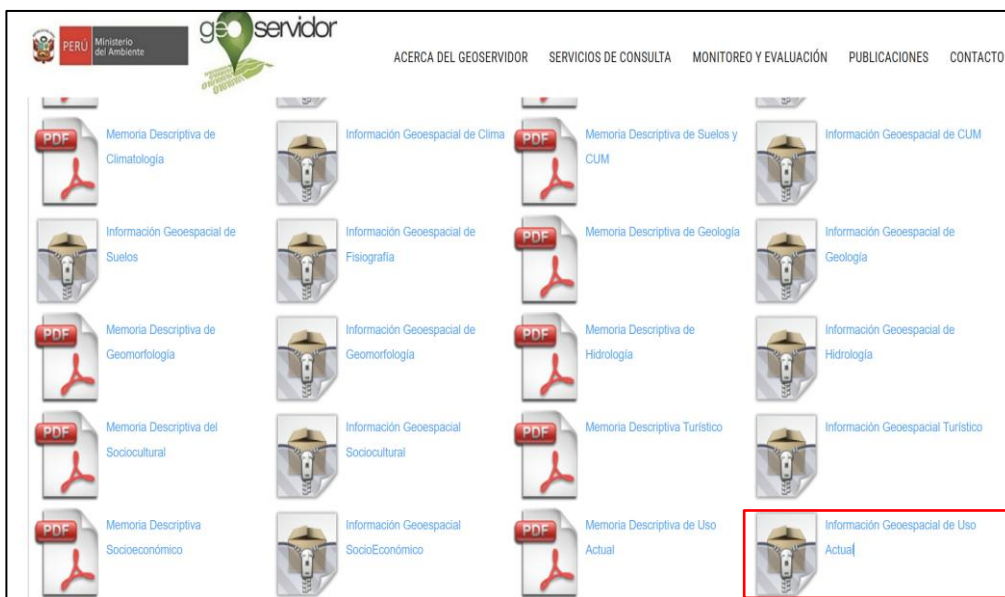


Figura 13: Portal del Geoservidor del MINAM.

Fuente: Ministerio del Ambiente (MINAM)

3.7.5 PRECIPITACIÓN MEDIA PLUVIOMÉTRICA ANUAL (MPA)

Para obtener información media pluviométrica anual en un periodo de 24 años (2000 - 2023) se descargaron la data de precipitaciones acumuladas mensuales de las estaciones meteorológicas cercanas e involucradas en el área de estudio, extraída desde la plataforma oficial del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), disponibles en: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=estaciones>, correspondientes a un periodo de rango variable según la disponibilidad de los datos. Dado que el área de estudio cuenta con solo una estación meteorológica automática, fue necesario incrementar la densidad espacial de datos para garantizar una interpolación más precisa.

Por esta razón, se crearon dos estaciones meteorológicas virtuales, ubicadas en puntos estratégicos para mejorar la precisión del análisis. Asimismo, se complementó la base de datos con información proveniente del producto PISCO SENAMHI, el cual proporciona estimaciones de precipitación corregidas y validadas a escala nacional. accesible en la página web:

<https://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/.SENAMHI/.HSR/.PISCO/index.html?Set-Language=es> y procesado con el Software RStudio. La cual, todos los datos fueron sometidos a un análisis estadístico de consistencia para garantizar su confiabilidad de acuerdo con el flujo de procesos detallado en la **figura 15**.

Las estaciones meteorológicas seleccionadas, así como las ubicaciones de las estaciones virtuales, se encuentran detalladas en la **Tabla 3**, y representadas cartográficamente en la **figura 14**.

Tabla 3: Estaciones Meteorológicas

ESTACIÓN	PROVINCIA	DISTRITO	COORDENADAS UTM		ALTITUD (Z)
			ESTE	NORTE	
El Tigre	Tumbes	Pampas de Hospital	560328,10	9579702,76	45,00
Cabo Inga	Tumbes	San Jacinto	566404,90	9560507,87	231,00
La Cruz	Tumbes	La Cruz	547834,86	9598948,00	6,00
Huasimo	Tumbes	San Jacinto	555069,20	9558060,48	607,00
Cañaverall	Contralmirante Villar	Casitas	538794,03	9564601,61	133,00
V1	Contralmirante Villar	Casitas	535990,00	9584167,00	63,00
V2	Contralmirante Villar	Casitas	536471,00	9551659,00	229,00

Fuente: Google Earth

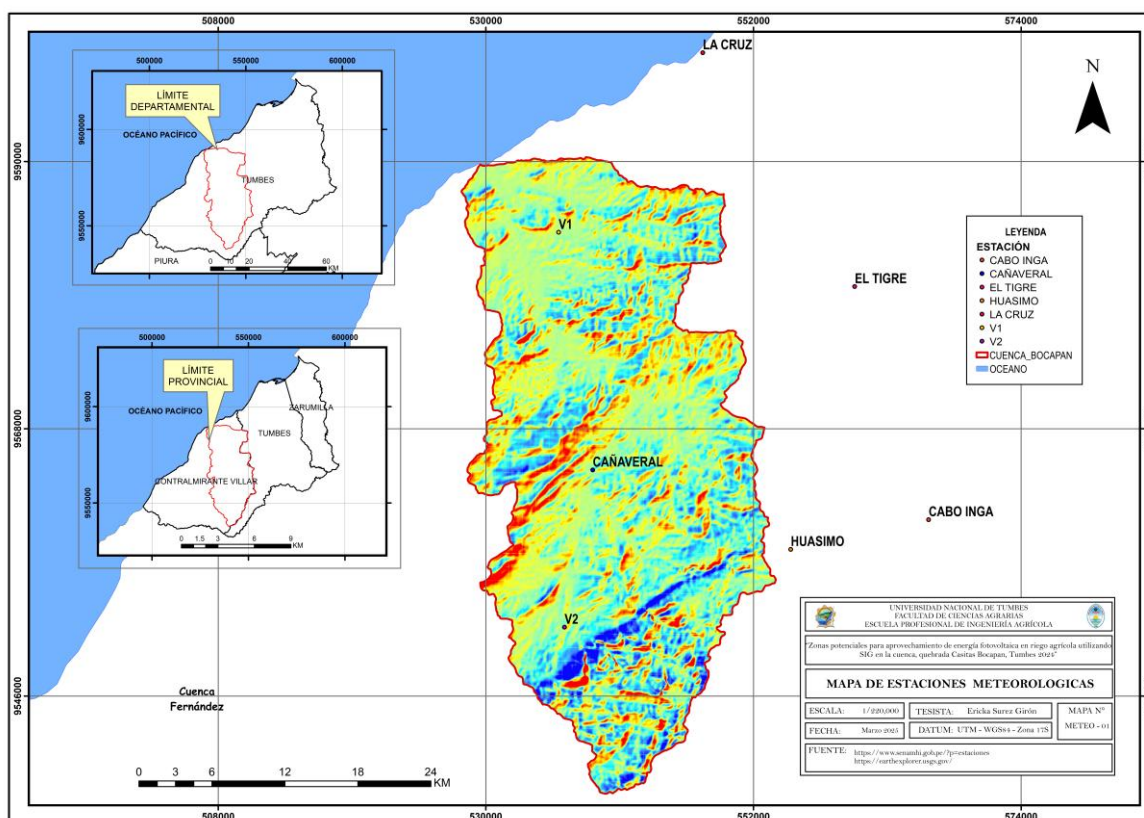


Figura 14: Mapa de ubicación de las estaciones meteorológicas.

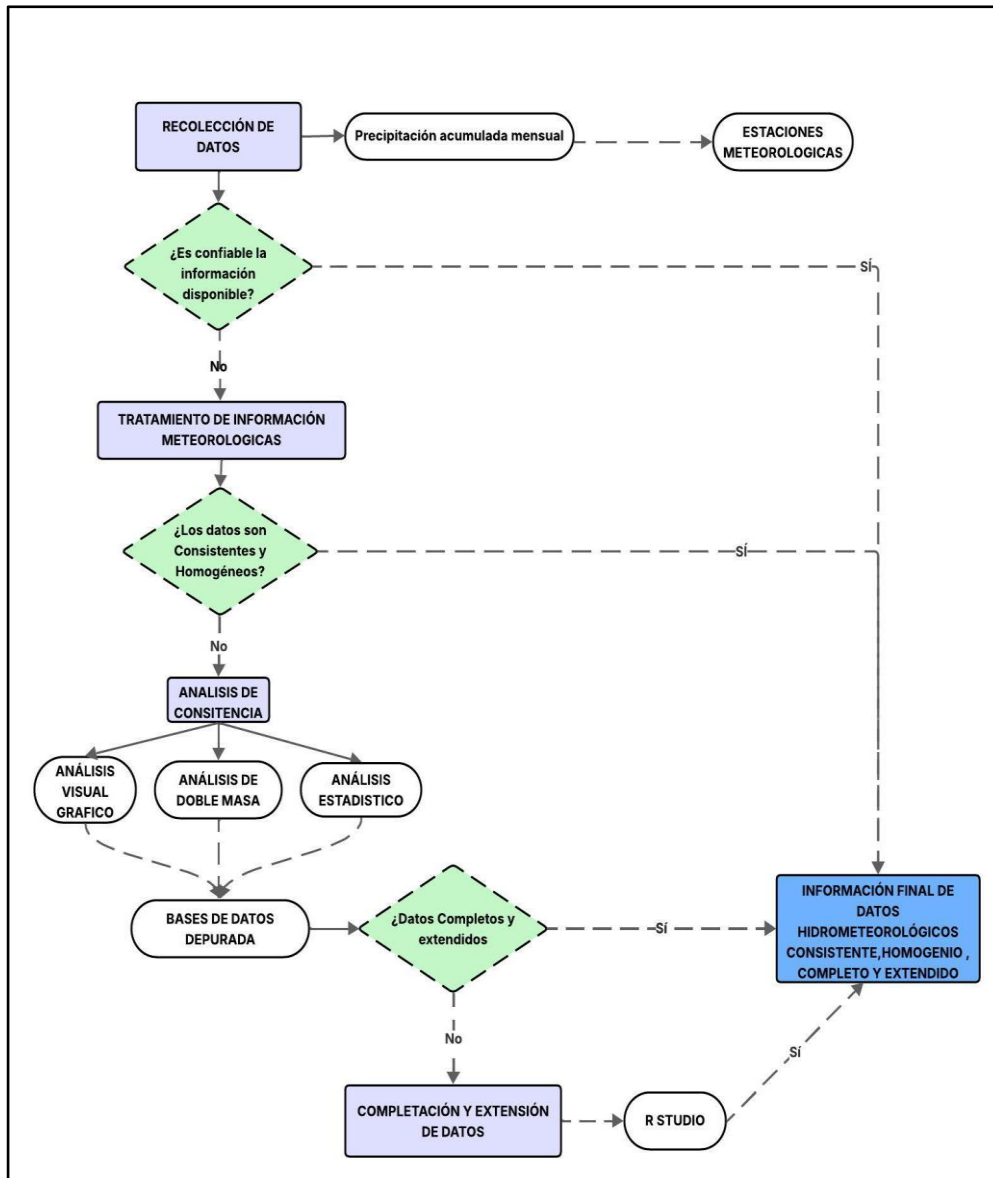


Figura 15: Tratamiento de Información Hidrometeorológica.

3.7.6 LITOLOGÍA

Esta información se requiere para el cálculo del subparámetro de permeabilidad que sirve como entrada para el parámetro de Zonas Potenciales de Agua Subterránea, la información fue extraída del portal del GEOCATMIN del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) <https://geocatmin.ingemmet.gob.pe/geocatmin/main>, donde ofrece el archivo vectorial en formato .Shp con los parámetros necesarios para el cálculo ver (**figura 16**). La información litológica proporciona una base fundamental para comprender la estructura geológica del área, permitiendo evaluar la capacidad de almacenamiento y transmisión de agua subterránea.

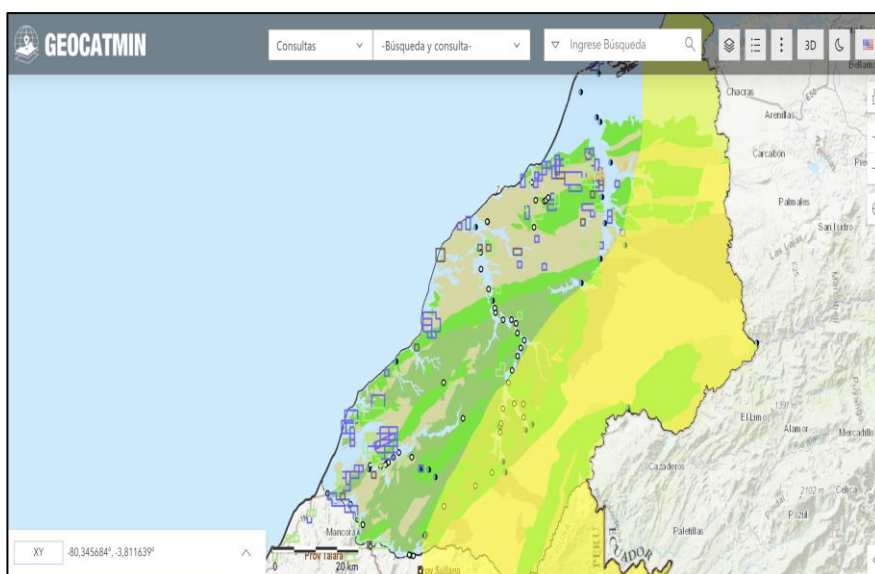


Figura 16: Servidor del GEOCATMIN.

Fuente: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET)

3.7.7 IMÁGENES LANDSAT

Esta información es requerida para la obtención del Subpárametro de Índice de Vegetación Normalizada (NDVI) y consiguientemente el parámetro potencial de agua subterránea, estas imágenes fueron obtenidas gratuitamente por el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS por sus siglas en inglés) a través de su página web: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Para la selección de las imágenes, se siguió el criterio planteado por (Gamboa, 2023) el cual plantea obtener las imágenes en base a dos temporadas, húmeda (verano a otoño) y seca (invierno a primavera), tal como se observa en la (Tabla 4).

Tabla 4: Características de las imágenes satelitales utilizadas

Imagen	Sensor	Resolución Especial	Escena	Fecha de la imagen	Temporada	Localización
Lansat 7	ETM+	30 mt X 30 mt	011-063	31/05/2000	T. Húmeda	Tumbes-Perú
			011-063	31/05/2000		
			011-063	29/05/2005		
			011-063	11/05/2010		
Lansat 8	OLI/TIRS	30 mt X 30 mt	011-063	25/01/2015	T. Húmeda	Tumbes-Perú
			011-063	25/01/2015		
			011-063	30/05/2020		
			011-063	30/05/2020		

Imagen	Sensor	Resolución Especial	Escena	Fecha de la imagen	Temporada	Localización
Lansat 7	ETM+	30 mt X 30 mt	011-063	18/07/2000	T. Seca	Tumbes-Perú
			011-063	18/07/2000		
			011-063	07/12/2005		
			011-063	02/10/2010		
Lansat 8	OLI/TIRS	30 mt X 30 mt	011-063	24/10/2015	Tumbes-Perú	
			011-063	24/10/2015		
			011-063	03/09/2020		
			011-063	03/09/2020		

Fuente: Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS)

Las imágenes Landsat 7 de 2005 y 2010 fueron corregidas para compensar la falla del Corrector de Escaneo Lineal (SLC) ocurrida el 31 de mayo de 2003. Esta falla, que compensa el movimiento del satélite, provocó que el sensor Thematic Mapper Plus (ETM+) generara un patrón de zigzag en las imágenes.

Para corregir este bandeamiento, se utilizó el Software libre QGIS haciendo uso de la corrección sin datos, cuya dirección es **Ráster > Análisis > Rellenar Sin Datos**. (figura 17 y figura 18).

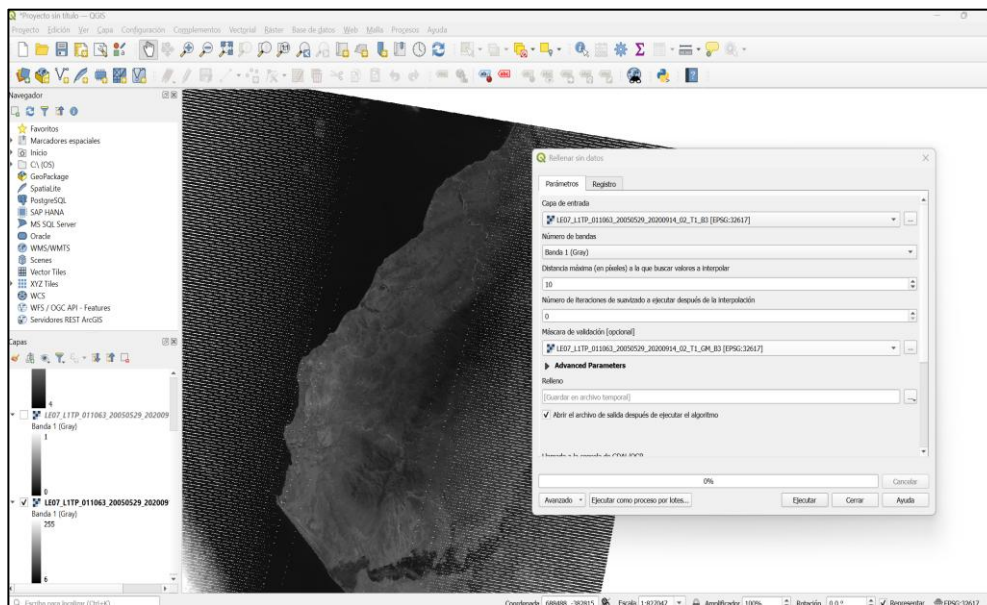


Figura 17: Entorno de QGIS aplicando la corrección por bandeamiento.

Fuente: QGIS

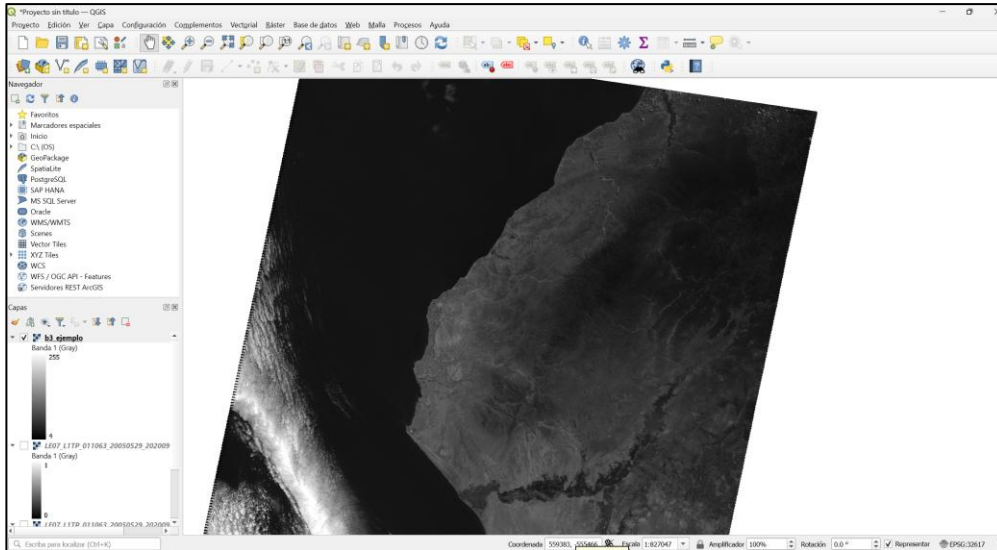


Figura 18: Resultado de la corrección por bandeamiento.

Fuente: QGIS

3.7.8 RADIACIÓN

La información de radiación solar, crucial para el subparámetro de radiación, el cual sirve como input para el parámetro de Energía Solar, fue obtenida de SolarGis <https://solargis.com/es>, plataforma online que ofrece datos de radiación solar a nivel global. La página web presenta tres mapas que muestran la radiación solar directa normal, la radiación global horizontal y el potencial de electricidad fotovoltaica. Los mapas están disponibles en diferentes tamaños y formatos, incluyendo PNG y TIF.

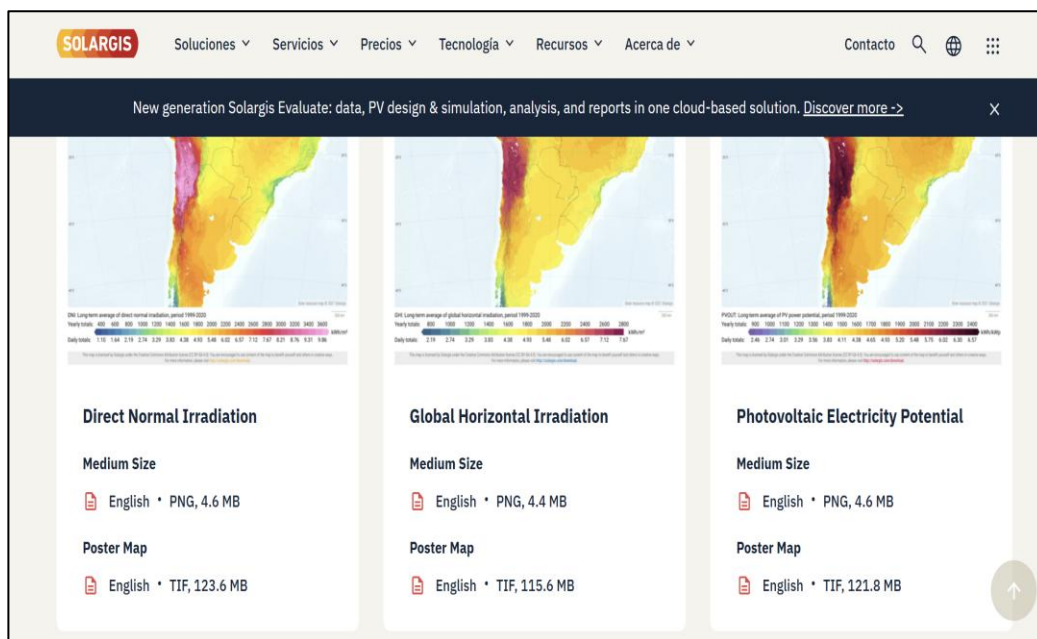


Figura 19: Plataforma online SOLARGIS.

Fuente: SOLARGIS.

3.7.9 TEMPERATURA MEDIA ANUAL

Para la obtención de la temperatura media anual en el periodo de 24 años (2000 - 2023), se utilizaron los registros de temperatura media mensual de las mismas estaciones meteorológicas consideradas en el **ítem 3.7.5**, disponibles en la plataforma oficial del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI): <https://www.senamhi.gob.pe/?p=estaciones>.

Al igual que en el caso de la precipitación, debido a la baja densidad de estaciones automáticas en el área de estudio, se generaron dos estaciones virtuales en puntos estratégicos para mejorar la representación espacial de la variable. Las estaciones utilizadas para la temperatura, incluidas las virtuales, son las mismas que las detalladas previamente en la **Tabla 3** y representadas en la **figura 14**, por lo que no se vuelven a presentar en este apartado.

Asimismo, se complementó la base de datos con información proveniente del producto PISCO SENAMHI – Temperatura, el cual proporciona estimaciones corregidas y validadas a escala nacional, accesible en:

<https://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/.SENAMHI/.HSR/.PISCO/index.html?Set-Language=es> y procesado con el software RStudio.

3.8 PROCESO METODOLÓGICO

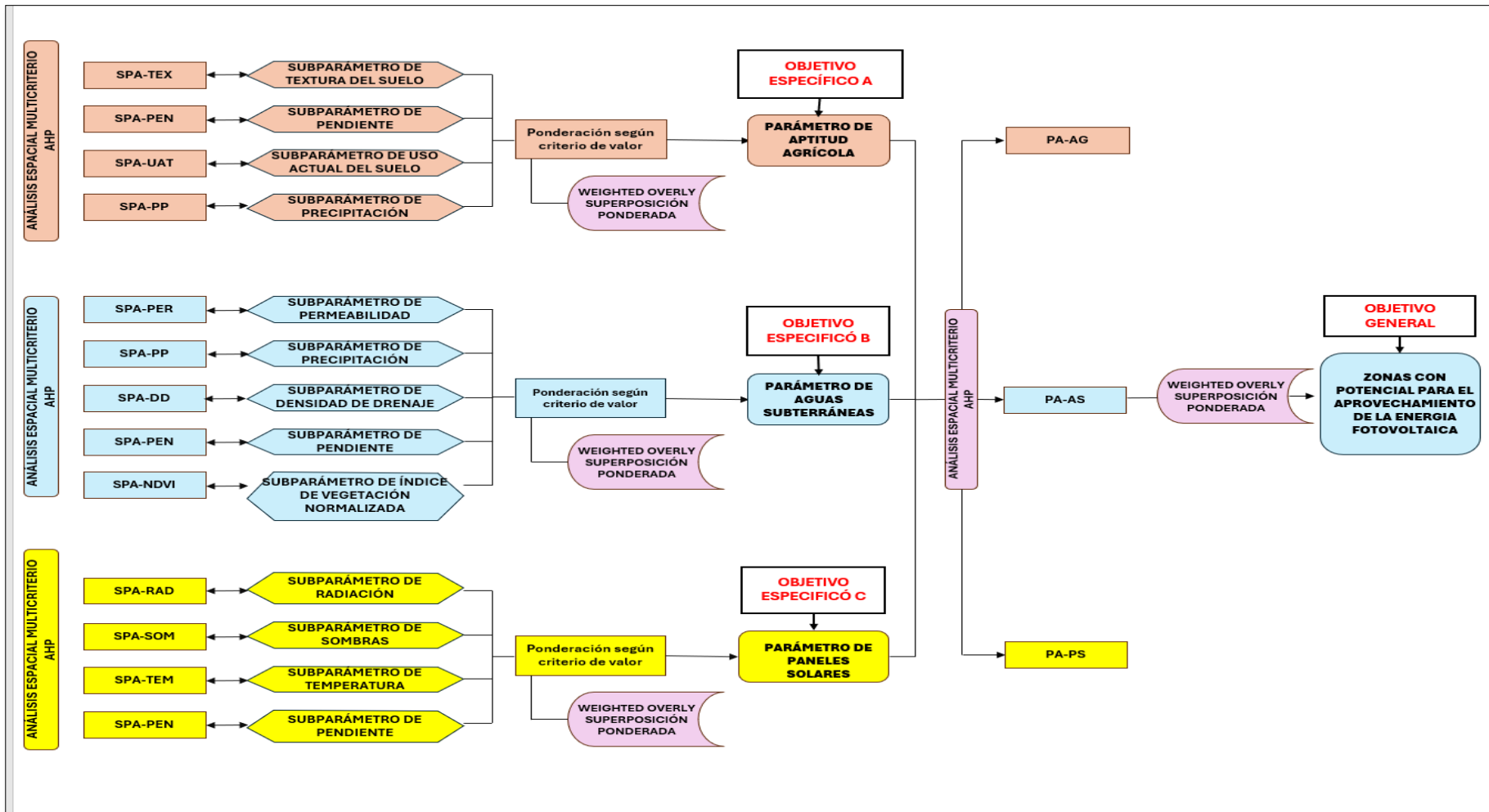


Figura 20: Esquema del Proceso Metodológico.

3.8.1 METODOLOGÍA DEL PARÁMETRO DE APTITUD AGRÍCOLA (PA - AG)

El objetivo específico A, tuvo como finalidad identificar las zonas potenciales con aptitud agrícola dentro del área de estudio. Para ello, se analizaron cuatro subparámetros relacionados con las condiciones edáficas y ambientales del suelo, con el propósito de obtener el Parámetro de Aptitud Agrícola. El procesamiento de la información se realizó en el software ArcGIS, empleando herramientas de análisis espacial multicriterio bajo el enfoque del Proceso de Jerarquía Analítica (AHP).

Los subparámetros considerados fueron los siguientes:

1. Textura de suelos.
2. Pendiente.
3. Uso actual de suelo.
4. Precipitación.

3.8.1.1 SUBPARÁMETRO DE TEXTURA DE SUELO (SPA - TEX)

Para su análisis, se utilizó información geoespacial de textura de suelos de la región Tumbes, en formato *shapefile* (.shp), tal como se detalla en el **ítem 3.7.2**, el procedimiento realizado en ArcGIS fue el siguiente:

- a) Dado que la capa original abarcaba toda la región, se delimitó el área de estudio correspondiente a la cuenca Bocapan empleando el polígono vectorial base descrito en el **ítem 3.7.1**, con el fin de obtener una capa ajustada a la zona de interés.
- b) La capa fue recortada mediante **ArcToolbox > Analysis Tools > Extract > Clip**, conservando únicamente la información dentro del límite de la cuenca.
- c) La capa recortada fue convertida a ráster mediante **ArcToolbox > Conversion Tools > To Raster > Feature to Raster**, definiendo una resolución de 30x30 m.
- d) Posteriormente, el ráster generado fue reclasificado en cinco categorías de textura de suelo utilizando **ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Reclass > Reclassify**.
- e) Finalmente, el ráster reclasificado fue convertido a formato vectorial mediante **ArcToolbox > Conversion Tools > From Raster > Raster to Polygon**, incorporándose en la tabla de atributos los intervalos de textura de suelo y sus

áreas en hectáreas, definidos en cinco rangos: Muy Bajo, Bajo, Medio, Alto y Muy Alto. (**Anexo 10**)

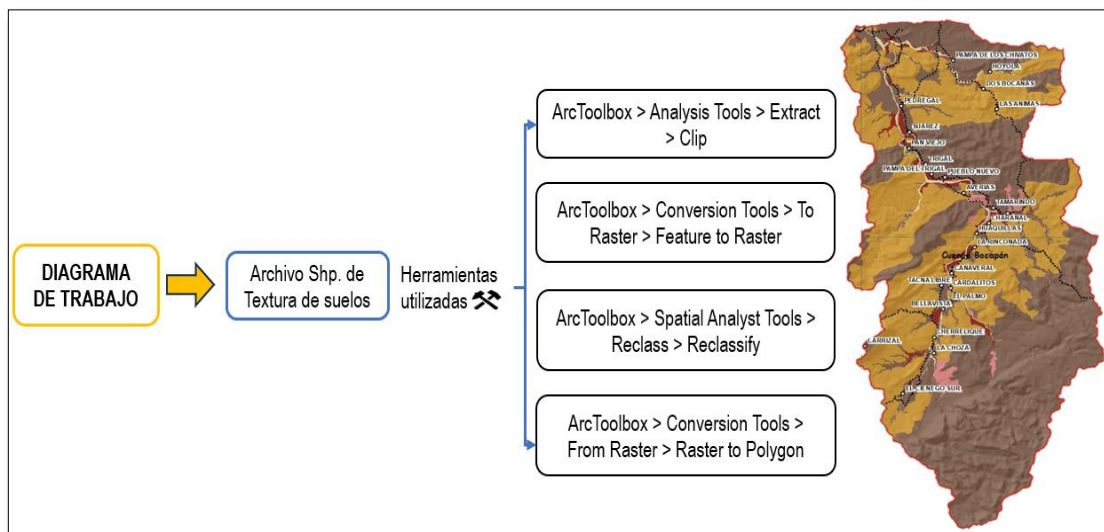


Figura 21: Diagrama de trabajo para el subparámetro de textura de suelos.

3.8.1.2 SUBPARÁMETRO DE PENDIENTE (SPA - PEN)

Para su análisis se emplearon datos geoespaciales del producto SRTM de 1 arco de segundo (resolución de 30x30 m) en formato GeoTIF, conforme a lo indicado en los **ítems 3.7.3 y 3.7.3.1**, donde se describió la descarga y el tratamiento del DEM.

El procedimiento desarrollado en ArcGIS fue el siguiente:

- a) La pendiente fue calculada mediante **ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Surface > Slope**, obteniéndose un ráster en porcentaje (**PERCENT_RISE**) y aplicando un **Z - Factor = 1**.
- b) Los valores resultantes fueron reclasificados en cinco rangos **ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Reclass > Reclassify**, generando categorías de uso para la planificación territorial.
- c) Finalmente, el ráster reclasificado fue convertido a formato vectorial mediante **ArcToolbox > Conversion Tools > From Raster > Raster to Polygon**, incorporándose en la tabla de atributos los intervalos de pendiente (%) y sus áreas en hectáreas, definidos en cinco categorías: Muy Bajo, Bajo, Medio, Alto y Muy Alto. (**Anexo 11**)

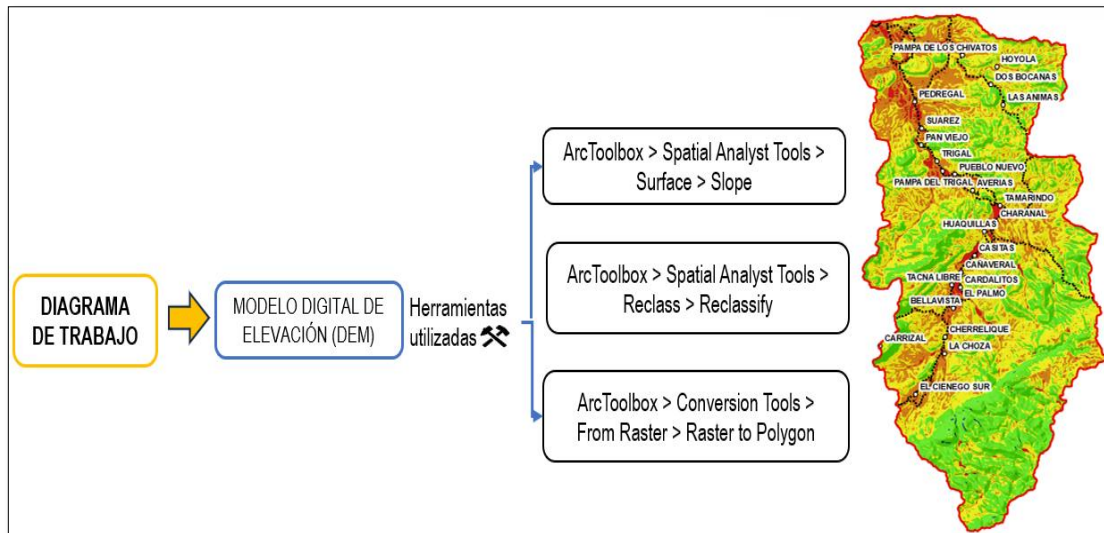


Figura 22: Diagrama de trabajo para el subparámetro de pendiente.

3.8.1.3 SUBPARÁMETRO DE USO ACTUAL DE SUELO (SPA - UAT)

Para su evaluación, Se utilizó información geoespacial de uso actual de suelos en la región de Tumbes, almacenada en formato shapefile (shp.), tal como se describe en el ítem 3.7.4.

El procedimiento llevado a cabo en **ArcGIS** fue el siguiente:

- a) Dado que la capa original abarcaba toda la región de Tumbes, se delimitó el área de estudio correspondiente a la cuenca Bocapan, utilizando el archivo vectorial base descrito en el **ítem 3.7.1**, que contiene el polígono de la cuenca hidrográfica de interés.
- b) Con **ArcToolbox > Analysis Tools > Extract > Clip**, se recortó la capa, conservando únicamente la información dentro de la cuenca y eliminando datos externos.
- c) La capa recortada fue convertida a ráster mediante **ArcToolbox > Conversion Tools > To Raster > Feature to Raster**, definiendo una resolución de 30x30 m.
- d) Posteriormente, el ráster generado fue reclasificado en cinco categorías de textura de Uso actual de suelo utilizando **ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Reclass > Reclassify**.
- e) Finalmente, el ráster reclasificado fue convertido a formato vectorial mediante **ArcToolbox > Conversion Tools > From Raster > Raster to Polygon**,

incorporándose en la tabla de atributos los intervalos de Uso actual de suelo y sus áreas en hectáreas, definidos en cinco rangos: Muy Bajo, Bajo, Medio, Alto y Muy Alto. (**Anexo 12**)

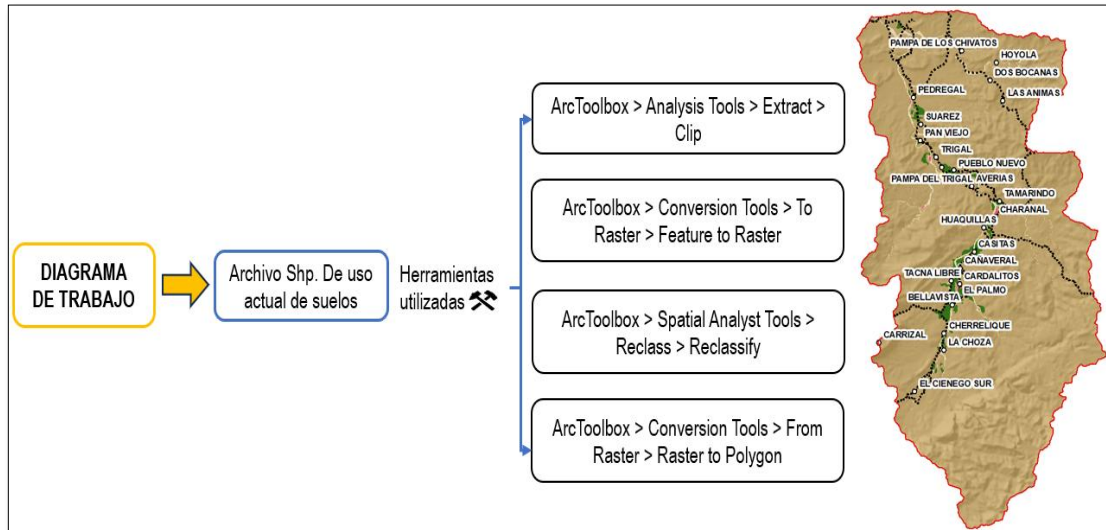


Figura 23: Diagrama de trabajo para el subparámetro de Uso actual de suelos.

3.8.1.4 SUBPARÁMETRO DE PRECIPITACIÓN (SPA - PP)

Para su evaluación se utilizó la precipitación media anual proveniente de estaciones meteorológicas **ítem 3.7.5**. La información fue sometida a un proceso de consistencia, homogeneidad y completitud, conforme al flujo metodológico descrito en la **figura 15**, lo que permitió disponer de una base de datos confiable y homogénea. Posteriormente, los registros se organizaron en una tabla **.csv**, estructurada con los campos: nombre de estación, coordenadas UTM (X, Y), elevación (Z) y precipitación media anual (MPA) **Tabla N°9**, lo que facilitó su importación y análisis en ArcGIS.

El procedimiento desarrollado en ArcGIS fue el siguiente:

- a) Se cargó la tabla **.csv** y se representaron las estaciones mediante **Display XY Data**, asignando el sistema de coordenadas UTM Zona 17S, lo que generó una capa temporal denominada “hoja de eventos”.
- b) La capa temporal fue exportada como shapefile (**.shp**) mediante **Data > Export Data**, generando una capa definitiva de estaciones meteorológicas.
- c) Se superpuso la capa de estaciones con el polígono de la cuenca Bocapan para verificar su correcta ubicación espacial.

- d) Se generó una superficie continua de Precipitación aplicando **ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Interpolation > IDW (Inverse Distance Weighting)**, definiendo un tamaño de celda de 30x30 m para mantener homogeneidad con los demás insumos espaciales.
- e) El raster interpolado fue recortado al límite de la cuenca Bocapan mediante **ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Extraction > Extract by Mask**.
- f) La superficie interpolada fue reclasificada en cinco categorías mediante **ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Reclass > Reclassify**.
- g) Finalmente, el ráster reclasificado fue convertido a formato vectorial mediante **ArcToolbox > Conversion Tools > From Raster > Raster to Polygon**, asignándose en la tabla de atributos los intervalos de precipitación y sus áreas en hectáreas, con cinco rangos definidos: Muy Bajo, Bajo, Medio, Alto y Muy Alto. (**Anexo 13**)

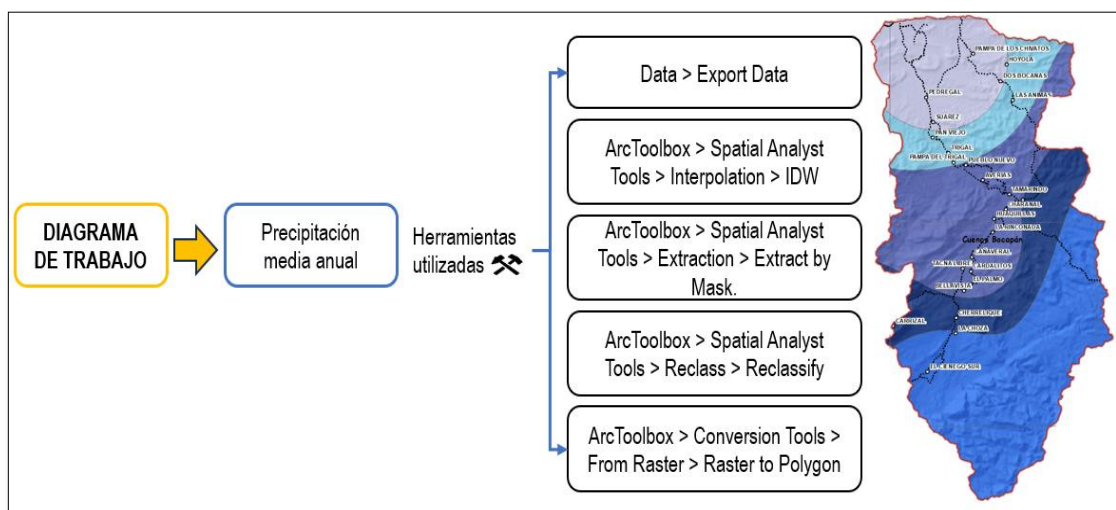


Figura 24: Diagrama de trabajo para el subparámetro de Precipitación.

3.8.1.5 SUPERPOSICIÓN DE LOS SUBPARÁMETROS DE APTITUD AGRÍCOLA

Se superpusieron los subparámetros de textura de suelo, pendiente, uso actual de suelo y precipitación, obteniéndose el parámetro final de aptitud agrícola mediante el Proceso de Jerarquía Analítica (AHP). Los pesos relativos calculados con la Matriz de Comparación de Pares de Saaty se aplicaron en ArcGIS mediante la herramienta Weighted Overlay, integrando las capas reclasificadas en un único insumo para el análisis.

El procedimiento desarrollado en ArcGIS fue el siguiente:

- a) Se empleó la herramienta **ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Overlay > Weighted Overlay** para integrar los pesos relativos, asignando a cada parámetro su porcentaje de importancia hasta completar el 100 %.
- b) El resultado integrado se reclasificó en cuatro categorías mediante la herramienta **ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Reclass > Reclassify**.
- c) Finalmente, el ráster obtenido se convirtió a formato vectorial mediante la herramienta **ArcToolbox > Conversion Tools > From Raster > Raster to Polygon**, asignándose las categorías de zonas potenciales con sus rangos y superficies en hectáreas, con cinco rangos definidos: Muy Bajo, Bajo, Medio, Alto y Muy Alto. (**Anexo 20**)

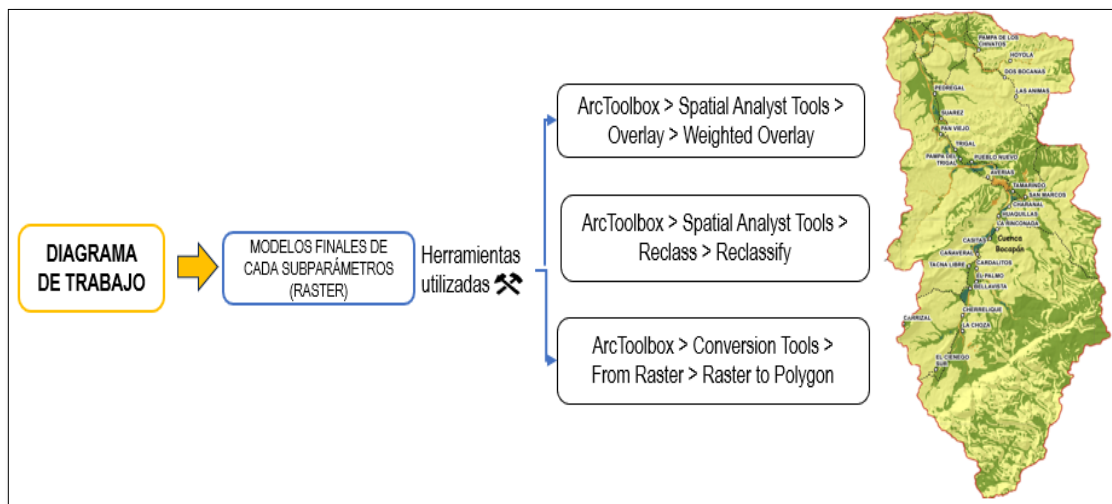


Figura 25: Diagrama de trabajo para la obtención del Parámetro de aptitud agrícola.

3.8.2 METODOLOGÍA DEL PARAMETRO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS (PA - AS)

El objetivo específico B, tuvo como finalidad evaluar y determinar la ubicación de aguas subterráneas dentro del área de estudio. Para ello, se consideraron cinco subparámetros relacionados con la dinámica hídrica subterránea, particularmente con los procesos de infiltración y recarga de acuíferos. Todo el proceso se llevó a cabo utilizando el software ArcGIS, aplicando herramientas de análisis espacial multicriterio bajo el enfoque del Proceso de Jerarquía Analítica (AHP).

1. Permeabilidad
2. Precipitación
3. Densidad de drenaje
4. Pendiente
5. Índice de Vegetación Normalizada

3.8.2.1 SUBPARÁMETRO DE PERMEABILIDAD (SPA - PER)

Para su evaluación, se utilizó información geoespacial de litología de la región de Tumbes, procesada en formato vectorial (**.shp**), conforme se indica en el **ítem 3.7.6**. El procedimiento desarrollado en ArcGIS fue el siguiente:

- a) Dado que la capa original abarcaba toda la región, se delimitó el área de estudio correspondiente a la cuenca Bocapan empleando el polígono vectorial base descrito en el **ítem 3.7.1**, con el fin de obtener una capa ajustada a la zona de interés.
- b) La capa fue recortada mediante **ArcToolbox > Analysis Tools > Extract > Clip**, conservando únicamente la información dentro del límite de la cuenca.
- c) La capa recortada fue convertida a ráster mediante **ArcToolbox > Conversion Tools > To Raster > Feature to Raster**, definiendo una resolución de 30x30 m.
- d) Posteriormente, el ráster generado fue reclasificado en cinco categorías de permeabilidad, de acuerdo con la litología y sus características de infiltración, utilizando **ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Reclass > Reclassify**.
- e) Finalmente, el ráster reclasificado fue convertido a formato vectorial mediante **ArcToolbox > Conversion Tools > From Raster > Raster to Polygon**, incorporándose en la tabla de atributos los intervalos de permeabilidad y sus áreas en hectáreas, definidos en cinco rangos: Muy Bajo, Bajo, Medio, Alto y Muy Alto. (**Anexo 14**)

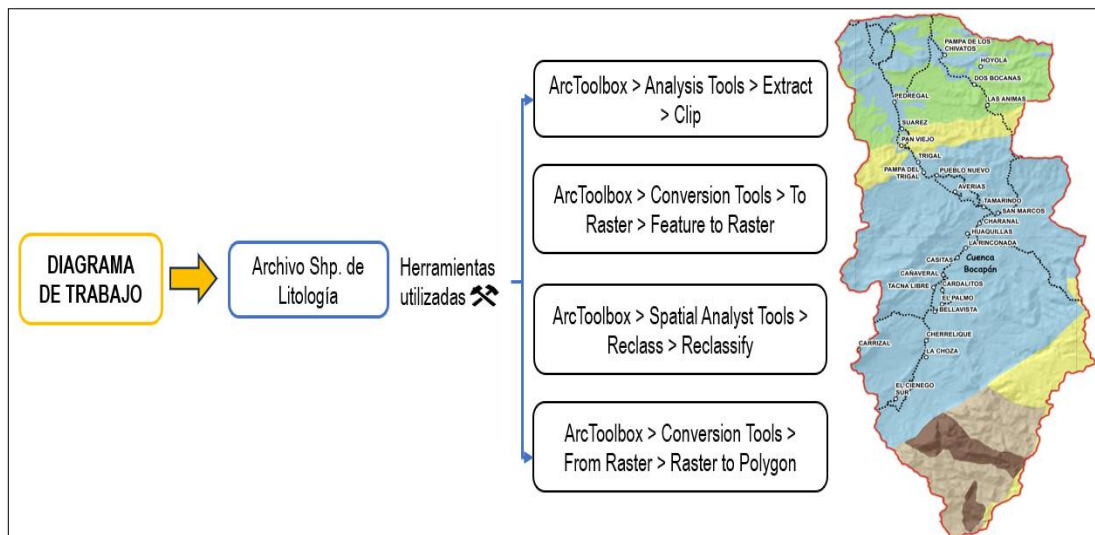


Figura 26: Diagrama de trabajo para el subparámetro de Permeabilidad.

3.8.2.2 SUBPARÁMETRO DE PRECIPITACIÓN (SPA - PP)

Para este análisis, se empleó la misma información pluviométrica y el procedimiento desarrollado en el **ítem 3.8.1.4 (Parámetro de Aptitud Agrícola)**, donde se detallaron las etapas de recopilación, tratamiento y procesamiento espacial en ArcGIS. En este caso, los resultados fueron integrados al modelo multicriterio bajo el enfoque de aguas subterráneas.

3.8.2.3 SUBPARÁMETRO DE DENSIDAD DE DRENAJE (SPA - DD)

Para la evaluación, se utilizó el Modelo Digital de Elevación (DEM) con resolución espacial de 30x30 m, conforme a lo indicado en los **ítems 3.7.3 y 3.7.3.1**, donde se describió la descarga y el tratamiento del DEM.

El procedimiento desarrollado en ArcGIS fue el siguiente:

- a) Se aplicaron las herramientas **Fill, Flow Direction y Flow Accumulation (ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Hydrology)** con el fin de corregir depresiones y definir la dirección y acumulación del flujo.
- b) Mediante **ArcToolbox > Map Algebra > Raster Calculator**, con las funciones **Log10 y Con**, se estableció un umbral de acumulación para extraer la red de drenaje. Posteriormente, los tramos fueron generados con **ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Hydrology (Stream Link, Stream Order y Stream to Feature)**.

- c) En el shapefile resultante de la red de drenaje se calculó la longitud de cada tramo con **Calculate Geometry**.
- d) Se creó una malla (fishnet) de 1000×1000 m con **ArcToolbox > Data Management Tools > Sampling > Create Fishnet**, Esta malla fue recortada con **ArcToolbox > Analysis Tools > Extract > Clip** y ajustada al área de estudio mediante **ArcToolbox > Data Management Tools > Generalization > Dissolve**. Luego, se creó el campo ID en la tabla de atributos y se asignaron valores consecutivos con **Field Calculator**, aplicando la expresión **[FID] + 1**.
- e) Se realizó la intersección de la red de drenaje con la malla utilizando la herramienta **Intersect (ArcToolbox > Analysis Tools > Overlay)**, generándose la capa SF_INTERSECT. En esta se calculó la longitud de ríos por celda con **Calculate Geometry**. Los resultados se integraron a la malla mediante **Join** y fueron exportados a una nueva capa.
- f) Los valores obtenidos se interpolaron con **Geostatistical Analyst > Interpolation > IDW (Inverse Distance Weighting)**, y el resultado fue exportado a ráster de 30×30 m con **Ga Layer to Grid**.
- g) El ráster se reclasificó en cinco categorías de densidad de drenaje utilizando **ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Reclass > Reclassify**.
- h) La superficie interpolada fue recortada al ámbito de la cuenca Bocapan con **ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Extraction > Extract by Mask**, conservando únicamente el área de interés.
- i) Finalmente, el ráster reclasificado fue convertido a formato vectorial mediante **ArcToolbox > Conversion Tools > From Raster > Raster to Polygon**, incorporándose en la tabla de atributos los intervalos de densidad de drenaje y sus áreas en hectáreas, definidos en cinco rangos: Muy Bajo, Bajo, Medio, Alto y Muy Alto. (**Anexo 15**)



Figura 27: Diagrama de trabajo para el subparámetro Densidad de drenaje.

3.8.2.4 SUBPARÁMETRO DE PENDIENTE (SPA - PEN)

Para la evaluación se empleó el Modelo Digital de Elevación (DEM) con resolución espacial de 30×30 m, conforme a lo indicado en los **ítems 3.7.3** y **3.7.3.1**, donde se detalló su descarga y tratamiento. En este caso, se reutilizó el mapa de pendientes reclasificado como insumo para el análisis multicriterio del parámetro de aguas subterráneas, integrándose en el modelo bajo el enfoque del Proceso de Jerarquía Analítica (AHP) y asignándole la ponderación correspondiente según su incidencia en la evaluación espacial.

3.8.2.5 SUBPARÁMETRO DE INDICE DE VEGETACIÓN NORMALIZADA (SPA-NDVI)

Para su análisis se utilizó información en formato ráster, correspondiente a imágenes satelitales multitemporales Landsat del periodo 2000 - 2020. Se consideraron dos épocas contrastantes: temporada húmeda (verano y otoño) y temporada seca (invierno y primavera), con el fin de representar la variabilidad estacional de la cobertura vegetal en el área de estudio. La selección de las imágenes siguió el criterio planteado por Gamboa (2023), conforme a lo descrito en el **ítem 3.7.7** Landsat, donde se detalló su descarga y tratamiento previo en QGIS. El cálculo del NDVI se realizó empleando las bandas RED y NIR (B3 y B4 en Landsat 7; B4 y B5 en Landsat 8).

El procedimiento desarrollado en ArcGIS fue el siguiente:

- a) Se cargaron las escenas corregidas y se calculó el NDVI empleando **ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Map Algebra > Raster Calculator**, Aplicando la fórmula:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (2)$$

Argumento de ecuación de temporada húmeda (th) y temporada seca (ts):

$$\frac{Float("200_l7_th_b4" - "200_l7_th_b3")}{_l7_th_b4" + "2000_l7_th_b3") \quad (3)$$

$$\frac{Float("200_l7_ts_b4" - "200_l7_ts_b3")}{_l7_ts_b4" + "2000_l7_ts_b3") \quad (4)$$

- b) Se generó un ráster NDVI para cada año y temporada (húmeda y seca).
c) Se calculó el promedio anual de NDVI combinando ambas temporadas mediante **ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Map Algebra > Raster Calculator**.

Argumento de ecuación:

$$\frac{("ndvi_ts" + "ndvi_th")}{2} \quad (5)$$

- d) Los resultados fueron recortados al ámbito de la cuenca Bocapan con **ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Extraction > Extract by Mask**.
e) Los valores de NDVI obtenidos fueron reclasificados en cinco categorías de cobertura vegetal mediante **ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Reclass > Reclassify**.
j) Finalmente, el ráster reclasificado fue convertido a formato vectorial mediante **ArcToolbox > Conversion Tools > From Raster > Raster to Polygon**, incorporándose en la tabla de atributos los intervalos de índice de vegetación normalizada y sus áreas en hectáreas, definidos en cinco rangos: Muy Bajo, Bajo, Medio, Alto y Muy Alto. (**Anexo 16**)

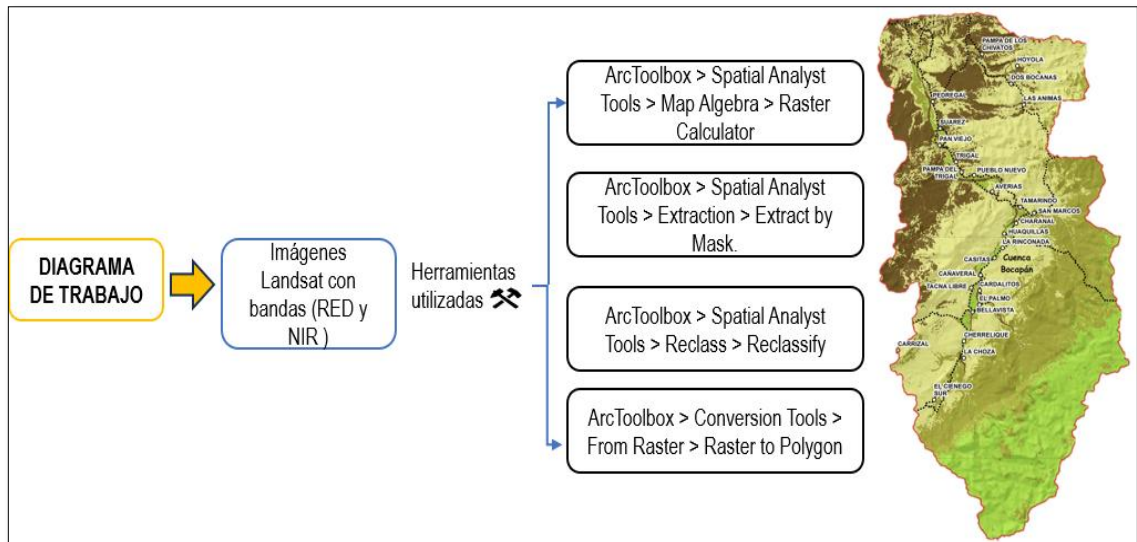


Figura 28: Diagrama de trabajo para el su parámetro de NDVI.

3.8.2.6 SUPERPOSICIÓN DE LOS SUBPARÁMETROS DE AGUAS SUPTERRÁNEAS

Se superpusieron los subparámetros de textura de permeabilidad, precipitación, densidad de drenaje, pendiente y índice de vegetación normalizada, obteniéndose el parámetro final de aguas subterráneas mediante el Proceso de Jerarquía Analítica (AHP). Los pesos relativos calculados con la Matriz de Comparación de Pares de Saaty se aplicaron en ArcGIS mediante la herramienta Weighted Overlay, integrando las capas reclasificadas en un único insumo para el análisis.

El procedimiento desarrollado en ArcGIS fue el siguiente:

- a) Se empleó la herramienta **ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Overlay > Weighted Overlay** para integrar los pesos relativos, asignando a cada parámetro su porcentaje de importancia hasta completar el 100 %.
- b) El resultado integrado se reclasificó en cuatro categorías mediante la herramienta **ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Reclass > Reclassify**.
- c) Finalmente, el ráster obtenido se convirtió a formato vectorial mediante la herramienta **ArcToolbox > Conversion Tools > From Raster > Raster to Polygon**, asignándose las categorías de Aguas Subterráneas con sus rangos y superficies en hectáreas, con cinco rangos definidos: Bajo, Medio, Alto y Muy Alto. (**Anexo 21**)

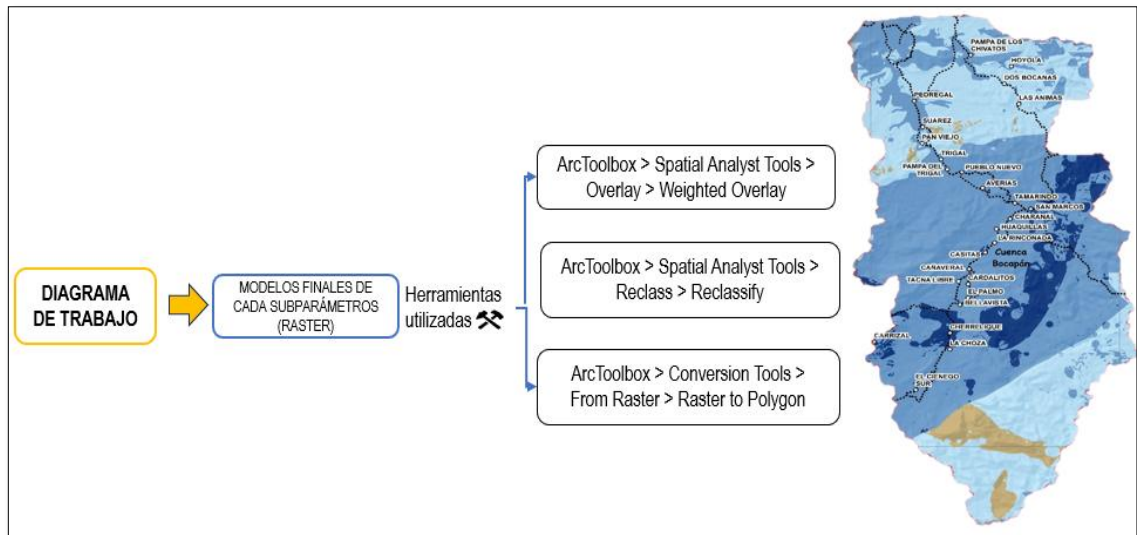


Figura 29: Diagrama de trabajo para la obtención del Parámetro de aptitud agrícola.

3.8.3 METODOLOGÍA DEL PARÁMETRO DE PANELES SOLARES (PA - PS)

El objetivo específico C, tuvo como finalidad evaluar y determinar la ubicación de las zonas potenciales para la adecuación de paneles solares dentro del área de estudio. Para ello, se analizaron cuatro subparámetros, con el propósito de obtener el Parámetro de Paneles solares (PA - PS). El procesamiento de la información se realizó en el software ArcGIS, empleando herramientas de análisis espacial multicriterio bajo el enfoque del Proceso de Jerarquía Analítica (AHP). Este procedimiento permitió integrar y ponderar diversos factores que influyen en la aptitud del territorio para el aprovechamiento de la energía solar.

Los subparámetros considerados fueron:

1. Radiación solar
2. Sombras
3. Temperatura
4. Pendiente

3.8.3.1 SUBPARÁMATRO DE RADIACIÓN SOLAR (SPA - RAD)

Para su evaluación, se utilizaron datos de radiación solar provenientes de la base de datos global Solargis, de la cual se descargó información sobre la radiación solar directa normal, radiación global horizontal y potencial de electricidad fotovoltaica a

nivel nacional, en formato GeoTIFF. Para el análisis, se emplearon los valores del promedio mensual anual, conforme a lo indicado en el ítem 3.7.8.

El procedimiento desarrollado en ArcGIS fue el siguiente:

- a) Dado que la capa original abarcaba todo el territorio nacional, se delimitó el área de estudio correspondiente a la cuenca Bocapan, empleando el polígono vectorial base descrito en el ítem 3.3.1.
- b) Se recortó el raster al ámbito de estudio utilizando la herramienta **ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Extraction > Extract by Mask**, conservando únicamente la información dentro del límite de la cuenca.
- c) Se utilizó la herramienta **ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Map Algebra > Raster Calculator** para realizar las operaciones y conversiones necesarias sobre el raster de radiación solar, obteniendo la capa resultante utilizada en la evaluación del potencial fotovoltaico.
- d) El ráster generado fue reclasificado en **cinco categorías de radiación solar** utilizando **ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Reclass > Reclassify**.
- e) Finalmente, el ráster reclasificado fue convertido a formato vectorial mediante **ArcToolbox > Conversion Tools > From Raster > Raster to Polygon**, incorporándose en la tabla de los intervalos de radiación solar y sus áreas en hectáreas, definidos en cinco rangos: Muy Bajo, Bajo, Medio, Alto y Muy Alto. **(Anexo 17)**

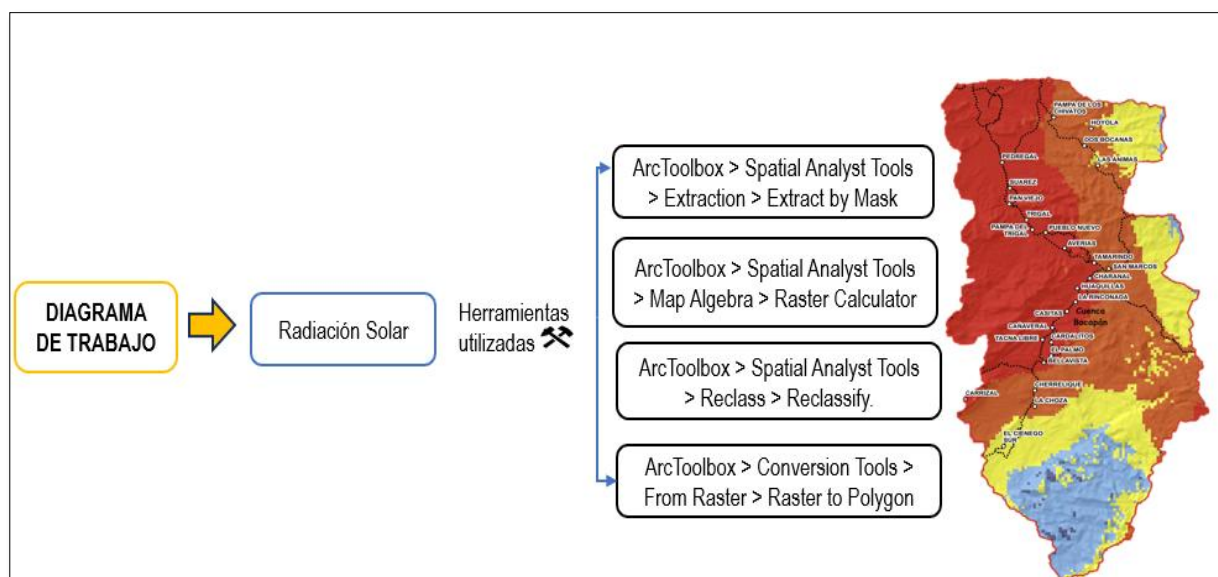


Figura 30: Diagrama de trabajo de Radiación solar.

3.8.3.2 SUBPARÁMATRO DE SOMBRAS (SPA - SOM)

Para la evaluación, se utilizó el Modelo Digital de Elevación (DEM) con resolución espacial de 30x30 m, conforme a lo indicado en los **ítems 3.7.3 y 3.7.3.1**, donde se describió la descarga y el tratamiento del DEM.

El procedimiento desarrollado en ArcGIS fue el siguiente:

- Se cargó el DEM previamente recortado y, a partir de este, se generó un ráster de sombras utilizando la herramienta **ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Surface > Hillshade**.
- El ráster de Hillshade obtenido fue reclasificado mediante la herramienta **ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Reclass > Reclassify**.
- Finalmente, el ráster reclasificado fue convertido a formato vectorial mediante **ArcToolbox > Conversion Tools > From Raster > Raster to Polygon**, incorporándose en la tabla de atributos los intervalos de sombras y sus áreas en hectáreas, definidos en cinco rangos: Muy Bajo, Bajo, Medio, Alto y Muy Alto. (**Anexo 18**)

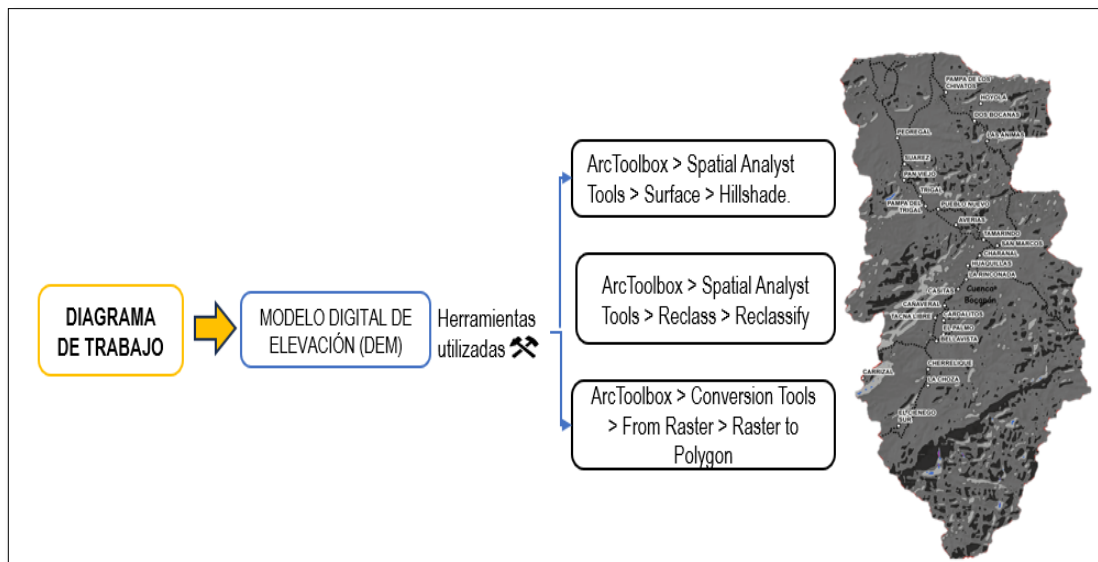


Figura 31: Diagrama de trabajo de Sombras.

3.8.3.3 SUBPARÁMATRO DE TEMPERATURA (SPA - TEM)

Para su evaluación se utilizó la Temperatura máxima y mínima proveniente de estaciones meteorológicas **ítem 3.7.5**. La información fue sometida a un proceso de consistencia, homogeneidad y completitud, conforme al flujo metodológico descrito en

la **figura 15**, lo que permitió disponer de una base de datos confiable y homogénea. Posteriormente, los registros se organizaron en una tabla .csv, estructurada con los campos: nombre de estación, coordenadas UTM (X, Y), elevación (Z) y temperatura media anual (TMA), lo que facilitó su importación y análisis en ArcGIS.

El procedimiento desarrollado en ArcGIS fue el siguiente:

- a) Se cargó la tabla en formato **.csv** y se representaron las estaciones mediante **Display XY Data**, asignando el sistema de coordenadas UTM Zona 17S, lo que generó una capa temporal denominada “hoja de eventos”.
- b) La capa temporal fue exportada como shapefile (**.shp**) mediante **Data > Export Data**, generando una capa definitiva de estaciones meteorológicas.
- c) Se superpuso la capa de estaciones con el polígono de la cuenca Bocapan para verificar su correcta ubicación espacial.
- d) Se generó una superficie continua de temperatura **aplicando ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Interpolation > IDW (Inverse Distance Weighting)**, definiendo un tamaño de celda de 30X30 m para mantener homogeneidad con los demás insumos espaciales.
- e) Se recortó la superficie del resultado de la interpolación al límite de la cuenca Bocapan con **ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Extraction > Extract by Mask**.
- f) La superficie interpolada fue reclasificada en cinco categorías de temperatura mediante **ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Reclass > Reclassify**.
- g) Finalmente, el ráster reclasificado fue convertido a formato vectorial mediante **ArcToolbox > Conversion Tools > From Raster > Raster to Polygon** se asignaron las categorías de temperatura con sus intervalos y áreas en hectáreas, definiéndose cinco rangos (Muy Bajo, Bajo, Medio, Alto y Muy Alto).
(Anexo 19)

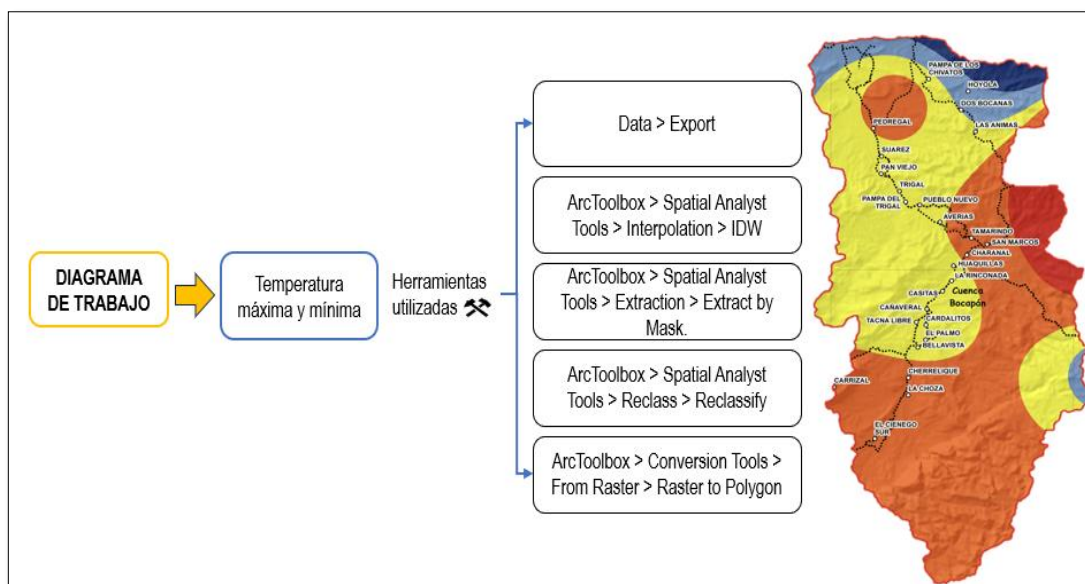


Figura 32: Diagrama de trabajo de Temperatura.

3.8.3.4 SUBPARÁMATRO DE PENDIENTE (SPA - PEN)

Para la evaluación se empleó el Modelo Digital de Elevación (DEM) con resolución espacial de 30×30 m, conforme a lo indicado en los **ítems 3.7.3** y **3.7.3.1**, donde se detalló su descarga y tratamiento; en este caso, se reutilizó el mapa de pendientes reclasificado como insumo para el análisis multicriterio del parámetro de paneles solares.

De esta forma, el mapa de pendiente previamente generado fue integrado en el proceso de evaluación espacial bajo el enfoque AHP, asignándole la ponderación correspondiente según su incidencia.

3.8.3.5 SUPERPOSICIÓN DE LOS SUBPARÁMETROS DE PANELES SOLARES

Se superpusieron los subparámetros de textura de radiación solar, sombras, temperatura y pendiente, obteniéndose el parámetro final de Paneles solares mediante el Proceso de Jerarquía Analítica (AHP). Los pesos relativos calculados con la Matriz de Comparación de Pares de Saaty se aplicaron en ArcGIS mediante la herramienta Weighted Overlay, integrando las capas reclasificadas en un único insumo para el análisis.

El procedimiento desarrollado en ArcGIS fue el siguiente:

- a) Se empleó la herramienta **ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Overlay > Weighted Overlay** para integrar los pesos relativos, asignando a cada parámetro su porcentaje de importancia hasta completar el 100 %.
- b) El resultado integrado se reclasificó en 5 categorías mediante la herramienta **ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Reclass > Reclassify**.
- c) Finalmente, el ráster obtenido se convirtió a formato vectorial mediante la herramienta **ArcToolbox > Conversion Tools > From Raster > Raster to Polygon**, asignándose las categorías de energía solar con sus rangos y superficies en hectáreas, con cinco rangos definidos: Muy Bajo, Bajo, Medio, Alto y Muy Alto. (**Anexo 22**)

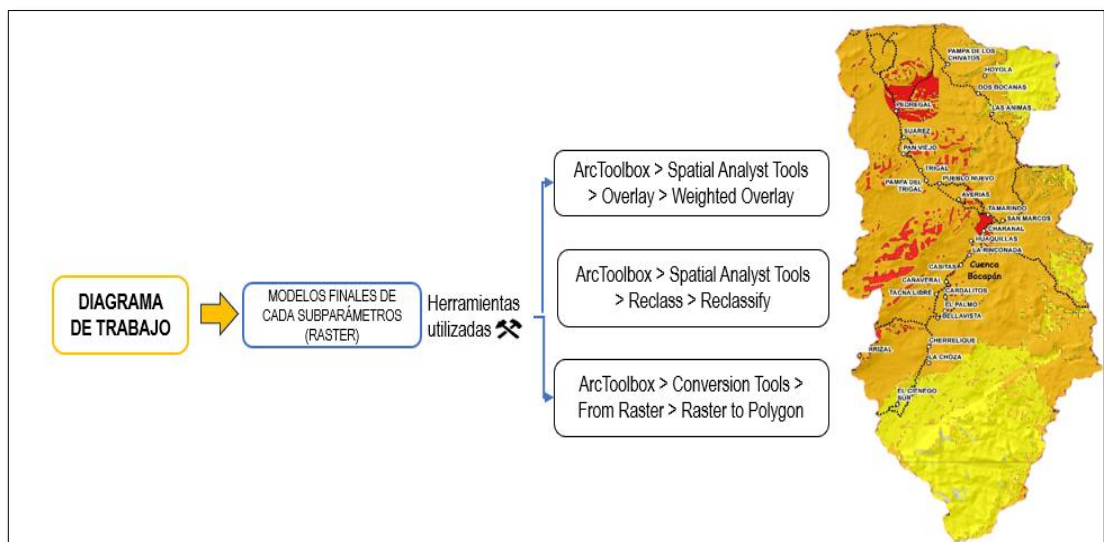


Figura 33: Diagrama de trabajo para la obtención del Parámetro de Paneles Solares.

3.8.4 METODOLOGÍA PARA EL PARÁMETRO DE ZONAS CON POTENCIAL PARA EL APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

En el objetivo general, se analizaron las zonas potenciales para el aprovechamiento de la energía fotovoltaica destinada al riego agrícola, integrando los tres parámetros finales (aptitud agrícola, aguas subterráneas y radiación solar) en formato ráster, con sistema de coordenadas WGS 1984 UTM Zone 17S y resolución de 30×30 m. Las ponderaciones se determinaron mediante el Proceso de Jerarquía Analítica (AHP), aplicando la Matriz de Comparación de Pares de Saaty para obtener los pesos relativos, los cuales se incorporaron en ArcGIS para la superposición final de los criterios. El procedimiento desarrollado fue el siguiente:

- Se empleó la herramienta **ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Overlay > Weighted Overlay** para integrar los pesos relativos, asignando a cada parámetro su porcentaje de importancia hasta completar el 100 %.
- El resultado integrado fue reclasificado en cuatro categorías mediante la herramienta **ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Reclass > Reclassify**.
- Finalmente, el ráster obtenido se convirtió a formato vectorial mediante la herramienta **ArcToolbox > Conversion Tools > From Raster > Raster to Polygon**, asignándose las categorías de zonas potenciales con sus rangos y superficies en hectáreas. Se definieron cuatro rangos (Bajo, Medio, Alto y Muy alto), descartándose la categoría Muy Bajo por su escasa representatividad.

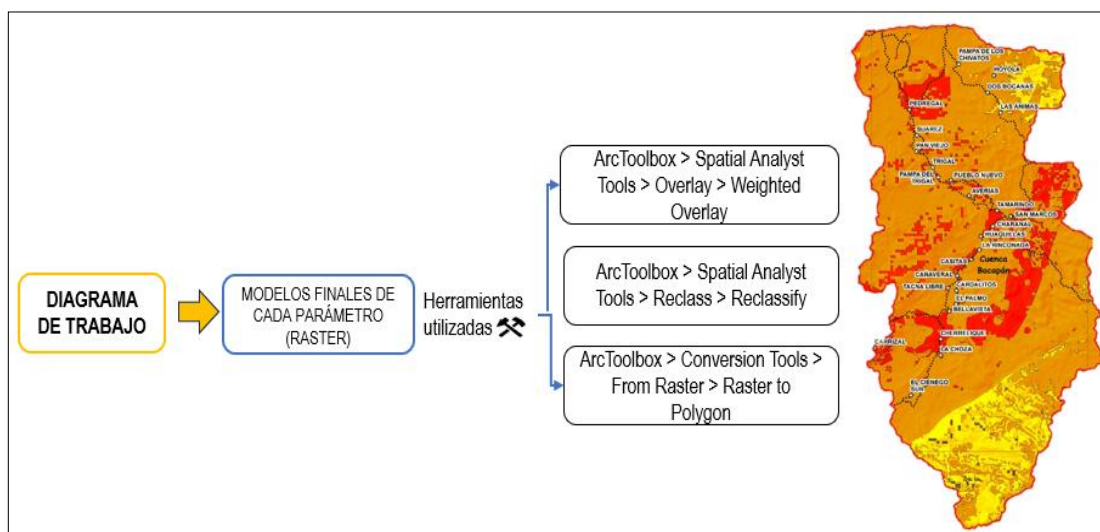


Figura 34: Diagrama de trabajo para la obtención del Parámetro Final de Zonas potenciales para el aprovechamiento de la energía fotovoltaica.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS

4.1.1 RESULTADOS DEL PARÁMETRO DE APTITUD AGRÍCOLA (PA - AG)

4.1.1.1 SUBPARÁMETRO DE TEXTURA DE SUELOS (SPA - TEX)

El análisis de la textura de suelos permitió clasificar el área de estudio en cinco categorías de aptitud. En la **Tabla 5** se muestran los resultados del análisis, donde se calcularon las áreas en hectáreas para cada clase de textura. Dichos valores se representan en el **Figura 35**, evidenciando su distribución en hectáreas según la clasificación. Se identificó que la mayor extensión correspondió a la categoría Alta, con 50 393,65 ha, seguida de la categoría Media, con 35 665,59 ha. En contraste, las categorías Muy baja y Baja registraron áreas reducidas de 1 185,73 ha y 1 450,59 ha, respectivamente, mientras que la categoría Muy alta abarcó únicamente 1 753,42 ha.

Tabla 5: Resultados del análisis de textura de suelos

CLASIFICACIÓN	TEXTURA	AREA_ HA	PORCENTAJE (%)
MUY BAJO	Ríos y Quebradas/Misceláneo Playa	1 185,73	1,31
BAJO	Misceláneo Cauce/Arcilla	1 450,59	1,60
MEDIO	Franco Arcilloso	35 665,59	39,43
ALTO	Franco Arenoso/Franco Arcillo Arenoso/Arena Franca	50 393,65	55,71
MUY ALTO	Franco	1 753,42	1,94

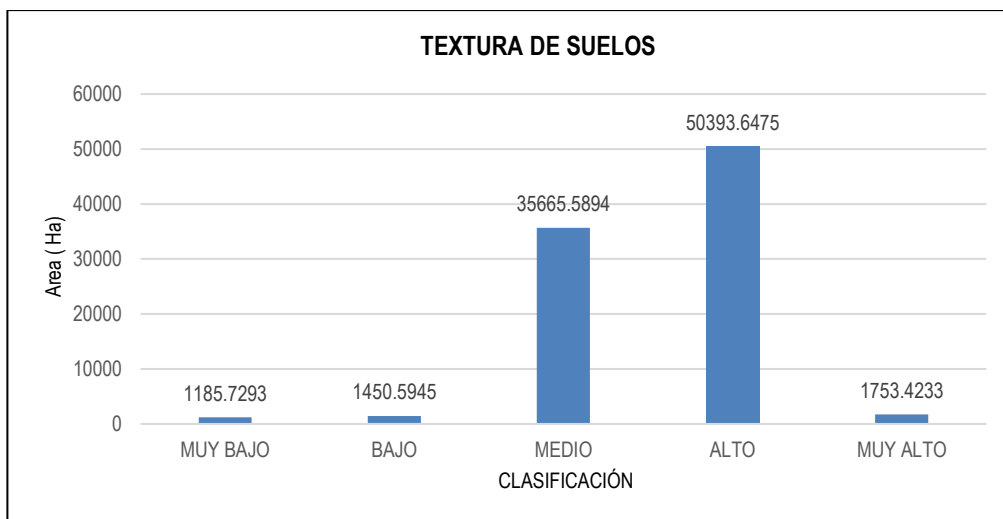


Figura 35: Distribución del área (Ha) según su clasificación.

4.1.1.2 SUBPARÁMETRO DE PENDIENTES (SPA-PEN)

El análisis de pendientes permitió clasificar el área de estudio en cinco rangos de aptitud, en función del porcentaje de inclinación del terreno. En la **Tabla 6** se mostraron los resultados del análisis, donde se calcularon las áreas en hectáreas para cada clase. Dichos valores fueron representados en la **figura 36** para evidenciar su distribución. Se identificó que la mayor extensión correspondió a la categoría Media (18,38 - 32,82%), con 42 965,04 ha, seguida de la categoría Baja (32,82 - 82,70%), con 26 870,37 ha. En tercer lugar, se ubicó la categoría Alta (7,88 - 18,38%), que abarcó 17 888,67 ha. Por el contrario, las categorías Muy altas (0 - 7,88%) y Muy baja (82,70 – 336,04%) registraron superficies reducidas, con 2 642,41 ha y 175,75 ha, respectivamente.

Tabla 6: Resultados del análisis de pendientes

CLASIFICACIÓN	PENDIENTE (%)	AREA_ HA	PORCENTAJE (%)
MUY BAJO	82,70 – 336,04	175,75	0,19
BAJO	32,82 – 82,70	26 870,37	29,68
MEDIO	18,38 – 32,82	42 965,04	47,45
ALTO	7,88 – 18,38	17 888,67	19,76
MUY ALTO	0 – 7,88	2 642,41	2,92

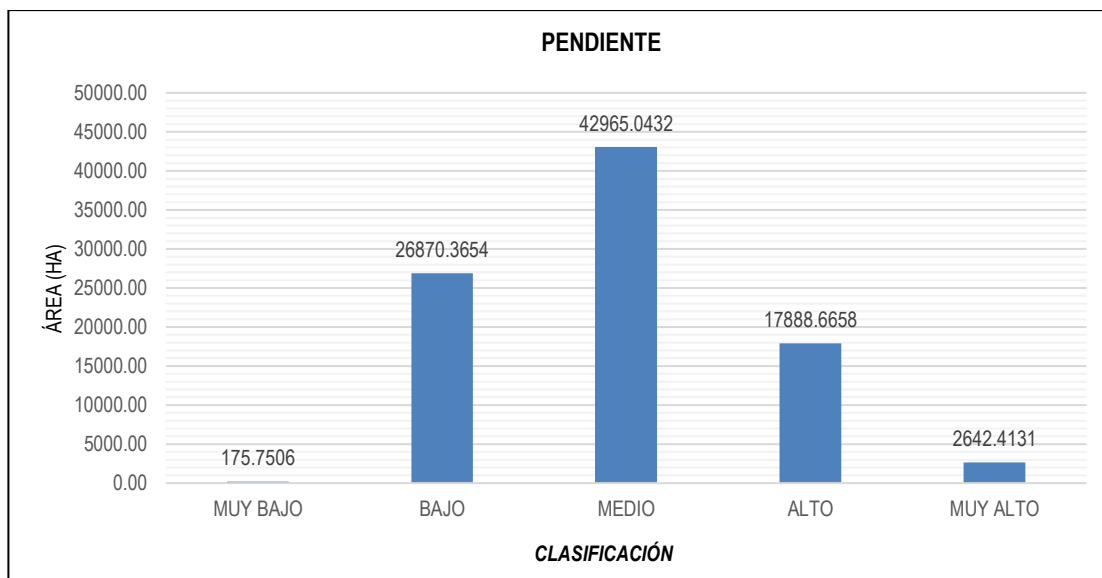


Figura 36: Distribución del área (Ha) según su clasificación.

4.1.1.3 SUBPARÁMETRO DE USO ACTUAL DE SUELO (SPA-UAT)

El análisis del uso actual de suelos permitió clasificar el área de estudio en cinco categorías de aptitud, de acuerdo con las coberturas y actividades predominantes. En la **Tabla 7** se presentan los resultados obtenidos, expresados en hectáreas, mientras que en la **figura 37** se representa la distribución espacial de cada categoría. Se identificó que la mayor superficie corresponde a la categoría Media, asociada a mosaicos de cultivos, pastos y espacios naturales, con 87 596,60 ha. Le siguió la categoría Muy alta, vinculada a cultivos permanentes arbóreos (1 493,55 ha), y la categoría Muy baja (tejido urbano y ríos), con 1 261,85 ha. En contraste, las categorías Baja (bosques, arbustales y herbazales) y Alta (áreas arenosas naturales) registraron extensiones reducidas, con 183,59 ha y 6,83 ha, respectivamente.

Tabla 7: Resultados del análisis de Uso actual de suelos

CLASIFICACIÓN	USO ACTUAL	AREA_HA	PORCENTAJE (%)
MUY BAJO	Tejido urbano continuo/ Tejido urbano discontinuo/Rios	1 261,85	1,39
BAJO	Bosque denso bajo/Bosque abierto bajo/ Bosque denso alto/ Herbazal/Arbustal	183,59	0,20
MEDIO	cereales/ Mosaico de cultivos/Mosaico de pastos y cultivos/Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	87 596,60	96,75
ALTO	Áreas arenosas naturales	6,83	0,01
MUY ALTO	Cultivos permanentes arbóreos	1 493,55	1,65

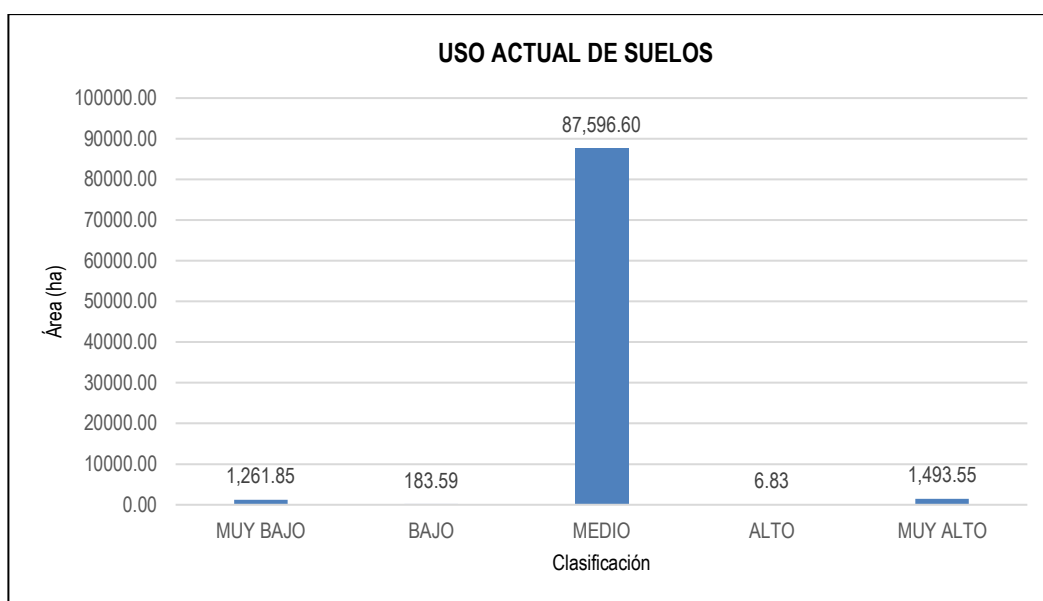


Figura 37: Distribución del área (Ha) según su clasificación.

4.1.1.4 SUBPARÁMETRO DE PRECIPITACIÓN (SPA-PP)

En la **Tabla 8** se presentan los registros de precipitación anual correspondientes a siete estaciones meteorológicas (cinco existentes y dos virtuales) durante el periodo 2000 - 2023. Se identificó un valor máximo de 1 678 mm en la estación Cabo Inga en el año 2012, mientras que el mínimo correspondió a 54,38 mm en la estación V1 en el año 2018. Posteriormente, esta base de data bruta fue procesada para calcular la precipitación media anual (MPA) en cada estación, cuyos resultados se muestran al final de la tabla.

Tabla 8: Precipitación anual (mm) en las estaciones meteorológicas, periodo 2000–2023

AÑO	LA CRUZ	EL TIGRE	CABO INGA	CAÑAVERAL	HUÁSIMO	V1	V2
2000	222,80	480,10	739,70	272,63	449,19	153,31	392,89
2001	325,40	511,30	1110,80	634,17	730,93	318,52	852,28
2002	439,90	785,90	1344,40	853,67	1049,57	429,12	1038,24
2003	95,90	249,10	472,30	149,15	194,51	80,76	172,16
2004	131,00	272,20	347,20	149,80	214,74	89,79	174,07
2005	81,10	148,50	311,50	74,02	142,97	63,76	118,69
2006	340,10	494,70	847,40	334,18	493,91	228,86	462,66
2007	173,70	252,15	458,10	229,02	335,64	151,18	269,10
2008	522,00	729,40	1125,40	564,17	810,25	391,24	847,69
2009	285,80	495,42	1242,40	514,21	702,49	288,25	678,27
2010	372,70	634,70	1149,40	407,77	669,07	271,83	514,71
2011	125,50	243,10	632,70	192,18	224,72	108,04	195,90
2012	319,90	765,20	1678,00	693,10	1047,38	284,58	966,70
2013	193,21	260,42	442,30	229,52	322,23	154,15	294,27
2014	125,76	273,02	440,30	98,90	150,98	90,51	129,34
2015	310,17	798,50	1276,70	645,68	741,21	279,69	507,50
2016	317,69	757,30	998,37	597,61	711,76	257,55	503,51
2017	636,48	1120,31	1638,81	682,17	1672,60	576,89	1 351,63
2018	127,28	245,20	386,40	136,35	84,63	54,38	164,64
2019	188,16	696,93	918,90	517,81	579,61	207,11	521,04
2020	178,66	339,74	421,00	233,46	279,97	137,85	271,08
2021	160,75	351,50	598,10	212,07	308,89	144,43	332,67
2022	92,25	173,73	333,90	55,47	169,27	110,20	222,27
2023	433,02	504,27	608,89	443,78	641,80	343,36	545,57
MPA	258,30	482,61	813,46	371,70	530,35	217,31	480,29

La **Tabla 9** presenta los valores consolidados de MPA obtenidos en la **Tabla 8**, complementados con las coordenadas UTM (X, Y) y la altitud (Z) de cada estación. Se observa que la estación La Cruz registró el mayor promedio con 813,46 mm, mientras que la estación V1 presentó el menor valor con 217,31 mm.

Los datos contenidos en la **Tabla 9** constituyeron el insumo principal para el análisis espacial en ArcGIS, permitiendo la elaboración del mapa del subparámetro de precipitación (SPA - PP) y la representación de la variabilidad espacial de este factor en el área de estudio.

Tabla 9: Resultados de los valores promedio de precipitación anual

ESTACIÓN	ESTE (X)	NORTE (Y)	ALTITUD (Z)	MPA (mm)
EL TIGRE	560328,10	9579702,76	45	258,30
CABO INGA	566404,90	9560507,87	231	482,61
LA CRUZ	547834,86	9598948,00	6	813,46
HUASIMO	555069,20	9558060,48	607	371,70
CAÑAVERAL	538794,03	9564601,61	133	530,35
V1	535990,00	9584167,00	63	217,31
V2	536471,00	9551659,00	229	480,29

El análisis de la precipitación permitió clasificar el área de estudio en cinco categorías de aptitud, cuyos resultados se presentan en la **Tabla 10** y se ilustran en la **figura 38** se representa la distribución espacial de cada categoría.

Se observa que la mayor extensión correspondió a la categoría Alta, con 31 488,99 ha, lo que representó la superficie más significativa dentro del área de análisis. En segundo lugar, la categoría Media abarcó 22 079,26 ha, seguida por la categoría Muy baja, con 14 497,63 ha. Por su parte, la categoría Muy alta alcanzó 13 163,44 ha, mientras que la superficie más reducida se encontró en la categoría Baja, con únicamente 9 314,60 ha.

Tabla 10: Resultados del análisis de Precipitación

CLASIFICACIÓN	PRECIPITACIÓN (mm)	AREA_ HA	PORCENTAJE (%)
MUY BAJO	408,54 - 459,13	14 497,63	16,01
BAJO	217,31 - 285,17	9 314,60	10,29
MEDIO	285,17 - 350,56	22 079,26	24,39
ALTO	408,54 - 459,13	31 488,99	34,78
MUY ALTO	350,56 - 408,54	13 163,44	14,54

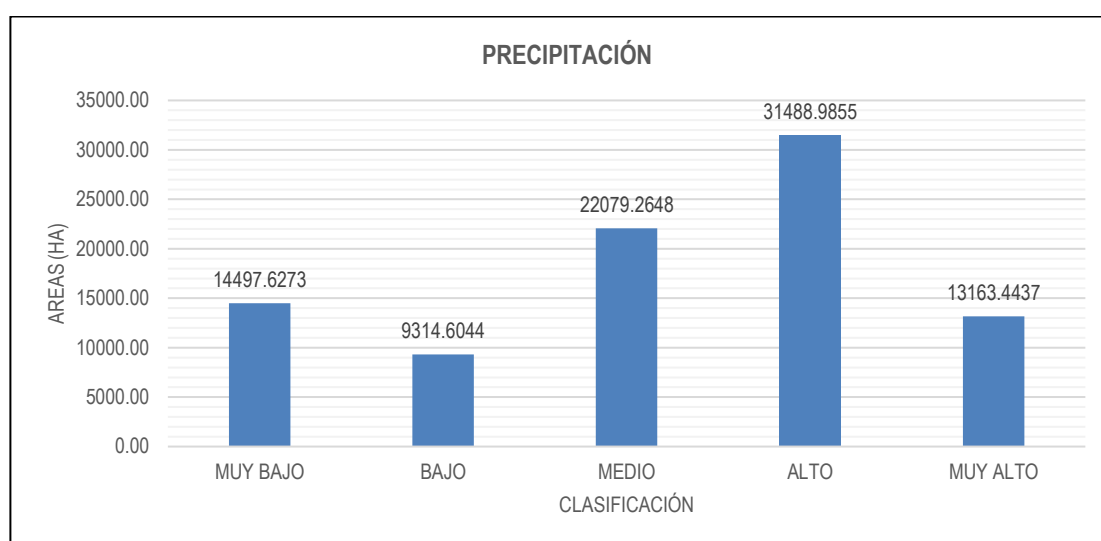


Figura 38: Distribución del área (Ha) según su clasificación.

4.1.1.5 RESULTADOS DE LA SUPERPOSICIÓN DE LOS SUBPARÁMETROS PARA LA OBTENCIÓN DEL PARÁMETRO DE APTITUD AGRÍCOLA (PA - AG)

La superposición de los subparámetros de textura de suelo, pendiente, uso actual de suelo y precipitación permitió obtener el parámetro final de aptitud agrícola. Los pesos relativos se definieron mediante el AHP, a partir de la Matriz de Comparación de Pares **Tabla 11** y la Matriz de Normalización **Tabla 12**, resultando: textura de suelo (55 %), pendiente (26 %), uso actual de suelo (13 %) y precipitación (6 %). La distribución de estos pesos se muestra en la **figura 39** los cuales fueron posteriormente aplicados en ArcGIS para generar la clasificación final.

Tabla 11: Matriz de comparación de pares - Aptitud Agrícola

SUBPARÁMETROS	TEXTURA DE SUELO	PENDIENTE	USO ACTUAL DE SUELO	PRECIPITACIÓN
TEXTURA DE SUELO	1,00	3,00	5,00	6,00
PENDIENTE	0,33	1,00	3,00	4,00
USO ACTUAL DE SUELO	0,20	0,33	1,00	3,00
PRECIPITACIÓN	0,17	0,25	0,33	1,00
SUMA	1,70	4,58	9,33	14,00
1/SUMA	0,59	0,22	0,11	0,07

Tabla 12: Matriz de normalización de pares de los subparametros - Aptitud Agrícola

SUBPARÁMETRO	TEXTURA DE SUELO	PENDIENTE	USO ACTUAL DE SUELO	PRECIPITACIÓN	Vector priorización	%	%
TEXTURA DE SUELO	0,59	0,65	0,54	0,43	0,552	55,18	55,00
PENDIENTE	0,20	0,22	0,32	0,29	0,255	25,54	26,00
USO ACTUAL DE SUELO	0,12	0,07	0,11	0,21	0,128	12,80	13,00
PRECIPITACIÓN	0,10	0,05	0,04	0,07	0,065	6,49	6,00
					1,00	100,00	100,00

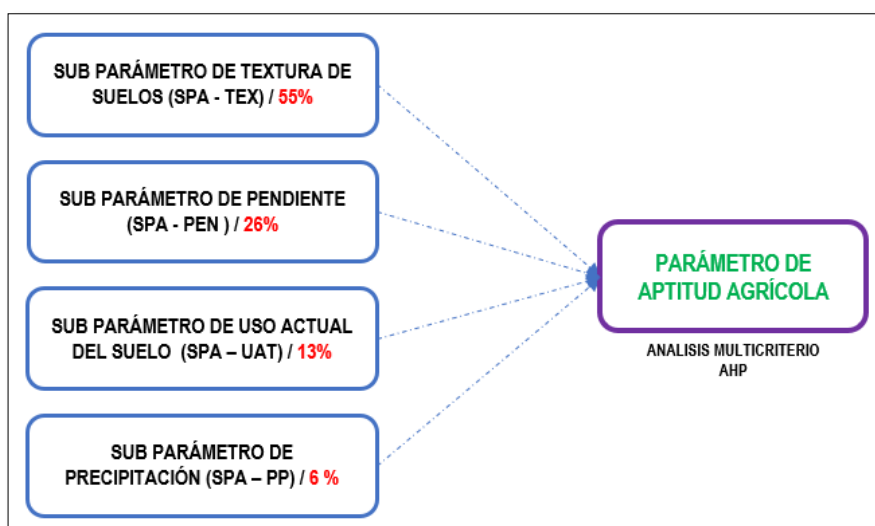


Figura 39: Diagrama de ponderación de subparámetros para la obtención del parámetro final de aptitud agrícola.

Los resultados muestran que la mayor superficie se concentró en la categoría Media, con 61 784,76 ha, seguida de la categoría Alta, con 26 320,30 ha. En contraste, las categorías Muy alta, Baja y Muy baja registraron áreas menores, con 617,41 ha, 1 482,14 ha y 8,15 ha, respectivamente **Tabla 13**. Dichos valores fueron representados en la **figura 40** para evidenciar su distribución.

Tabla 13: Resultados del análisis del parámetro de aptitud agrícola

CLASIFICACIÓN	AREA_ HA	PORCENTAJE (%)
MUY BAJO	8,1535	0,01
BAJO	1 482,1449	1,64
MEDIO	61 784,7604	68,49
ALTO	26 320,3038	29,18
MUY ALTO	617,4150	0,68

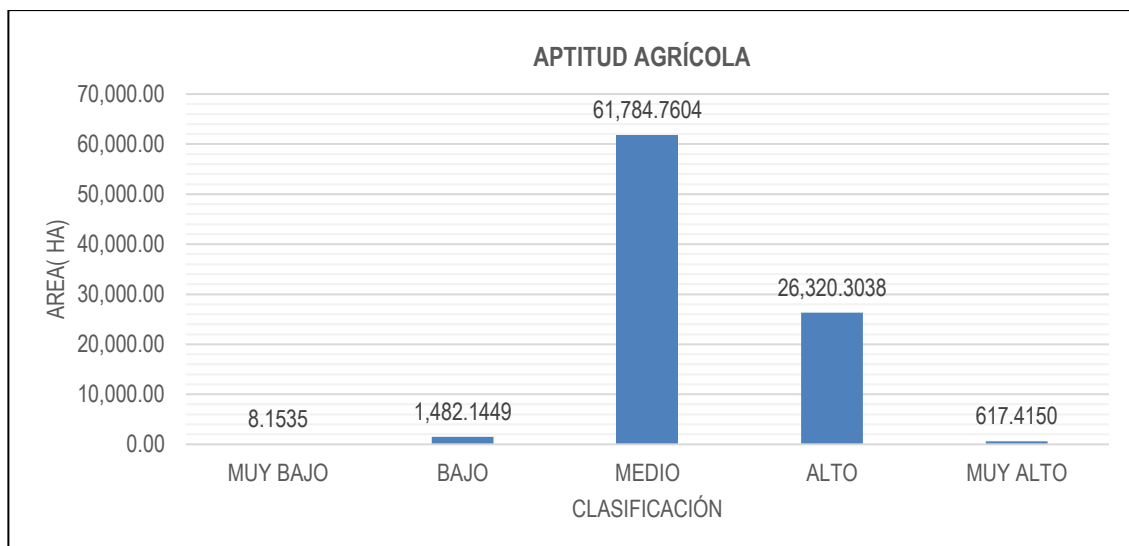


Figura 40: Distribución del área (Ha) según su clasificación.

4.1.2 RESULTADOS DEL PARÁMETRO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS (PA-AS)

4.1.2.1 SUBPARÁMETRO DE PERMEABILIDAD (SPA-PER)

El análisis del subparámetro de permeabilidad permitió clasificar el área en cinco categorías: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto (**Tabla 14**). La mayor superficie corresponde a la categoría muy alta con 56 646,16 ha, mientras que la menor área se registró en la categoría muy bajo con 3 600,45 ha. Las categorías intermedias abarcan 12 405,73 ha (alto), 9 307,49 ha (medio) y 8 581,91 ha (bajo). La distribución de estas superficies se muestra en la **figura 41**.

Tabla 14: Resultados del análisis de Permeabilidad

TABLA DE CLASIFICACIÓN, MAPA DE PERMEABILIDAD EN BASE A LA LITOLOGÍA			
CLASIFICACIÓN	NOMBRE	AREA_ HA	PORCENTAJE (%)
MUY BAJO	Granito y Monzogranitos	3 600,45	3,977
BAJO	Equistos, Pizarras y Cuarcitas	8 581,91	9,478
MEDIO	Areniscas, Conglomerados, Filitas, Pizarras y Cuarcitas	9 307,49	10,280
ALTO	Areniscas y Lutitas	12 405,73	13,702
MUY ALTO	Materiales pocos Consolidados	56 646,16	62,564

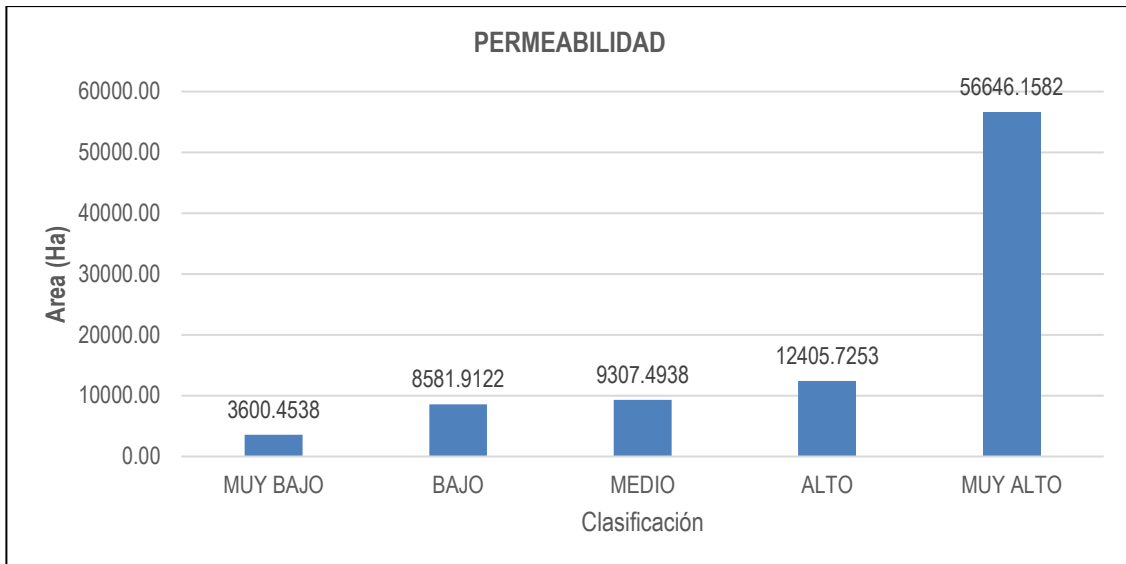


Figura 41: Distribución del área (Ha) según su clasificación.

4.1.2.2 SUBPARÁMETRO DE PRECIPITACIÓN (SPA - PP)

El análisis de este subparámetro se desarrolló previamente en el apartado **4.1.4**, donde se clasificó el área en cinco categorías de aptitud (**Tabla 10** y **Figura 36**). y se elaboró su mapa temático. Para el parámetro de aguas subterráneas, se mantiene la misma clasificación y distribución espacial del SPA - PP ya obtenida; sin embargo, su ponderación dentro del AHP varía respecto al parámetro de aptitud agrícola, debido a la distinta relevancia que adquiere en este análisis.

4.1.2.3 SUBPARÁMETRO DE DENSIDAD DE DRENAJE (SPA - DD)

El análisis de densidad de drenaje permitió clasificar el área de estudio en cinco categorías. En la **Tabla 15** se presentan los resultados del análisis, donde se calcularon las áreas en hectáreas para cada clase. Dichos valores fueron representados en el **Figura 40** para evidenciar su distribución. Se identificó que la mayor extensión correspondió a la categoría Alto (250 - 500 km/km²), con 41 234,23 ha, seguida por la categoría Medio (500 - 750 km/km²), que abarcó 37 201,26 ha. En tercer lugar, se ubicó la categoría Muy alto (0 - 250 km/km²) con 6 220,40 ha, mientras que la categoría Bajo (750 - 1000 km/km²) alcanzó 5 489,66 ha. Por el contrario, la categoría Muy bajo (>1000 km/km²) registró una superficie mínima de 0,27 ha.

Tabla 15: Resultados de densidad de drenaje

CLASIFICACIÓN	DENSIDAD DE DRENAJE (KM/KM ²)	AREA_ HA	PORCENTAJE (%)
MUY BAJO	>1000	0,27	0,000
BAJO	750 -1000	5 489,67	6,090
MEDIO	500 -750	37 201,26	41,268
ALTO	250 - 500	41 234,23	45,742
MUY ALTO	0 - 250	6 220,40	6,900

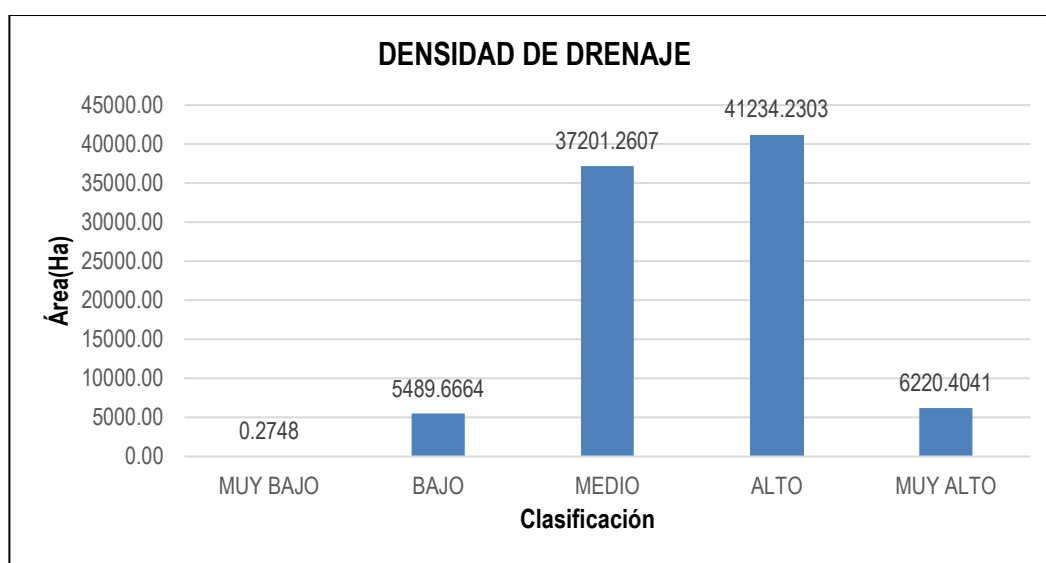


Figura 42: Distribución del área (Ha) según su clasificación.

4.1.2.4 SUBPARÁMETRO DE PENDIENTE (SPA - PEN)

El análisis de este subparámetro se desarrolló previamente en el apartado **4.1.1.2**, donde se clasificó el área en cinco categorías (**Tabla 6** y **figura 36**). y se elaboró su mapa temático. Para el parámetro de aguas subterráneas, se mantiene la misma clasificación y distribución espacial del SPA - PP ya obtenida; sin embargo, su ponderación dentro del AHP varía respecto al parámetro de aptitud agrícola, debido a la distinta relevancia que adquiere en este análisis.

4.1.2.5 SUBPARÁMETRO DE ÍNDICE DE VEGETACIÓN NORMALIZADA (SPA - NDVI)

El análisis del índice de vegetación normalizada (NDVI) permitió clasificar el área de estudio en cinco categorías. En la **Tabla 16** se presentan los resultados del análisis, donde se calcularon las áreas en hectáreas para cada clase. Dichos valores fueron representados en la **figura 43** para evidenciar su distribución.

Se identificó que la mayor extensión correspondió a la categoría Bajo (0,01 - 0,1, suelos sin vegetación), con 36 830 780,84 ha, seguida por la categoría Medio (0.1 - 0,2 vegetación ligera), que abarcó 21 753 163,06 ha. En tercer lugar, se ubicó la categoría Alto (0,2 - 0,4, vegetación media) con 16 648 586,74 ha, mientras que la categoría Muy bajo (<0,01, nubes y agua) alcanzó 15 297 645,81 ha. Por el contrario, la categoría Muy alto (>0,4, vegetación alta) registró una superficie mínima de 58 224,44 ha.

Tabla 16: Resultados de NDVI

CLASIFICACIÓN	RANGO	AREA_HA	PORCENTAJE (%)
MUY BAJO	<0,01 Nubes Y Agua	152 978 645,81	16,897
BAJO	0,01 - 0,1 Suelos Sin Vegetación	368 307 800,84	40,681
MEDIO	0,1 - 0,2 Vegetación Ligera	217 532 163,06	24,027
Alto	0,2 - 0,4 Vegetación Media	166 485 886,74	18,389
MUY ALTO	> 0,4 Vegetación Alta	58 224,44	0,006

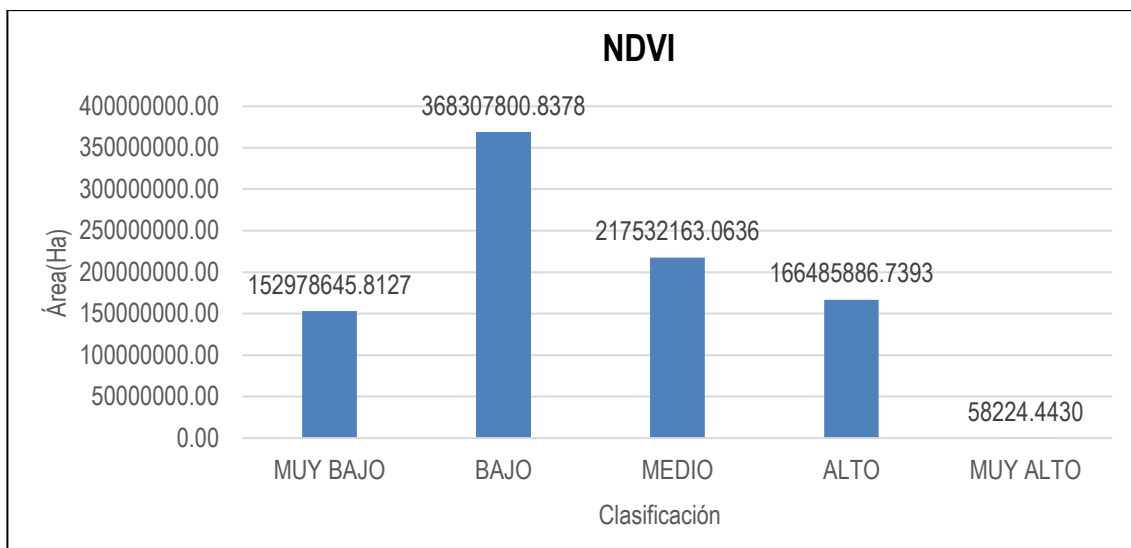


Figura 43: Distribución del área (Ha) según su clasificación.

4.1.2.6 RESULTADOS DE LA SUPERPOSICIÓN DE LOS SUBPARÁMETROS PARA LA OBTENCIÓN DEL PARÁMETRO DE AGUAS SUBTERRANEAS (PA – AS)

La superposición de los subparámetros de Permeabilidad, precipitación, densidad de drenaje, pendiente y índice de vegetación normalizada permitió obtener el parámetro final de aguas subterráneas. Los pesos relativos se definieron mediante el AHP, a partir de la Matriz de Comparación de Pares **Tabla 17** y la Matriz de Normalización **Tabla 18**, resultando: Permeabilidad (49 %), precipitación (23 %), densidad de drenaje (16 %), pendiente (8 %) y índice de vegetación normalizada (4 %). La distribución de estos pesos se muestra en la **figura 44**, los cuales fueron posteriormente aplicados en ArcGIS para generar la clasificación final.

Tabla 17: Matriz de comparación de pares – Aguas subterráneas

PARAMETRO	PERMEABILIDAD	PRECIPITACIÓN	DENSIDAD DE DRENAJE	PENDIENTE	NDVI
PERMEABILIDAD	1,00	3,00	5,00	6,00	8,00
PRECIPITACIÓN	0,33	1,00	3,00	3,00	5,00
DENSIDAD DE DRENAJE	0,20	0,33	1,00	4,00	5,00
PENDIENTE	0,17	0,33	0,25	1,00	3,00
NDVI	0,13	0,20	0,20	0,33	1,00
SUMA	1,83	4,87	9,45	14,33	22,00
1/SUMA	0,55	0,21	0,11	0,07	0,05

Tabla 18: Matriz de normalización de pares de los subparámetros – Aguas subterráneas

PARAMETRO	PERMEABILIDAD	PRECIPITACIÓN	DENSIDAD DE DRENAJE	PENDIENTE	NDVI	Vector priorización	%	%
PERMEABILIDAD	0,55	0,62	0,53	0,42	0,36	0,495	49,51	49,00
PRECIPITACIÓN	0,18	0,21	0,32	0,21	0,23	0,228	22,84	23,00
DENSIDAD DE DRENAJE	0,11	0,07	0,11	0,28	0,23	0,158	15,80	16,00
PENDIENTE	0,09	0,07	0,03	0,07	0,14	0,078	7,85	8,00
NDVI	0,07	0,04	0,02	0,02	0,05	0,040	3,99	4,00
						1,00	100,00	100,00

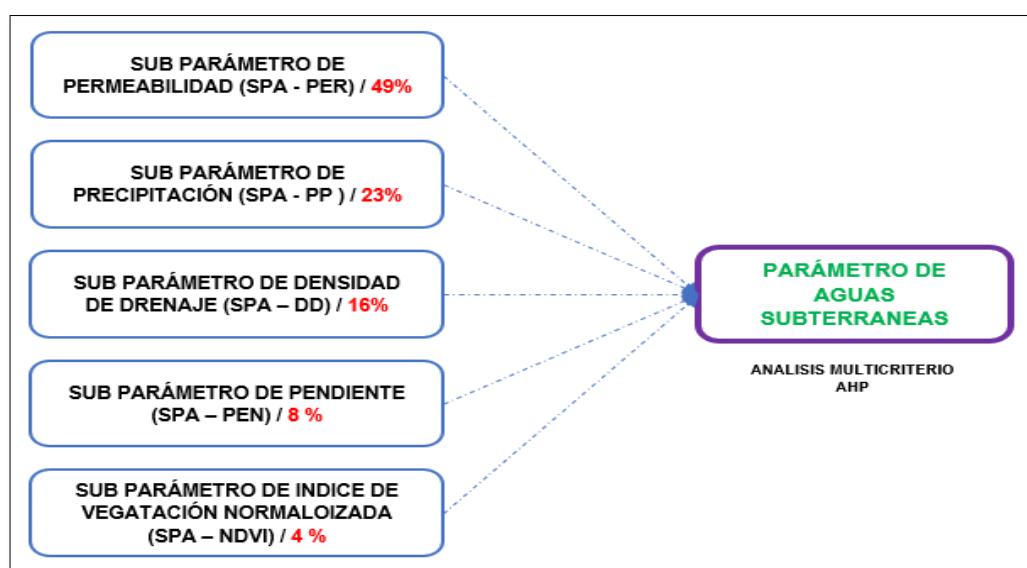


Figura 44: Diagrama de ponderación de subparámetros para la obtención del parámetro final de Aguas subterráneas.

Los resultados muestran que la mayor superficie se concentró en la categoría Alta, con 49 561,93 ha, seguida de la categoría Media, con 29 481,76 ha. En contraste, las categorías Muy alta y Baja registraron áreas menores, con 7 819,61 ha y 3 679,11 ha, respectivamente (**Tabla 19**). Dichos valores fueron representados en la (**figura 45**) para evidenciar su distribución.

Tabla 19: Resultados del Análisis del parámetro de Aguas subterráneas

CLASIFICACIÓN	AREA_HA	PORCENTAJE (%)
BAJO	3 679,11	4,063
MEDIO	29 481,76	32,561
ALTO	49 561,93	54,739
MUY ALTO	7 819,61	8,636

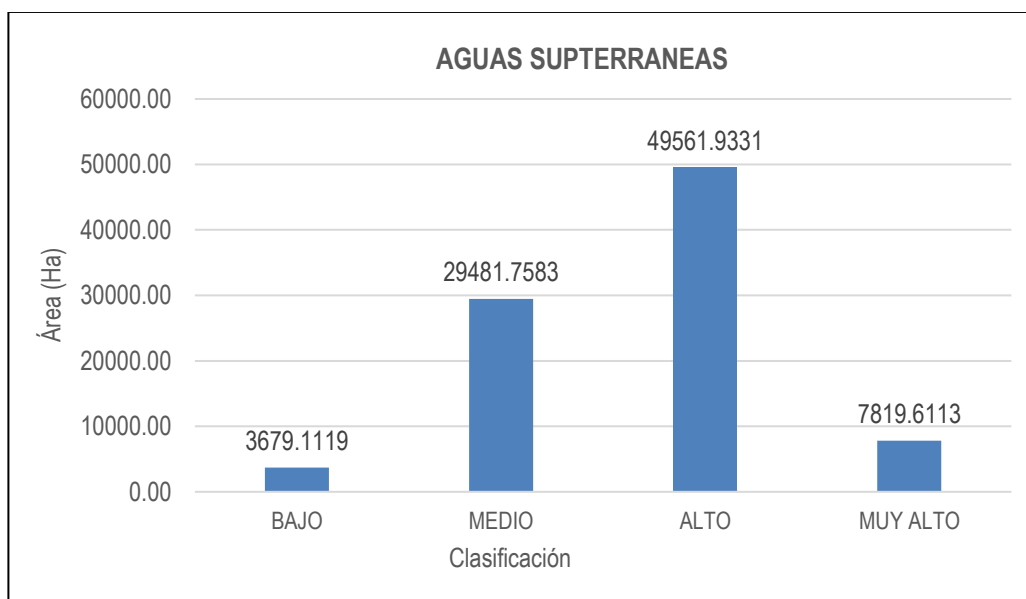


Figura 45: Distribución del área (Ha) según su clasificación – Aguas subterráneas.

4.1.3 RESULTADOS DEL PARÁMETRO DE PANELES SOLARES (PA – PS)

4.1.3.1 SUBPARÁMETRO DE RADIACIÓN (SPA - RAD)

La radiación solar en el área de estudio se clasificó en cinco rangos de aptitud **Tabla 20**, con valores entre 1125,70 y 1 634,86 Kwh/m². Los resultados muestran que la mayor superficie se concentra en la categoría muy alta con 32 439,78 ha, seguida de la categoría alta con 28 282,68 ha y la categoría media con 18 559,26 ha. En contraste, las categorías baja y muy baja representan áreas menores, con 10 919,52 ha y 420,48 ha. Dichos valores fueron representados en la **figura 46** para evidenciar su distribución.

Tabla 20: Resultados del Análisis de Radiación solar

CLASIFICACIÓN	RADIACIÓN (Kwh/m²)	AREA_ HA	PORCENTAJE (%)
MUY BAJO	1125,70 - 1294,45	420,48	0,46
BAJO	1294,45 - 1372,97	10 919,52	12,05
MEDIO	1372,97 - 1450,41	18 559,26	20,48
ALTO	1450,41 - 1519,81	28 282,68	31,21
MUY ALTO	1519,81 - 1634,86	32 439,78	35,80

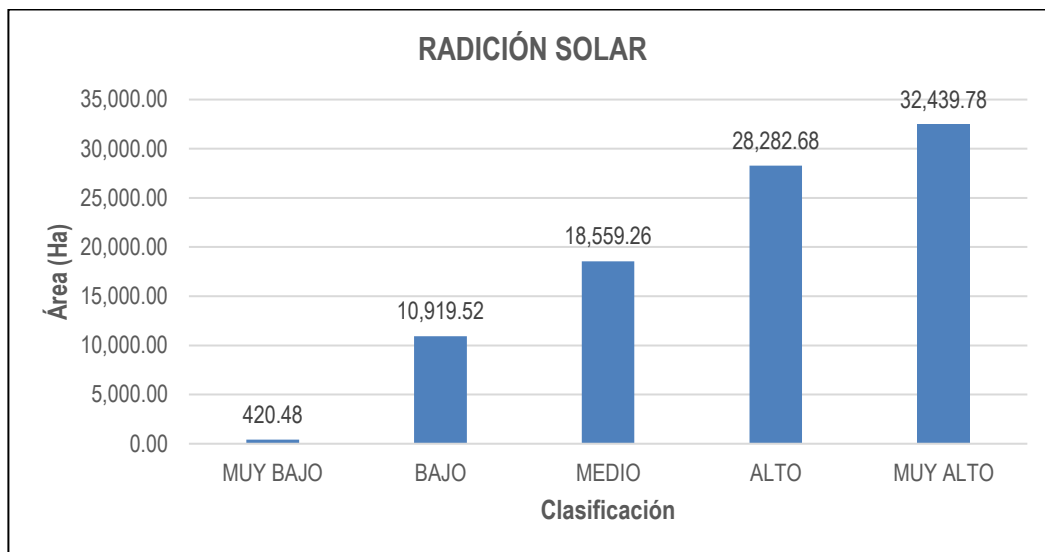


Figura 46: Distribución del área (Ha) según su clasificación RAD – Paneles solares.

4.1.3.2 SUBPARÁMETRO DE SOMBRAS (SPA - SOM)

El análisis del subparámetro de sombras permitió clasificar el área de estudio en cinco categorías **Tabla 21**. Los resultados muestran que la mayor superficie corresponde a la categoría alta, con 74 789,75 ha, seguida de la categoría muy alta con 10 858,73 ha. En menor proporción se encuentran las categorías medias (4 809,04 ha), baja (73,66 ha) y muy baja (8,71 ha), Dichos valores fueron representados en la **figura 47** para evidenciar su distribución.

Tabla 21: Resultados del Análisis de Sombras

CLASIFICACIÓN	SOMBRAS	AREA - HA	PORCENTAJE (%)
MUY BAJO	0 - 146	8,71	0,01
BAJO	146 - 168	73,66	0,08
MEDIO	168 - 184	4 809,04	5,31
ALTO	184 - 200	74 789,75	82,60
MUY ALTO	200 - 250	10 858,73	11,99

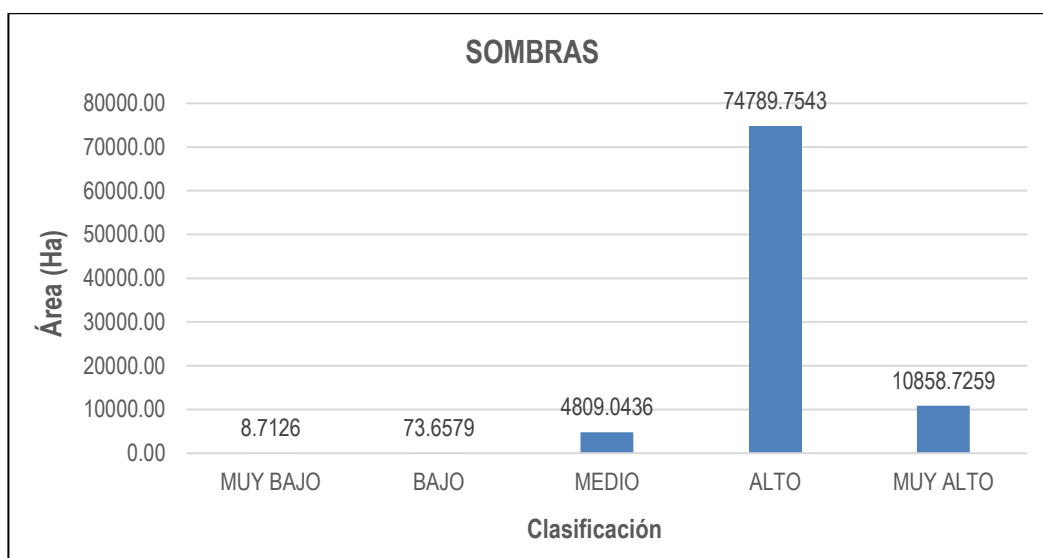


Figura 47: Distribución del área (Ha) según su clasificación SOM – Paneles solares.

4.1.3.3 SUBPARÁMETRO DE TEMPERATURA (SPA - TEM)

En la **Tabla 22** se presentan los registros de temperatura anual correspondientes a siete estaciones meteorológicas (cinco existentes y dos virtuales) durante el periodo 2000 - 2023. Se identificó un valor máximo de 29,64 °C en la estación El Tigre en el año 2016, mientras que el mínimo fue de 23,08 °C en la misma estación en el año 2022. Posteriormente, esta base de data bruta fue procesada para calcular la temperatura media anual (MTA) en cada estación, cuyos resultados se muestran al final de la tabla.

Tabla 22: Temperatura anual (C°) en las estaciones meteorológicas, periodo 2000–2023

AÑO	LA CRUZ	EL TIGRE	CABO INGA	CAÑAVERAL	HUÁSIMO	V1	V2
2000	23,68	26,22	26,73	25,85	25,05	25,32	25,32
2001	23,43	26,06	26,10	25,60	25,00	25,27	25,27
2002	24,63	26,36	26,01	26,14	25,32	26,20	26,20
2003	24,23	27,34	26,05	26,21	25,27	26,31	26,31
2004	24,13	27,04	26,54	26,22	26,20	26,00	26,00
2005	23,70	26,70	26,66	25,49	26,31	25,91	25,91
2006	24,40	26,85	26,82	25,44	26,00	26,20	26,20
2007	23,77	26,70	26,72	25,32	25,91	25,72	25,72
2008	24,28	25,92	26,44	25,43	26,20	25,45	25,45
2009	24,32	27,38	26,43	25,38	25,72	26,39	26,39
2010	24,54	26,76	26,11	25,48	25,45	26,05	26,05
2011	23,90	27,09	26,51	26,17	26,39	25,66	25,66
2012	24,45	27,35	26,29	26,25	26,05	26,00	26,00
2013	23,78	27,02	26,83	26,13	25,66	25,76	25,76
2014	24,66	28,27	26,48	26,06	26,00	26,62	26,62
2015	25,96	28,15	26,64	27,22	27,10	26,90	26,90
2016	25,96	29,64	27,44	29,59	27,32	26,58	26,58
2017	24,79	27,49	27,55	25,61	26,02	25,59	25,59
2018	24,43	29,10	27,76	26,62	26,23	26,08	26,08
2019	25,04	27,58	27,07	25,98	27,45	26,41	26,41
2020	24,22	24,76	25,57	25,35	25,35	25,95	25,95
2021	24,48	23,48	24,89	24,97	25,05	25,91	25,91
2022	23,99	23,08	25,08	24,78	25,01	25,41	25,41
2023	26,53	26,54	25,80	26,27	25,49	26,83	26,83
MTA	24,47	26,79	26,44	25,98	25,90	26,02	26,02

La **Tabla 23** presenta los valores consolidados de MTA obtenidos en la **Tabla 22**, complementados con las coordenadas UTM (X, Y) y la altitud (Z) de cada estación. Se observa que la estación El Tigre registró el mayor promedio con 26,79 C°, mientras que la estación La Cruz presentó el menor valor con 24,47 C°.

Los datos contenidos en la **tabla 23** constituyeron el insumo principal para el análisis espacial en ArcGIS, permitiendo la elaboración del mapa del subparámetro de temperatura (SPA - TEM) y la representación de la variabilidad espacial de este factor en el área de estudio.

Tabla 23: Resultados de los valores promedio de Temperatura anual

ESTACIÓN	ESTE	NORTE	ALTITUD	MTA
EL TIGRE	560328,10	9579702,76	45	26,79
CABO INGA	566404,90	9560507,87	231	26,44
LA CRUZ	547834,86	9598948,00	6	24,47
HUASIMO	555069,20	9558060,48	607	25,90
CAÑAVERAL	538794,03	9564601,61	133	25,98
V1	535990,00	9584167,00	63	26,02
V2	536471,00	9551659,00	229	26,02

El análisis del subparámetro de temperatura permitió clasificar el área en cinco categorías **Tabla 24**. La mayor superficie se concentró en la categoría alta, con 42990,09 ha, seguida de la media con 35 654,40 ha. En menor proporción se ubican las categorías muy altas (3 807,93 ha), baja (5 880,06 ha) y muy baja (2 211,22 ha). La distribución espacial de estas clases se presenta en la **Figura 48**.

Tabla 24: Resultados del Análisis de Temperatura

CLASIFICACIÓN	TEMPERATURA (°C)	AREA_ HA	PORCENTAJE (%)
MUY BAJO	25,62 - 25,84	2 211,22	2,44
BAJO	25,84 - 25,94	5 880,06	6,49
MEDIO	25,94 - 25,99	35 654,40	39,38
ALTO	25,94 - 25,99	42 990,09	47,48
MUY ALTO	25,99 - 26,22	3 807,93	4,21

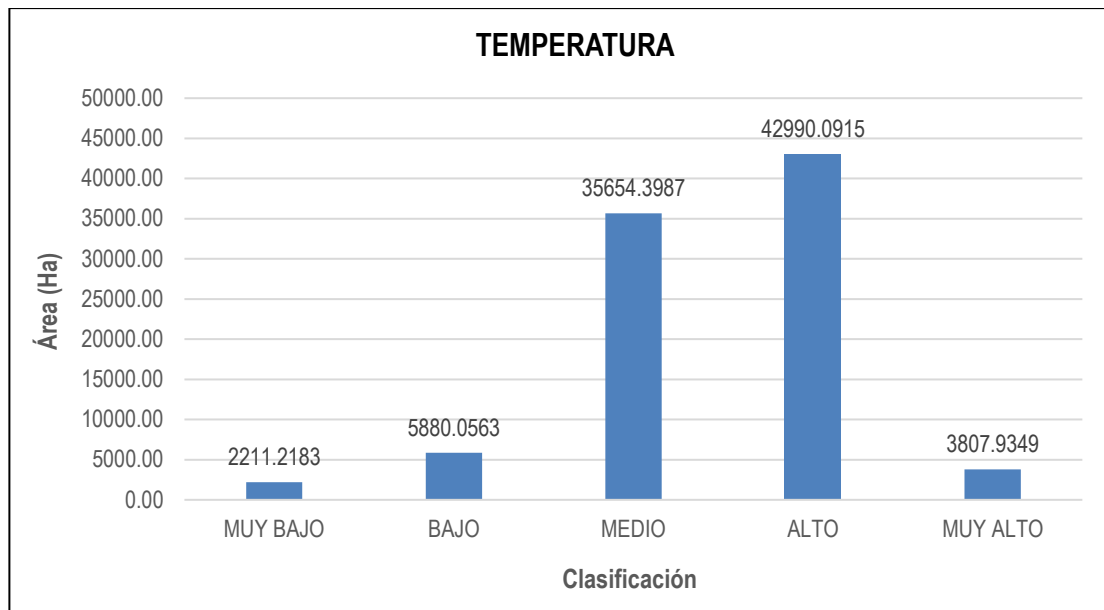


Figura 48: Distribución del área (Ha) según su clasificación TEM – Paneles solares.

4.1.3.4 SUBPARÁMETRO DE PENDIENTE (SPA - PEN)

El análisis de este subparámetro se desarrolló previamente en el apartado 4.1.1.2, donde se clasificó el área en cinco categorías (**Tabla 6 y figura 36**). y se elaboró su mapa temático. Para el parámetro de paneles solares, se mantiene la misma clasificación y distribución espacial del SPA - PEN ya obtenida; sin embargo, su ponderación dentro del AHP varía respecto al parámetro de aptitud agrícola, debido a la distinta relevancia que adquiere en este análisis.

4.1.3.5 RESULTADOS DE LA SUPERPOSICIÓN DE LOS SUBPARÁMETROS PARA LA OBTENCIÓN DEL PARÁMETRO DE PANELES SOLARES (PA -PS)

La superposición de los subparámetros de radiación, sombras, temperatura y pendiente permitió obtener el parámetro final de paneles solares. Los pesos relativos se definieron mediante el AHP, a partir de la Matriz de Comparación de Pares **Tabla 25** y la Matriz de Normalización **Tabla 26**, resultando: Radiación (52 %), sombras (27 %), temperatura (14 %) y pendiente (7 %). La distribución de estos pesos se muestra en la **Figura 47**, los cuales fueron posteriormente aplicados en ArcGIS para generar la clasificación final.

Tabla 25: Matriz de comparación de pares – Paneles solares

PARÁMETRO	RADIACIÓN	SOMBRAS	TEMPERATURA	PENDIENTE
RADIACIÓN	1,00	3,00	4,00	5,00
SOMBRAS	0,33	1,00	3,00	4,00
TEMPERATURA	0,25	0,33	1,00	3,00
PENDIENTE	0,20	0,25	0,33	1,00
SUMA	1,78	4,58	8,33	13,00
1/SUMA	0,56	0,22	0,12	0,08

Tabla 26: Matriz de normalización de pares de los subparámetros – Paneles solares

PARÁMETRO	RADIACIÓN	SOMBRAS	TEMPERATURA	PENDIENTE	Vector priorización	%	%
RADIACIÓN	0,56	0,65	0,48	0,38	0,520	52,00	52,00
SOMBRAS	0,19	0,22	0,36	0,31	0,268	26,82	27,00
TEMPERATURA	0,14	0,07	0,12	0,23	0,141	14,09	14,00
PENDIENTE	0,11	0,05	0,04	0,08	0,071	7,09	7,00
					1,00	100,00	100,00

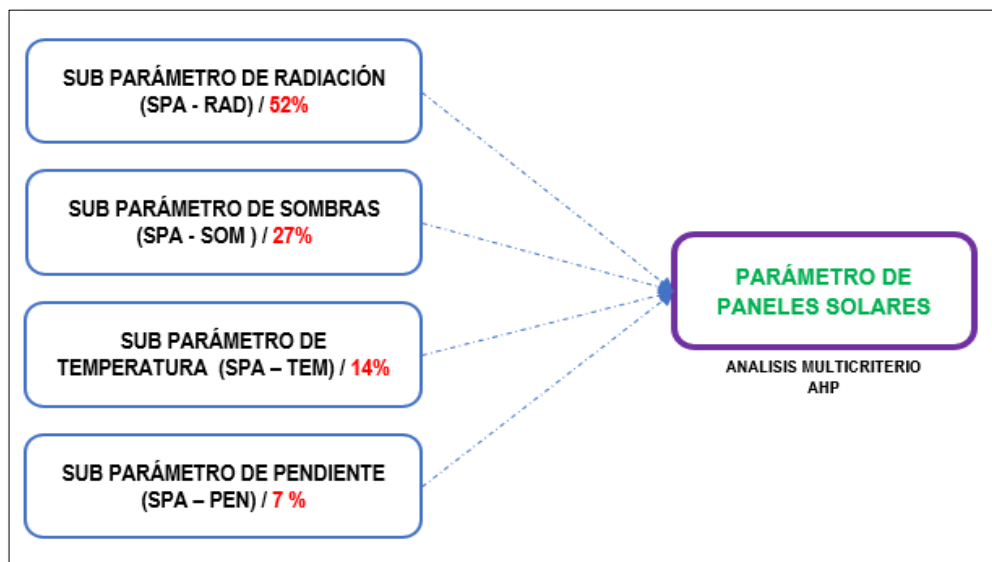


Figura 49: Diagrama de ponderación de subparámetros para la obtención del parámetro final de Paneles solares.

El análisis del parámetro de paneles solares permitió clasificar el área en cinco categorías (**Tabla 27**). La mayor superficie se concentró en la categoría alta, con (60 124,50 ha), seguida de la media con 25 089,12 ha. En menor proporción se ubican las categorías muy altas (4 318,36 ha), baja (338,84 ha) y muy baja (0,12 ha). La distribución espacial de estas clases se presenta en la **Figura 49**.

Tabla 27: Resultados del Análisis del parámetro Paneles solares

CLASIFICACIÓN	AREA_ HA	PORCENTAJE (%)
MUY BAJO	0,12	0,00
BAJO	338,84	0,38
MEDIO	25 089,12	27,92
ALTO	60 124,50	66,90
MUY ALTO	4 318,36	4,81

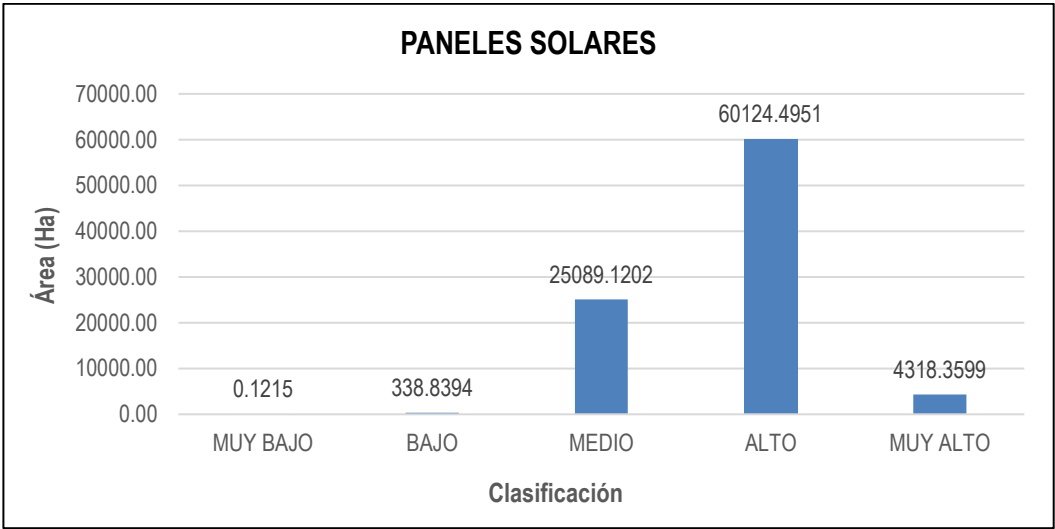


Figura 50: Distribución del área (Ha) según su clasificación TEM – Paneles solares.

4.1.4 RESULTADOS DE LA SUPERPOSICIÓN DE LOS PARÁMETROS PARA LA OBTENCIÓN DEL PARAMETRO FINAL ZONAS POTENCIALES PARA EL APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA

La superposición de los parámetros de Aptitud agrícola, aguas subterráneas y paneles solares permitió obtener el parámetro final de zonas potenciales para el aprovechamiento de la energía fotovoltaica. Los pesos relativos se definieron mediante el AHP, a partir de la Matriz de Comparación de Pares **Tabla 28** y la Matriz de Normalización **Tabla 29**, resultando: Aptitud agrícola (12 %), aguas subterráneas

(32 %) y paneles solares (56 %). La distribución de estos pesos se muestra en la **figura 51**, los cuales fueron posteriormente aplicados en ArcGIS para generar la clasificación final.

Tabla 28: Matriz de comparación de pares – Zonas potenciales

PARAMETROS	PANELES SOLARES	AGUAS SUBTERRÁNEAS	APTITUP AGRICOLA
PANELES SOLARES	1,00	2,00	4,00
AGUAS SUBTERRÁNEAS	0,500	1,00	3,00
APTITUP AGRICOLA	0,250	0,333	1,00
SUMA	1,75	3,33	8,00
1/SUMA	0,57	0,30	0,13

Tabla 29: Matriz de normalización de pares de los subparametros – Zonas potenciales

PARAMETROS	PANELES SOLARES	AGUAS SUBTERRÁNEAS	APTITUP AGRICOLA	Vector priorización	%	%
PANELES SOLARES	0,57	0,60	0,50	0,557	55.71	56,00
AGUAS SUBTERRÁNEAS	0,29	0,30	0,38	0,320	32.02	32,00
APTITUP AGRICOLA	0,14	0,10	0,13	0,123	12.26	12,00
				1,000	100,00	100,00

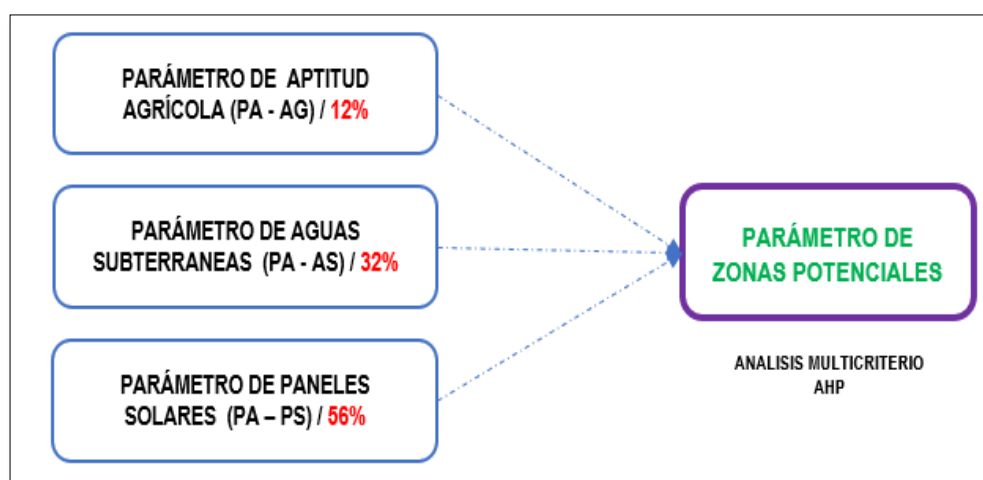


Figura 51: Diagrama de ponderación de parámetros para la obtención final de las zonas potenciales.

El análisis final de zonas potenciales permitió clasificar el área de estudio en cuatro categorías. En la **Tabla 30** se presentan las superficies obtenidas, mientras que en la **figura 52** se muestra su distribución. La mayor extensión correspondió a la categoría Alto, con 66 719,76 ha, seguida por la categoría Muy alto, que alcanzó 11 183,01 ha. En tercer lugar, se ubicó la categoría Medio, con 11 121,09 ha, mientras que la categoría Bajo presentó la menor superficie con 293,43 ha.

Tabla 30: Resultados del Análisis final de zonas potenciales

CLASIFICACIÓN	AREA_ HA	PORCENTAJE (%)
BAJO	293,4318	0,33
MEDIO	11 121,0902	12,45
ALTO	66 719,7592	74,70
MUY ALTO	11 183,0066	12,52

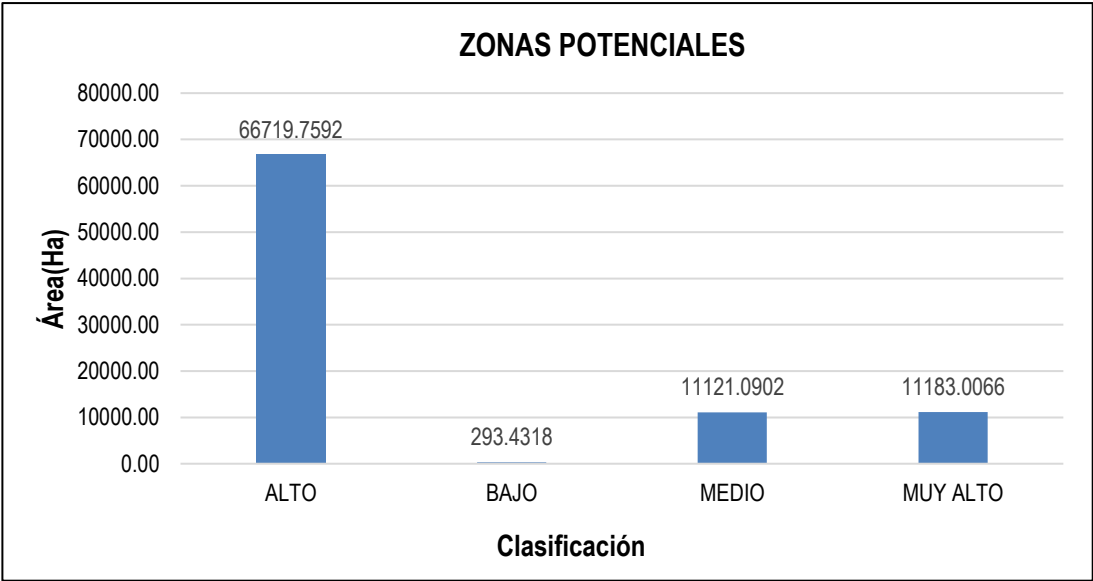


Figura 52: Distribución del área (Ha) según su clasificación de zonas potenciales.

4.2 DISCUSIÓN

El parámetro de aptitud agrícola (PA- AG) se evaluó mediante cuatro subparámetros: textura de suelo, pendiente, uso actual de suelo y precipitación, clasificados en cinco rangos (Muy Bajo, Bajo, Medio, Alto y Muy Alto). Los resultados muestran que 61 784,76 ha (68,49%) del área total se ubican en la categoría “Media” (**Anexo 20**), resultado que coincide con quien obtuvo un 55,58% para el mismo rango. Por otro lado, la categoría Alta alcanza 26 320,30 ha (29,18%), concentrándose en las riberas de la quebrada, entre Ciénego Sur y Pedregal. De acuerdo con el Catastro Rural del SICAR, en estas zonas predominan suelos de textura franco - arenosa y franco arcillo arenosa, los cuales ofrecen un balance entre retención y drenaje, favoreciendo la producción agrícola bajo un manejo adecuado del riego y fertilización. contrastado con la salida de campo (**figura 52**) donde además se registraron pendientes entre 7,88% y 18,38% y precipitaciones anuales de 350,56 a 408,54 mm, valores que aseguran un drenaje adecuado y condiciones óptimas para el desarrollo agrícola sostenible.

En cuanto al parámetro de aguas subterráneas (PA-AS), definido a partir de los subparámetros de permeabilidad, precipitación, densidad de drenaje, pendiente e índice de vegetación (NDVI), la mayor ponderación se asignó a la permeabilidad 49 % (**Anexo 21**), de acuerdo con la metodología AHP (Saaty, 1980) y en concordancia con (Hernández, et all, 2020) quienes obtuvieron un peso de 41%. Los resultados muestran que la categoría Alta abarca 49 561,93 ha (54,44%) del área total, evidenciando una elevada disponibilidad de aguas subterráneas. Estos resultados se asemejan con el estudio realizado por (Huaman, 2025) quien determinó que el 90,22% de los pozos existentes en la cuenca de Bocapán se ubican en zonas de alta potencialidad. La validación en campo corroboró la existencia de un pozo tubular operativo en la zona clasificada como Muy Alta, lo que refuerza la coherencia entre el análisis multicriterio y la realidad hidrogeológica del territorio.

El análisis del parámetro de paneles solares (PA - PS) mostró que el 66,9 % del área de estudio se ubica en la categoría “Alta” y el 4,81 % en “Muy alta”, evidenciando condiciones favorables para la instalación de sistemas fotovoltaicos. Los subparámetros de radiación, sombras, temperatura y pendiente fueron ponderados mediante el método AHP, asignando mayores pesos a la radiación (52 %) y a las sombras (27 %). Estos resultados concuerdan con Ríos (2020), quien identificó que

las zonas costeras del norte peruano presentan altos niveles de irradiación solar. Las áreas clasificadas como “Muy altas” se localizan principalmente en Pedregal y Tamarindo, caracterizadas por pendientes suaves, mínima interferencia de sombras y temperaturas superiores a 26 °C, condiciones que optimizan el aprovechamiento energético. La validación en campo confirmó la existencia de terrenos despejados y accesibles (**figura 49**), reforzando la viabilidad técnica y estratégica de la cuenca Bocapan para el desarrollo de proyectos fotovoltaicos aplicados al riego agrícola sostenible.

El análisis integrado de los parámetros de aptitud agrícola, aguas subterráneas y paneles solares permitió determinar las zonas potenciales para el aprovechamiento de energía fotovoltaica aplicada al riego agrícola. Mediante el método AHP se asignaron pesos relativos a cada parámetro, siendo los paneles solares el componente de mayor influencia (56 %), seguido por las aguas subterráneas (32 %) y la aptitud agrícola (12 %). El modelo final clasificó el área de estudio en cuatro categorías: “Baja”, “Media”, “Alta” y “Muy alta”. La categoría “Alta” abarcó el 74,7 % (66 719,72 ha) y la “Muy alta” el 12,52 % (11 183,01 ha), evidenciando una alta compatibilidad entre los factores analizados. Las zonas con mayor potencial se ubican principalmente en Pedregal, Tamarindo, Bellavista, Cherrelique y Charanal, donde confluyen suelos fértiles, buena disponibilidad hídrica y elevados niveles de radiación solar. Estos resultados validan la eficacia del modelo multicriterio AHP-SIG aplicado y consolidan a la cuenca Bocapan como un territorio estratégico para la implementación de proyectos sostenibles de energía fotovoltaica orientados al riego agrícola.

5. CONCLUSIONES

Se identificaron las zonas con mayor aptitud agrícola, priorizando la categoría “Muy alta” la cual abarca 617,42 ha, que representa las condiciones más favorables para el desarrollo de cultivos. La textura del suelo es franco predominante, lo que proporciona un equilibrio óptimo entre arena, limo y arcilla, favoreciendo el crecimiento saludable de las plantas. La pendiente es suave (0 - 7,88 %), facilitando tanto la retención de agua como la mecanización agrícola. En cuanto al uso actual del suelo, predominan los cultivos permanentes arbóreos. La precipitación varía entre 350,56 mm y 408,54 mm, asegurando una disponibilidad hídrica adecuada para los cultivos. En conjunto, estas condiciones físicas y edáficas promueven una buena retención de humedad y un equilibrio apropiado entre drenaje y permeabilidad, haciendo que las zonas clasificadas como “Muy altas” representen las condiciones óptimas para la producción agrícola y el desarrollo de sistemas de riego sostenibles.

Se evaluaron y determinaron zonas potenciales de aguas subterráneas, priorizando la categoría “Muy alta”, la cual abarca 7 819,61 ha y representa las condiciones más favorables para la recarga hídrica. La permeabilidad del suelo es elevada y se clasifica en función de la litología, predominando materiales poco consolidados con 56 646,16 ha, lo que facilita la infiltración del agua hacia los acuíferos. La precipitación varía entre 350,56 mm y 408,54 mm, contribuyendo a una recarga constante del subsuelo. La densidad de drenaje es baja (0 - 250 km/km²), lo que refleja una escasa escorrentía superficial y mayor capacidad de infiltración. Las pendientes suaves favorecen la acumulación e infiltración del agua, mientras que el Índice de Vegetación Normalizada (NDVI > 0.4) evidencia una vegetación densa y saludable que protege el suelo y mejora su capacidad de absorción. En conjunto, estas condiciones físicas y ambientales confirman que las zonas clasificadas como “Muy altas” son óptimas para la recarga natural de acuíferos y el aprovechamiento sostenible de aguas subterráneas en proyectos agrícolas.

Se identificaron zonas con alto potencial para la instalación de paneles solares, priorizando la categoría “Muy alta”, que abarca un área de 4 318,36 ha y representa las condiciones más favorables para el aprovechamiento de la energía solar. La radiación solar en estas zonas varía entre 1 519,81 y 1 634,86 kWh/m², valores que garantizan una alta disponibilidad energética. La baja presencia de sombras, con valores entre 200 y 250 donde permite una captación directa y continua de radiación durante la mayor parte del día, optimizando el rendimiento de los paneles. Las temperaturas promedio oscilan entre 25,99 °C y 26,22 °C, rangos térmicos estables y adecuados para el funcionamiento eficiente de los módulos fotovoltaicos. Finalmente, las pendientes suaves (0 - 7,88 %) corresponden a áreas planas que facilitan la instalación, orientación y mantenimiento de las estructuras solares. En conjunto, estos factores hacen que las zonas clasificadas como “Muy altas”, ubicadas principalmente en la parte media y baja de la cuenca, sean las más adecuadas para el desarrollo de sistemas fotovoltaicos aplicados al riego agrícola.

Se analizaron las zonas potenciales para el aprovechamiento de la energía fotovoltaica aplicada al riego agrícola en la cuenca de la quebrada Casitas Bocapan, cumpliendo con el objetivo general de la investigación. A través de un análisis multicriterio y el uso de SIG se integraron los parámetros agrícolas, hídricos y energéticos, obteniéndose un modelo final que clasifica las zonas evaluadas en cuatro categorías: baja, media, alta y muy alta. La categoría “Muy alta”, con 11 183,01 ha, representa las áreas óptimas para proyectos de energía solar vinculados al riego agrícola, concentrándose principalmente en los sectores Pedregal y Cherrelique, donde confluyen suelos fértiles, buena disponibilidad de aguas subterráneas y altos niveles de radiación solar. La categoría “Alta” con 66 719,72 ha, también es adecuada y viable para la instalación de sistemas fotovoltaicos, aunque presenta condiciones ligeramente menos favorables que las “muy altas”. En conjunto, los resultados confirman la efectividad del modelo multicriterio aplicado y consolidan a la cuenca Bocapan como un territorio estratégico para el desarrollo sostenible de energía fotovoltaica orientada al fortalecimiento del riego agrícola y la seguridad hídrica regional.

6. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar proyectos demostrativos en las zonas clasificadas con alta y muy alta en aptitud agrícola, priorizando cultivos adaptados a las condiciones edáficas y climáticas identificadas. Estas experiencias permitirán validar los resultados del modelo y promover prácticas agrícolas sostenibles. Además, las autoridades y entidades locales deberían impulsar programas de manejo y conservación de suelos, así como incentivos para el uso eficiente del agua y la diversificación de cultivos en las áreas más aptas.

Se sugiere ejecutar campañas de prospección y monitoreo hidrogeológico en las zonas con potencial de aguas subterráneas identificado, con el fin de evaluar su disponibilidad y calidad. Es recomendable establecer pozos de observación y promover la recarga natural del acuífero mediante prácticas de conservación hídrica. Asimismo, las instituciones competentes deben fortalecer la gestión integrada del recurso hídrico subterráneo, asegurando su uso racional y sostenible en apoyo a la actividad agrícola.

Se recomienda implementar proyectos piloto de riego agrícola con energía fotovoltaica en los sectores de mayor aptitud, para validar en campo los resultados obtenidos y desarrollar modelos replicables en otras zonas de la región. Las autoridades y organizaciones agrícolas deben fomentar políticas e incentivos para la adopción de tecnologías solares, reduciendo costos energéticos y emisiones contaminantes, y fortaleciendo el monitoreo ambiental para asegurar la sostenibilidad del sistema.

Se recomienda integrar los resultados obtenidos en la planificación territorial y en los programas de desarrollo rural, priorizando proyectos que combinen el uso eficiente del agua, la energía solar y la producción agrícola sostenible. Asimismo, se plantea fomentar la capacitación técnica de los agricultores y autoridades locales para fortalecer las capacidades en gestión de recursos naturales y sostenibilidad energética en la cuenca Casitas Bocapan.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abril, V. (2008). Técnicas e instrumentos de la investigación. Academia edu.
- AEMET. (2011). La Radiación Solar. Obtenido de Agencia Estatal de Meteorología de España:https://www.aemet.es/documentos/es/eltiempo/observacion/radiacion/Radiacion_Solar.pdf
- Antonio, M. D. (2014). Disponibilidad y uso eficiente de agua en zonas rurales. Investigación y ciencia, 67-73.
- Aparicio, M. (2020). Radiación solar y su aprovechamiento energético. . Marcombo.
- Arancibia, S., Contreras, E., Mella, S., Torres, P., & Villablanca, I. (2003). Evaluación multicriterio: aplicación para la formulación de proyectos de infraestructura deportiva. Chile: Universidad de Chile.
- Bosque, S. J. (1994). Sistema de Información Geográfica. Madrid: Estudios Geograficos.
- Carbonell, M. (27 de febrero 2024). La radiación solar directa e indirecta.
- Carro, P. R., & Gonzáles, G. D. (2002). Localización de Instalaciones. La Plata, Argentina: Universidad Nacional de Mar del Plata.
- Castiñeiras, D. F. (2022). AQUAE Fundación. Obtenido de <https://www.fundacionaquae.org/acuíferos-sobre-explotacion/>
- Cisneros, P., & Percy, M. (2020). Determinación y caracterización de áreas potenciales para la maricultura entre nueva esperanza y Huacura, Región Tumbes. Tumbes, Perú.
- Crotte, I. R. (2011). Elementos para el diseño de técnicas de investigación: una propuesta de definiciones y procedimientos en la investigación científica. Tiempo de educar, 281.
- Cruz Ortíz, N., Calderon Rosas, N., & Porras Garcia, J. (2020). Análisis multicriterio como herramienta de toma de decisiones en las ciencias de la tierra. Mexico: Centro de Investigaciones en Optica.

- Díaz, G. C. (abril de 2012). El Cambio Climático. *Ciencia y Sociedad*, 37(2), 227-240.
- Díaz, J. A. (2008). Tecnología fotovoltaica. *Boletín Instituto de Investigaciones eléctricas*.
- Echevarría, M. M., & Roman, M. M. (2019). Evaluación multitemporal del cambio de uso y cobertura de suelo con imágenes geoespaciales en el distrito de Oxapampa, Perú 2014-2019. Lima, Perú: Universidad Peruana Unión.
- Esquivel, E. E. (2002). Lluvia y sequía en el norte de México. Un análisis de la precipitación histórica en Chihuahua. Mexico: Instituto Nacional Indigenista.
- Farfán, N. J., & Campos, U. W. (Marzo de 2019). Energía solar fotovoltaica para la explotación de agua subterránea. *Revista de investigación y cultura*, 8(1), 65-74.
- Fernández, J. M. (2012). Piranómetro fotovoltaico. Pamplona: Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación.
- Gamboa, C. A. (2023). Estimación de la erosión aplicando la metodología RUSLE con técnicas de teledetección en la cuenca del río Tumbes 200 - 2022. Tumbes: Universidad Nacional de Tumbes.
- Gamio, A. P. (2022). Pandemia, Cambio Climático y el Perú. *Pontificia Universidad Católica del Perú*, 362.
- Guerrero Flores, D., & Samamé Saboya, F. (2020). Zonificación de áreas potenciales para el desarrollo de cultivos de coffee arábica en la provincia de Moyobamba, San Martín - 2020. Moyobamba: Univesidad Cesar Vallejo.
- Guerrero Morales, J., Sampedro Rosas, L., Ruz Vargas, M., Silva Gómez, S., Fonseca, C., & Gómez Albores, M. (2021). Análisis multicriterio para el desarrollo urbano en zonas costeras en un contexto de cambio climático: aso en Acapulco, México. *Revista de ciencias ambientales*, 55(2), 85-104.
- Hernández et al. (2014). *Metodología de la Investigación* 6ta edición. Mexico: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

- Hernández, F. y. (2014). Investigación cuantitativa, cualitativa y mixta. Universidad de Colima.
- Hernández, J., Martínez, R., Peñuela, A., & Reyes, R. (2020). Identificación de zonas potenciales de recarga y descarga de agua subterránea en la cuenca del río Ayuquila-Armería mediante el uso de SIG y el análisis multicriterio. Scielo, 2448-7279.
- Hilario, W. M. (agosto de 2001). El Trabajo de tesis: orientaciones técnicas, especialmente para niveles de licenciatura y master en ciencias de la administración y sociales. Argentina. Obtenido de El trabajo de tesis: <http://www.cyta.com.ar/ta0102/research.htm>
- Huaman Guerrero, L. (2025). Zonas con potencial de exploración de aguas subterráneas,. Tumbes.
- Humboldt, A. V. (1826). Ensayo político sobre la isla de Cuba. Torrosa.
- Iberdrola. (2019). Aguas subterranas.
- Induanalisis. (2019). Aguas subterranas y superficial. Laboratorio ambiental.
- Innovatione AgroFood Design. (2019). Sistema de riego I. agricultura, agronomía, Articles, Curiosidades e Innovación.
- Juan Sanchez. (2012). Búsqueda y evaluación de emplazamientos Óptimos para albergar instalaciones de energías renovables en la costa de la región de Murcia: combinación de SIG y Soft Computing.
- Lahsen, A., Juan, R., Morata, D., & Diego, A. (2015). Exploración geotérmica en Chile: actualización de país.
- Larsen, D. (16 de noviembre de 2014). Introducción a las ondas electromagnéticas. ChemWiki.
- Leskow, E. C. (15 de julio de 2021). "Energía potencial". Obtenido de <https://concepto.de/energia-potencial/>.

- Lopez Trigal, L. (2015). Diccionario de geografía aplicada y profesional: terminología de análisis, planificación y gestión del territorio. Diccionario de geografía aplicada y profesional. Universidad de León.
- Lozada, J. (2014). Investigación aplicada: Definición, propiedad intelectual e industria. Ciencia América: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica, 47-50.
- Mendivelso, R. C. (01 de 03 de 2016). Sistema de riego por goteo con paneles solares en cultivo de árboles de olivo en la finca olivanto en Boyacá, Colombia y una parcela en Tacna, Perú. Tunja, Centro, Colombia.
- Merino, L. (2012). Las energías renovables. Iberdrola.
- Miranda, S. S. (2022). Identificación de zonas en la provincia de Huancavelica para la ubicación de rellenos sanitarios mediante sistemas de información geográfica y el método de análisis multicriterio. Lima , Perú: Universidad ESAN.
- Morante, V., & Gonzales, C. (2019). Elaboración de mapas de erosión en la cuenca del río Perené. Lima: Universidad peruana de ciencias aplicadas.
- MPCV. (2019-2022). Productores del sector trigal visitan el primer módulo de riego tecnificado con energía fotovoltaica para pozos tubulares en el sector de Bigotes. Noticias Municipalidad Provincial de Contralmirante Villar, 1.
- Mundial, b. (2019). Medio Ambiente. Humanidades y ciencias sociales, 13.
- Navarro, L. G. (2019). Identificación de zonas potenciales para uso de energía fotovoltaica en áreas agrícolas mediante información espacial y proceso SIG - Intercuenca 0171 - Huancané - Moho. Puno : Universidad Nacional del Altiplano.
- Orbegozo, C. &. (2010). Energía Solar Fotovoltaica. Green Energy Consultoría y Servicios SRL.
- Piqueras, V. Y. (15 de Febrero de 2022). Cálculo de la consistencia y el vector propio en AHP. Obtenido de upv.es: <https://victoryepes.blogs.upv.es/2022/02/15/calculo-de-la-consistencia-y-el-vector-propio-en-ahp/>

- Planas, O. (08 de MAYO de 2019). Energía solar. Obtenido de <https://solar-energia.net/blog/energia-cinetica-y-potencial>
- Pongo, J. D. (2019). Diseño de un sistema fotovoltaico para riego agrícola en el caserío la Guayaba, distrito de Bellavista, Jaen - Cajamarca. Jaen: Universidad Nacional de Jaen .
- Rios, P. R. (2020). "Selección de sitios idóneos para el desarrollo de proyectos solares fotovoltaicos de gran escala mediante análisis multicriterio AHP- GIS". Lima, Perú: Universidad Científica del Sur.
- Roberto. (17 de octubre de 2020). GIS Y BEERS. Obtenido de Gisandbeers: <http://www.gisandbeers.com/como-realizar-un-analisis-multicriterio-sig/>
- Rodas, C. L. (2019). Localización de un relleno sanitario en el cantón Naranjal, mediante proceso de análisis jerárquico basado en sistemas de información geográfica . Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- Rubio, A. S., & Palomares, O. S. (2005). Definición de áreas potenciales paramétricas de especies forestales. Caso de Pinus Uncinata. Madrid , España: Actas de la primera reunión sobre ecología, ecosiofilogía y suelos forestales.
- Salazar, A. N., & Castilla, C. A. (2015). Evaluación de la factibilidad financiera para la creación de una comercializadora de unidades de control y bombeo para sistemas de riego (UCBSR) accionadas con energía solar. Bucaramanga, Santander, Colombia: Universidad Autonoma de Bucaramanga.
- Salazar, A. R. (Septiembre de 2018). El agua subterránea y su importancia socio ambiental. Barranco: universitarios potosinos.
- Toskano, H., & Gérard, B. (2018). El proceso de análisis jerárquico (AHP) como herramienta para la toma de decisiones en la selección de proveedores. Lima, Perú.
- USACE. (2014). Centro de Ingeniería hidrológica(HEC). Obtenido de <https://www.hec.usace.army.mil/confluence/hmsdocs/hmstrm/evaporation-and-transpiration/hargreaves-method>

Van Campen, B., Guidi, D., & Best, G. (2000). Energía solar fotovoltaica para la agricultura y el desarrollo rural sostenibles. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

Vicente, B. C. (2018). "Dimensiones de un sistema de bombeo de agua para el caserío Chochor en Morrope utilizando energía solar fotovoltaica". Lambayeque: Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo".

ANEXOS

PRECIPITACIÓN

Anexo 1: Registros de Precipitación Acumulada Mensual y Anual (mm) con Tratamiento Estadístico y Representación Gráfica mediante Hidrogramas evidenciando saltos y tendencias en la serie de datos.

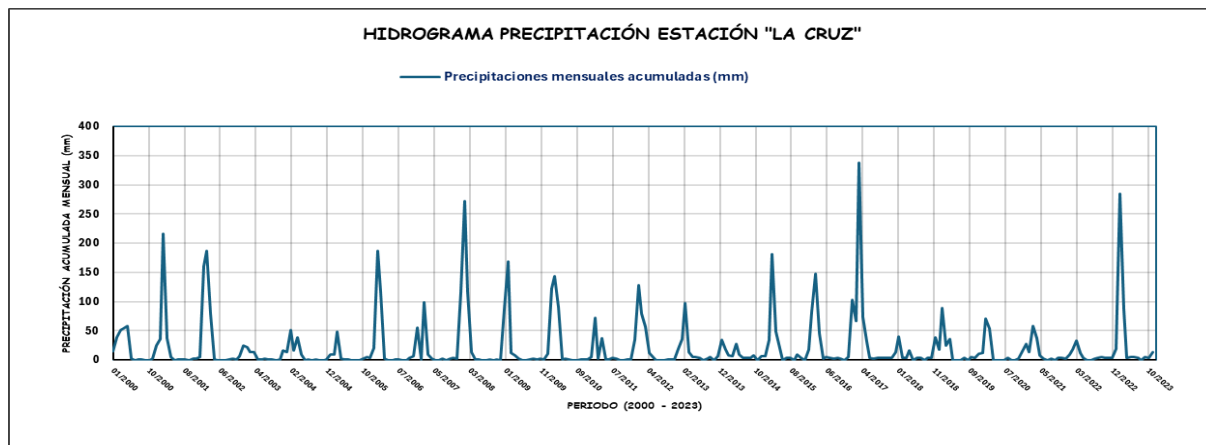
Estación meteorológica : La Cruz

Periodo de registro : Enero 2020 a diciembre 2023.

ESTACIÓN LA CRUZ													
ESTACION:	LA CRUZ					LATITUD:	3°37'41.85" S			DPTO.	TUMBES		
N° DE REGISTROS:	24 AÑOS					LONGITUD:	80°34'9.36" W			PROV.	TUMBES		
PERIODO:	2000-2023					ALTITUD:	6 msnm			DIST.	LA CRUZ		
AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
2000	14.70	38.40	51.80	54.40	58.10	1.90	0.10	0.90	0.70	0.00	0.00	1.80	222.80
2001	24.70	35.20	215.50	37.30	5.20	0.00	0.90	0.80	0.80	0.00	2.80	2.20	325.40
2002	4.70	159.60	187.10	79.40	0.70	0.00	0.00	0.00	0.60	1.60	0.30	5.90	439.90
2003	25.30	22.40	13.90	13.70	0.70	0.70	2.20	0.30	0.70	0.00	0.40	15.60	95.90
2004	13.20	50.60	16.40	38.80	9.80	0.10	0.90	0.00	0.60	0.10	0.00	0.50	131.00
2005	9.90	8.60	49.00	2.20	0.30	0.70	0.00	0.10	0.00	2.30	4.70	3.30	81.10
2006	21.10	186.80	117.20	2.90	0.00	0.00	1.30	0.60	0.10	0.00	3.80	6.30	340.10
2007	54.90	0.60	98.80	9.00	2.20	0.00	0.10	1.70	0.00	1.60	3.10	1.70	173.70
2008	116.00	271.50	117.10	13.60	0.60	0.60	0.10	0.00	1.50	0.10	0.90	0.00	522.00
2009	87.60	168.60	12.60	8.10	2.80	0.00	0.00	0.20	2.50	0.20	2.00	1.20	285.80
2010	10.00	123.10	143.80	90.10	0.60	1.80	0.20	0.00	0.00	0.20	1.40	1.50	372.70
2011	5.20	72.70	2.30	37.40	1.10	0.20	3.50	1.70	0.00	0.10	0.70	0.60	125.50
2012	34.90	127.90	79.50	56.90	11.60	5.80	0.00	0.10	0.10	1.00	1.50	0.60	319.90
2013	18.88	36.23	97.37	14.09	5.00	4.67	3.60	0.00	2.94	4.43	0.00	6.00	193.22
2014	34.00	16.98	8.47	6.49	27.15	8.97	3.19	3.27	3.35	7.48	0.00	6.41	125.77
2015	6.08	33.76	180.66	48.79	20.37	0.00	3.93	3.02	0.00	9.63	3.93	0.00	310.17
2016	17.27	82.09	148.03	46.18	2.88	4.41	3.13	2.97	3.12	2.91	0.00	4.70	317.69
2017	103.07	66.80	337.47	73.41	31.36	3.68	2.94	3.52	3.27	3.85	3.43	3.68	636.49
2018	12.85	40.45	3.68	3.02	16.49	0.00	3.10	3.02	0.00	3.10	3.19	38.38	127.29
2019	18.22	88.29	24.17	35.82	0.00	0.00	0.00	3.76	0.00	4.59	3.10	10.21	188.17
2020	12.44	70.69	54.33					3.02		0.00	2.94	14.59	158.00
2021	27.72	13.51	58.38	36.65	8.14	2.94	0.00	2.94	0.00	3.85	3.68	2.94	160.75
2022	9.22	17.31	32.43	12.52	3.02	0.00	0.00	2.94	3.76	4.51	3.27	3.27	92.26
2023	3.43	18.80	284.76	87.62	3.19	5.50	4.59	3.35	0.00	4.67	3.27	13.84	433.03
PROMEDIO	28.6	73.0	97.3	35.2	9.2	1.8	1.5	1.6	1.1	2.3	2.0	6.1	257.4
MÁXIMO	116.0	271.5	337.5	90.1	58.1	9.0	4.6	3.8	3.8	9.6	4.7	38.4	636.5
MÍNIMO	3.4	0.6	2.3	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	81.1
DESVIACION	31.01	68.09	91.21	28.32	13.87	2.52	1.63	1.46	1.35	2.63	1.57	8.29	147.76

FUENTE: SENAMHI

Hidrograma de Precipitación Mensual Acumulada – Estación “La Cruz” (2000–2023)



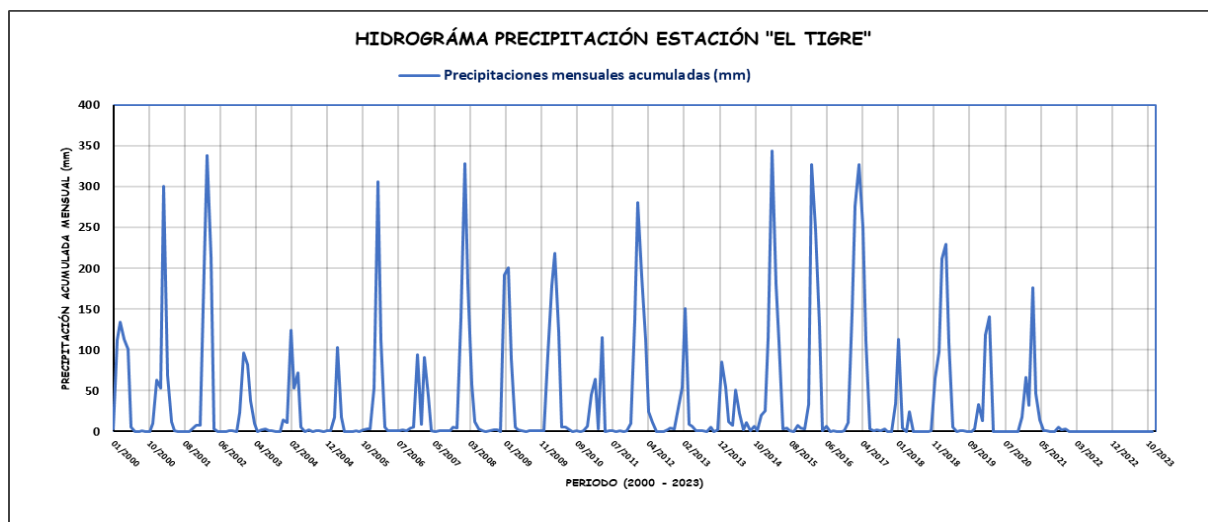
Estación meteorológica : El Tigre

Periodo de registro : Enero 2020 a diciembre 2023.

ESTACIÓN EL TIGRE														
ESTACION:		EL TIGRE					LATITUD:			3°48'8.4" S		DPTO.		TUMBES
N° DE REGISTROS:		24 AÑOS					LONGITUD:			80°27'24" W		PROV.		TUMBES
PERIODO:		2000-2023					ALTITUD:			45 msnm		DIST.		SAN JACINTO
AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL	
2000	3.20	111.80	134.00	112.90	101.40	6.00	0.30	0.00	0.60	0.00	0.00	9.90	480.10	
2001	63.20	53.30	300.70	68.90	11.90	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	8.10	511.30	
2002	7.80	198.30	338.30	213.60	3.30	0.00	0.00	0.00	0.80	0.60	0.00	23.20	785.90	
2003	96.90	81.80	37.20	10.50	0.40	2.50	3.20	1.00	0.80	0.00	0.00	14.80	249.10	
2004	10.90	124.10	53.30	72.50	5.60	0.00	2.20	0.00	1.00	1.50	0.40	0.70	272.20	
2005	1.10	17.40	102.90	17.90	0.20	0.00	0.00	0.90	0.00	1.90	3.10	3.10	148.50	
2006	53.50	306.50	112.10	5.00	0.70	1.30	1.50	1.50	2.40	0.70	4.00	5.50	494.70	
2007	94.55	8.50	90.90	43.40	1.20	0.00	1.40	0.80	1.10	1.00	5.10	4.20	252.15	
2008	138.20	328.70	181.10	58.00	12.70	2.90	0.70	0.50	1.30	2.70	2.60	0.00	729.40	
2009	191.52	200.30	89.00	5.80	2.30	0.80	0.20	1.60	1.50	0.80	0.80	0.80	495.42	
2010	94.70	178.10	218.10	121.80	5.10	5.00	2.70	0.30	0.90	0.30	1.10	6.60	634.70	
2011	45.70	64.00	3.40	114.80	0.40	1.40	1.30	0.10	0.60	0.40	1.20	9.80	243.10	
2012	135.90	280.50	190.30	112.30	24.80	10.70	0.40	0.30	0.10	2.00	4.40	3.50	765.20	
2013	28.30	54.42	150.90	8.70	6.20	0.80	1.30	1.00	0.30	5.80	0.10	2.60	260.42	
2014	85.50	54.82	12.10	7.20	51.00	22.10	1.70	10.80	1.20	6.10	1.10	19.40	273.02	
2015	25.70	114.70	344.40	180.60	109.40	3.80	4.00	0.70	0.00	7.40	4.00	3.80	798.50	
2016	33.00	327.30	247.70	129.30	0.60	6.80	0.00	0.60	0.00	0.40	0.60	11.00	757.30	
2017	144.90	276.30	326.80	249.71	111.40	3.50	0.70	2.40	1.20	3.10	0.00	0.30	1120.31	
2018	34.10	113.60	4.40	0.50	24.70	0.00	0.30	0.50	0.50	0.30	0.80	65.50	245.20	
2019	97.70	212.30	229.80	108.80	5.80	0.40	1.20	1.40			3.40	32.90	693.70	
2020	13.80	118.50	140.60					0.00	0.00	0.30	0.50	17.50	291.20	
2021	67.00	32.20	176.10	47.10	14.30	1.50	1.10		0.20	5.70	2.00	2.80	350.00	
2022													0.00	
2023													0.00	
PROMEDIO	66.7	148.1	158.4	80.4	23.5	3.4	1.2	1.2	0.7	2.0	1.8	11.2	452.1	
MÁXIMO	191.5	328.7	344.4	249.7	111.4	22.1	4.0	10.8	2.4	7.4	5.1	65.5	1120.3	
MÍNIMO	1.1	8.5	3.4	0.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
DESVIACION	53.04	103.98	107.90	72.36	37.11	5.11	1.12	2.30	0.63	2.32	1.71	14.78	283.75	

FUENTE: PEBPT

Hidrograma de Precipitación Mensual Acumulada – Estación “El Tigre” (2000–2023)



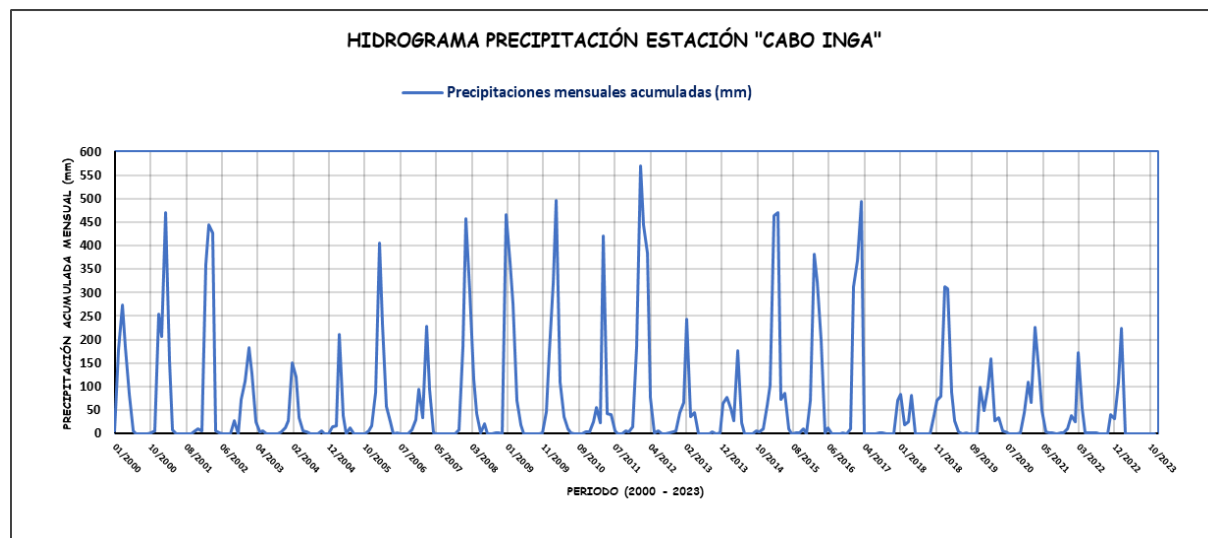
Estación meteorológica : Cabo Inga

Periodo de registro : Enero 2020 a diciembre 2023.

ESTACIÓN CABO INGA														
ESTACION:		CABO INGA			LATITUD:			3°58'33.39" S			DPTO.		TUMBES	
N° DE REGISTROS:		24 AÑOS			LONGITUD:			80°24'6.54" W			PROV.		TUMBES	
PERIODO:		2000-2023			ALTITUD:			231 msnm			DIST.		SAN JACINTO	
AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL	
2000	6.60	177.90	274.30	183.60	83.90	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	6.60	739.70	
2001	253.80	207.00	470.20	154.20	8.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.30	10.50	1110.80	
2002	5.40	359.90	444.40	427.80	6.20	1.00	0.00	0.00	0.00	26.50	0.00	73.20	1344.40	
2003	112.30	183.90	126.00	25.20	4.20	5.30	0.00	0.00	0.00	0.00	3.50	11.90	472.30	
2004	28.40	151.40	119.40	34.00	5.30	4.00	0.00	0.00	0.00	4.70	0.00	0.00	347.20	
2005	13.40	15.70	210.80	37.40	0.00	12.50	0.00	0.00	0.00	0.00	5.60	16.10	311.50	
2006	87.50	404.90	233.00	57.20	25.90	0.30	0.60	0.00	0.00	0.00	8.60	29.40	847.40	
2007	94.60	33.80	227.20	93.40	0.40	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.40	458.10	
2008	185.50	456.20	300.50	115.10	42.60	1.30	20.90	0.00	0.00	1.90	1.40	0.00	1125.40	
2009	465.60	364.90	274.90	71.10	19.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	45.70	1242.40	
2010	171.10	320.90	495.60	110.20	35.70	9.10	0.50	0.00	0.00	0.30	2.90	3.10	1149.40	
2011	24.10	54.80	23.00	421.20	41.70	40.50	6.40	0.00	0.00	4.70	2.80	13.50	632.70	
2012	184.90	570.00	444.70	382.90	76.80	2.20	5.50	0.00	0.00	0.80	4.00	6.20	1678.00	
2013	44.50	67.20	243.30	36.60	44.10	0.00	0.00	0.00	0.00	4.20	0.00	2.40	442.30	
2014	63.10	77.50	53.00	27.30	175.60	23.80	0.30	0.00	0.20	6.80	2.90	9.80	440.30	
2015	59.40	103.90	464.60	469.20	72.30	85.80	9.20	0.00	0.60	1.70	10.00	0.00	1276.70	
2016	71.34	381.91	322.81	198.92	0.49	12.61	0.26	0.10	0.22	0.66	0.00	9.05	998.40	
2017	312.60	369.20	493.40					1.40	1.90				1178.50	
2018	71.60	83.50	19.20	24.10	80.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	37.50	69.80	386.40	
2019	79.50	312.80	307.80	87.50	26.80	4.60	0.00	0.70	0.10	0.00	0.40	98.70	918.90	
2020	49.80	99.50	158.10	27.60	33.20	4.90	3.40	0.00	0.00	0.10	0.40	44.00	421.00	
2021	110.50	65.30	225.90	131.10	48.40	4.40	0.50	0.40	0.10	0.80	0.40	10.30	598.10	
2022	38.10	24.40	171.90	52.20	2.00	1.60	2.20	0.70	0.00	0.10	0.30	40.40	333.90	
2023	30.80	109.80	224.90										365.50	
PROMEDIO	106.9	208.2	263.7	144.0	37.9	10.0	2.3	0.1	0.1	2.4	4.0	23.1	784.1	
MÁXIMO	465.6	570.0	495.6	469.2	175.6	85.8	20.9	1.4	1.9	26.5	37.5	98.7	1678.0	
MÍNIMO	5.4	15.7	19.2	24.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	311.5	
DESVIACION	109.69	160.60	146.24	145.52	41.42	19.42	4.87	0.35	0.41	5.73	8.02	27.48	402.50	

FUENTE: PEBPT

Hidrograma de Precipitación Mensual Acumulada – Estación “Cabo Inga” (2000–2023)



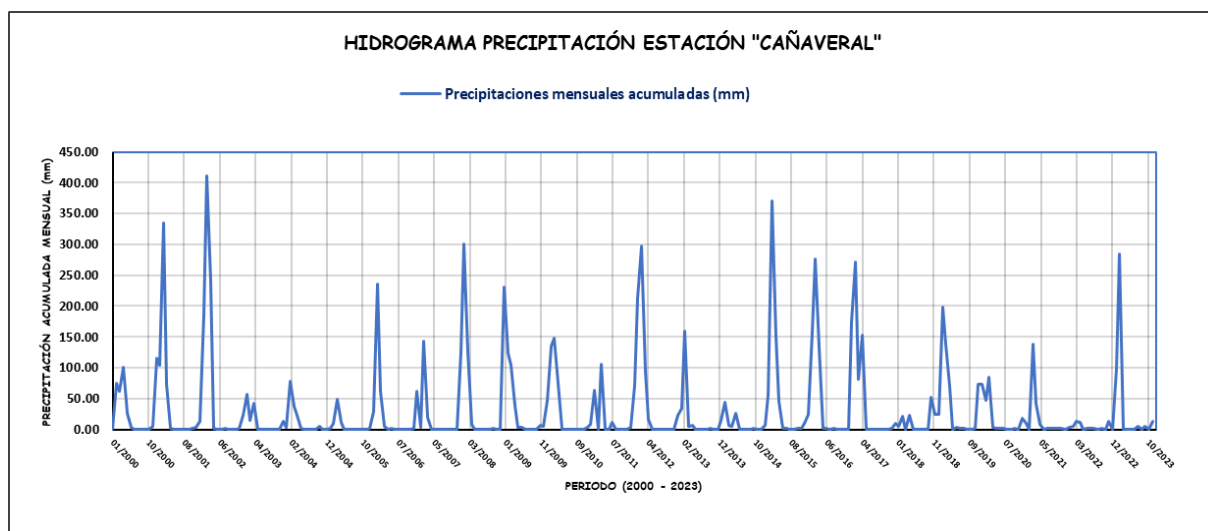
Estación meteorológica : Cañaveral

Periodo de registro : Enero 2020 a diciembre 2023.

ESTACIÓN CAÑAVERAL														
ESTACION:		CAÑAVERAL					LATITUD:			3°56'20.58" S		DPTO.		TUMBES
N° DE REGISTROS:		24 AÑOS					LONGITUD:			80°39'1.98" W		PROV.		CONT. VILLAR
PERIODO:		2000-2023					ALTITUD:			133 msnm		DIST.		CASITAS
AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL	
2000	1.14	74.73	61.05	100.44	26.22	3.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.53	272.63	
2001	115.57	104.09	335.28	72.90	1.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.08	2.72	634.16	
2002	12.47	184.98	410.33	240.20	1.68	0.00	0.00	1.18	0.51	0.48	0.01	1.83	853.68	
2003	22.62	56.64	14.15	42.29	0.66	0.19	0.05	0.00	0.00	0.00	0.01	12.54	149.13	
2004	3.22	78.22	37.93	23.55	1.81	0.00	0.07	0.00	0.00	5.00	0.00	0.00	149.80	
2005	2.11	9.36	48.07	12.23	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	2.01	74.02	
2006	29.04	235.47	61.36	4.79	0.03	1.19	0.06	0.00	0.00	0.00	0.35	1.89	334.18	
2007	61.96	3.50	143.66	19.56	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.24	229.03	
2008	124.74	301.04	126.37	8.18	0.51	0.11	0.92	0.00	0.00	2.22	0.08	0.00	564.17	
2009	230.86	122.97	103.60	38.54	3.28	3.58	0.00	0.00	0.00	0.00	6.35	5.03	514.20	
2010	46.46	134.79	147.78	75.20	0.17	0.04	0.59	0.00	0.00	0.01	0.02	2.71	407.78	
2011	7.88	62.81	0.11	105.69	0.16	0.02	11.38	0.00	0.00	0.02	0.10	4.01	192.18	
2012	71.17	213.37	296.68	94.05	16.64	0.26	0.03	0.00	0.00	0.02	0.77	0.11	693.10	
2013	22.23	34.53	159.69	5.65	6.27	0.00	0.01	0.00	0.00	1.01	0.00	0.13	229.52	
2014	14.90	43.99	7.36	4.98	25.36	0.46	0.03	0.00	0.00	1.58	0.00	0.24	98.90	
2015	6.90	54.73	369.71	150.71	45.82	2.14	2.17	0.00	0.00	1.83	1.48	10.19	645.69	
2016	25.17	156.94	276.19	133.58	2.21	1.01	0.00	2.07	0.00	0.00	0.00	0.44	597.61	
2017	174.14	272.14	81.00	153.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.89	682.16	
2018	9.77	5.54	21.69	0.09	22.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52.30	24.25	136.36	
2019	25.02	198.99	137.62	69.98		3.37	1.50	2.01	0.00	0.00	2.01	73.83	514.33	
2020	73.06	46.80	85.23	3.50	2.01	0.99	2.14	0.00	0.00	2.01	0.00	17.72	233.45	
2021	9.77	0.86	138.91	42.70	7.72	0.68	2.14	2.14	2.01	2.14	2.14	0.86	212.07	
2022	3.24	5.54	12.98	11.82	0.48	2.01	2.14	2.14	0.00	2.14	0.00	12.98	55.47	
2023	0	99.70	284.56					5.67	0.00	5.42	0.00	13.36	408.72	
PROMEDIO	45.6	104.2	140.1	61.5	7.5	0.9	1.0	0.6	0.1	1.0	2.8	8.1	370.1	
MÁXIMO	230.9	301.0	410.3	240.2	45.8	3.6	11.4	5.7	2.0	5.4	52.3	73.8	853.7	
MÍNIMO	0.0	0.9	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	55.5	
DESVIACION	60.05	89.62	123.51	62.97	12.17	1.22	2.41	1.34	0.42	1.56	10.63	15.44	233.41	

FUENTE: PEBPT

Hidrograma de Precipitación Mensual Acumulada – Estación “Cañaveral” (2000–2023)



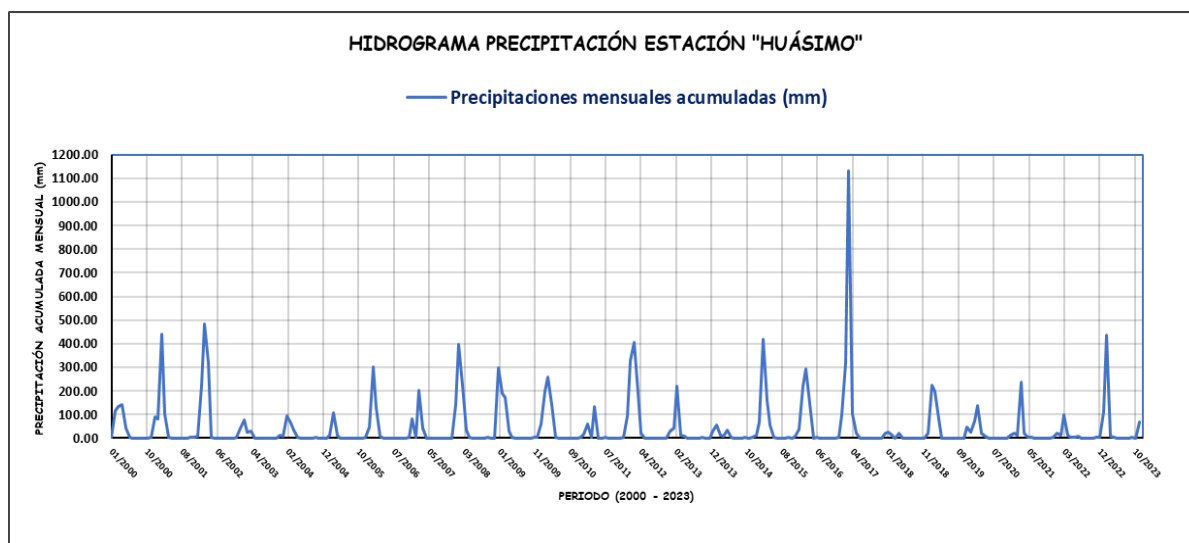
Estación meteorológica : Huásimo

Periodo de registro : Enero 2020 a diciembre 2023.

ESTACIÓN HUÁSIMO														
ESTACION:		HUÁSIMO					LATITUD:			3°59'53.34" S		DPTO.		TUMBES
N° DE REGISTROS:		24 AÑOS					LONGITUD:			80°30'14.09" W		PROV.		TUMBES
PERIODO:		2000-2023					ALTITUD:			607 msnm		DIST.		SAN JACINTO
AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL	
2000	2.56	115.37	135.32	143.53	41.34	5.16	0.00	0.05	0.15	0.06	0.00	5.65	449.19	
2001	91.73	80.15	441.25	105.27	4.26	0.32	0.04	0.05	0.13	0.09	3.06	4.58	730.92	
2002	9.24	225.91	484.26	318.86	2.67	0.44	0.00	0.58	0.58	1.09	0.07	5.87	1049.57	
2003	42.80	79.13	26.46	30.42	1.59	1.74	0.22	0.12	0.19	0.00	0.10	11.74	194.52	
2004	10.07	97.09	65.14	33.67	4.00	0.17	0.22	0.00	0.37	3.86	0.00	0.15	214.73	
2005	1.99	12.42	108.80	12.81	0.16	0.62	0.00	0.09	0.08	0.33	1.09	4.58	142.99	
2006	47.37	300.81	131.45	6.99	0.25	1.02	0.28	0.14	0.09	0.16	1.93	3.42	493.90	
2007	83.46	5.48	201.69	41.13	0.88	0.27	0.00	0.20	0.18	0.26	0.35	1.74	335.63	
2008	144.64	397.56	225.21	33.11	4.74	1.13	0.81	0.03	0.22	2.30	0.50	0.00	810.24	
2009	299.32	187.86	170.76	31.07	2.73	1.46	0.00	0.13	0.37	0.17	3.03	5.59	702.50	
2010	62.47	198.46	260.25	140.92	2.17	0.78	0.43	0.06	0.16	0.29	0.16	2.92	669.06	
2011	15.78	59.00	2.31	132.36	0.90	0.72	5.87	0.06	0.11	0.57	0.80	6.24	224.74	
2012	96.06	326.17	405.08	191.41	23.16	1.78	0.11	0.08	0.13	0.54	1.52	1.34	1047.36	
2013	29.96	43.89	219.55	14.51	9.87	0.28	0.04	0.13	0.10	2.75	0.00	1.15	322.22	
2014	29.38	54.74	13.18	7.16	33.25	5.34	0.12	0.17	0.27	3.78	0.00	3.59	150.98	
2015	14.98	69.16	421.11	161.13	56.45	3.77	0.49	0.05	0.08	2.95	1.55	9.49	741.20	
2016	38.59	221.12	295.73	145.32	0.28	6.13	0.07	0.19	0.18	0.38	0.00	3.77	711.76	
2017	98.26	319.08	1130.62	103.47	19.69	0.81	0.00	0.18	0.13	0.05	0.00	0.31	1672.60	
2018	22.56	26.57	10.92	0.74	21.31	0.16	0.00	0.11	0.25	0.75	0.76	0.50	84.62	
2019	20.11	224.75	200.00	83.48	0.50	0.82	0.02	0.22	0.00	0.00	0.97	48.74	579.61	
2020	26.63	74.78	137.55	22.29	6.40	0.75	0.00	0.01	0.41	0.03	0.33	10.79	279.96	
2021	22.52	12.35	238.29	20.13	5.07	2.73	1.14	0.05	0.95	1.94	0.50	3.22	308.88	
2022	22.28	14.93	98.32	13.83	4.68	2.64	8.70	0.07	0.05	1.26	0.11	2.40	169.26	
2023	3.07	114.11	436.04	6.39	5.72	1.01	1.26	1.16	0.13	2.88	0.00	70.03	641.79	
PROMEDIO	51.5	135.9	244.1	75.0	10.5	1.7	0.8	0.2	0.2	1.1	0.7	8.7	530.3	
MÁXIMO	299.3	397.6	1130.6	318.9	56.5	6.1	8.7	1.2	1.0	3.9	3.1	70.0	1672.6	
MÍNIMO	2.0	5.5	2.3	0.7	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	84.6	
DESVIACION	64.50	115.59	238.71	79.28	14.79	1.75	2.06	0.24	0.20	1.28	0.92	16.25	374.80	

FUENTE: PEBPT

Hidrograma de Precipitación Mensual Acumulada – Estación “Huásimo” (2000–2023)

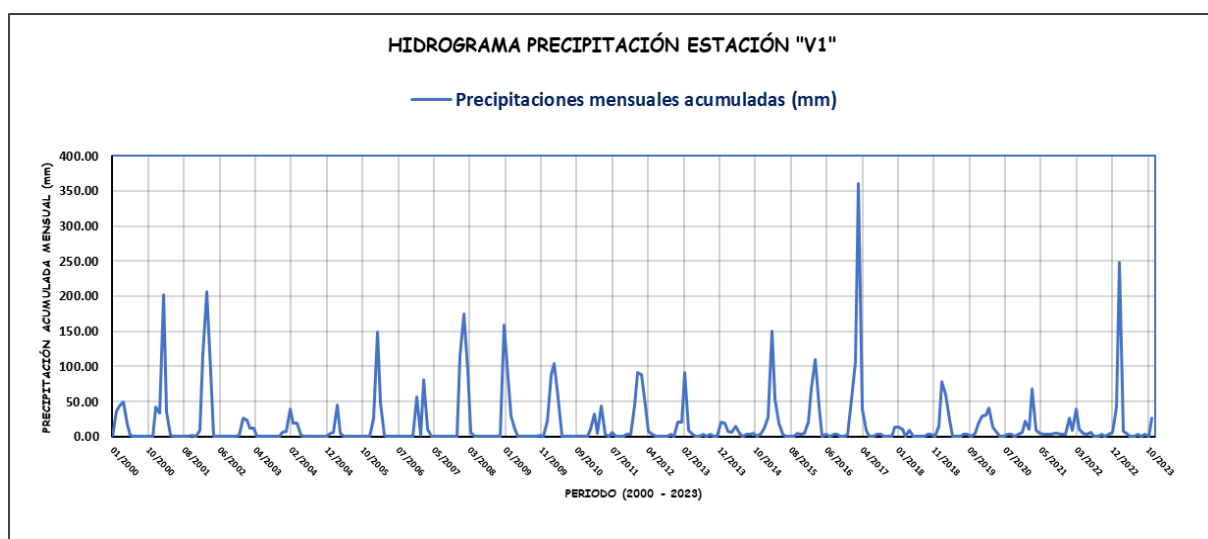


Estación meteorológica : Virtual (V1)

Periodo de registro : Enero 2020 a diciembre 2023.

ESTACIÓN V1														
ESTACION:		V1					LATITUD:			3°45'43.41"S		DPTO.		TUMBES
N° DE REGISTROS:		24 AÑOS					LONGITUD:			80°36'14.22"O		PROV.		CONT. VILLAR
PERIODO:		2000-2023					ALTITUD:			209 msnm		DIST.		CASITAS
AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL	
2000	2.51	36.06	44.04	50.25	17.78	1.37	0.00	0.16	0.12	0.00	0.00	1.00	153.31	
2001	42.26	33.61	201.87	35.82	2.04	0.00	0.00	0.04	0.07	0.00	1.79	1.02	318.52	
2002	8.84	117.54	207.16	92.29	0.49	0.00	0.00	0.28	0.38	0.35	0.00	1.79	429.12	
2003	26.08	23.50	11.58	12.73	0.39	0.00	0.15	0.05	0.15	0.00	0.00	6.12	80.76	
2004	8.45	39.44	19.50	18.62	2.40	0.00	0.11	0.00	0.41	0.87	0.00	0.00	89.79	
2005	5.37	5.89	45.42	4.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.38	0.70	1.05	63.76	
2006	26.64	148.48	48.79	2.56	0.00	0.00	0.04	0.16	0.00	0.00	1.09	1.11	228.86	
2007	56.40	1.77	80.66	10.49	0.72	0.00	0.00	0.48	0.00	0.04	0.52	0.10	151.18	
2008	114.53	174.77	94.33	6.47	0.37	0.00	0.00	0.00	0.24	0.47	0.06	0.00	391.24	
2009	158.52	83.87	30.11	10.82	1.00	0.03	0.00	0.05	0.70	0.00	2.18	0.99	288.25	
2010	22.29	89.15	104.40	55.07	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.53	271.83	
2011	10.79	31.98	4.55	43.12	3.80	0.00	6.18	0.00	0.00	0.00	3.56	4.07	108.04	
2012	45.24	91.53	88.89	43.55	7.58	3.88	0.00	0.00	0.00	0.00	3.91	0.00	284.58	
2013	20.13	20.37	90.78	9.70	5.52	0.00	0.00	3.47	0.00	4.18	0.00	0.00	154.15	
2014	21.07	18.68	8.44	6.61	14.93	4.29	0.00	3.61	3.61	4.91	0.00	4.34	90.51	
2015	12.15	27.39	149.79	53.53	18.65	3.97	0.00	0.00	0.00	4.53	4.04	5.64	279.69	
2016	21.14	67.93	110.75	42.60	0.00	4.06	0.00	3.48	3.48	0.00	0.00	4.11	257.55	
2017	53.56	106.70	361.34	39.05	9.08	0.00	0.00	3.62	3.54	0.00	0.00	0.00	576.89	
2018	13.69	13.42	11.37	0.00	8.65	0.00	0.00	0.00	0.00	3.51	3.74	0.00	54.38	
2019	15.70	77.85	60.21	24.01	0.00	0.00	0.00	4.09	3.56	0.00	4.28	17.41	207.11	
2020	29.00	30.80	40.89	13.72	5.71	0.00	0.00	3.74	3.85	0.00	3.72	6.41	137.85	
2021	22.55	11.04	67.92	9.16	5.24	3.72	3.94	3.83	4.26	4.84	3.79	4.15	144.43	
2022	26.79	9.90	39.78	10.61	4.56	3.95	6.97	0.00	0.00	3.58	0.00	4.07	110.20	
2023	5.97	42.99	247.90	8.02	4.60	0.00	0.00	3.86	0.00	3.96	0.00	26.06	343.36	
PROMEDIO	32.1	54.4	90.4	25.2	4.7	1.1	0.7	1.3	1.0	1.3	1.4	3.8	217.3	
MÁXIMO	158.5	174.8	361.3	92.3	18.7	4.3	7.0	4.1	4.3	4.9	4.3	26.1	576.9	
MÍNIMO	2.5	1.8	4.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	54.4	
DESVIACION	35.88	47.19	87.49	22.94	5.60	1.75	1.98	1.76	1.61	1.93	1.72	6.08	131.45	

Hidrograma de Precipitación Mensual Acumulada – Estación “V1” (2000–2023)

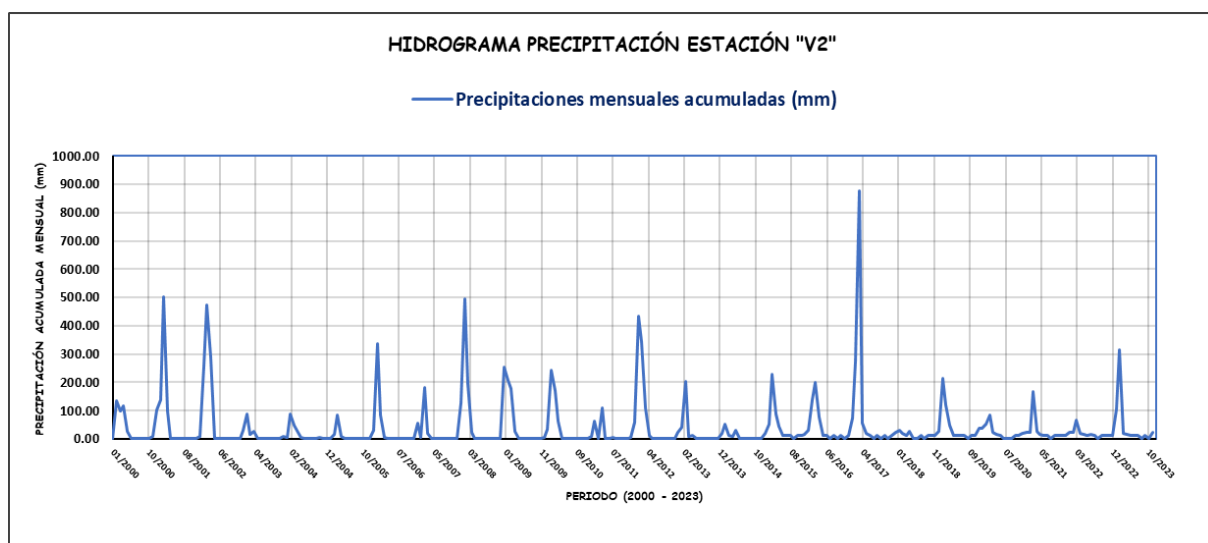


Estación meteorológica : Virtual (V2)

Periodo de registro : Enero 2020 a diciembre 2023.

ESTACIÓN V2													
ESTACION: V2		LATITUD: 4° 3'22.13"S				DPTO. TUMBES							
N° DE REGISTROS: 24 AÑOS		LONGITUD: 80°40'17.14"O				PROV. CONT. VILLAR							
PERIODO: 2000-2023		ALTITUD: 243 msnm				DIST. CASITAS							
AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
2000	2.42	133.60	99.51	118.13	28.18	3.38	0.00	0.05	0.00	0.15	0.00	7.47	392.88
2001	102.46	140.04	502.53	98.52	2.91	0.00	0.03	0.07	0.00	0.19	2.20	3.33	852.28
2002	9.02	256.12	474.93	290.47	2.50	0.00	0.00	0.75	0.21	1.20	0.13	2.91	1038.23
2003	28.99	86.63	16.45	27.31	1.36	0.59	0.03	0.07	0.00	0.00	0.10	10.63	172.17
2004	6.26	89.28	47.69	22.13	3.86	0.00	0.13	0.02	0.00	4.19	0.00	0.51	174.07
2005	2.82	17.20	84.03	10.30	0.38	0.17	0.00	0.05	0.00	0.42	0.37	2.95	118.69
2006	29.47	336.45	85.42	5.97	0.42	0.56	0.11	0.08	0.00	0.19	0.97	3.02	462.65
2007	56.86	6.93	181.41	21.36	1.07	0.00	0.00	0.09	0.00	0.35	0.14	0.89	269.09
2008	128.85	494.07	195.80	22.00	2.88	0.53	0.65	0.04	0.00	2.55	0.24	0.08	847.68
2009	254.77	208.41	176.90	26.45	2.22	1.28	0.00	0.06	0.00	0.21	3.43	4.54	678.26
2010	33.69	241.76	170.06	64.18	1.43	0.09	0.33	0.08	0.00	0.57	0.03	2.49	514.70
2011	8.92	63.21	1.50	109.25	0.90	0.20	6.28	0.08	0.00	0.56	0.36	4.64	195.89
2012	59.58	435.10	345.34	109.80	13.93	0.40	0.08	0.07	0.00	0.49	1.06	0.85	966.71
2013	22.56	39.93	204.06	10.55	14.23	0.00	0.00	0.10	0.00	1.90	0.00	0.94	294.27
2014	17.93	53.72	12.66	7.14	32.10	1.23	0.06	0.12	0.00	2.65	0.00	1.73	129.35
2015	18.71	51.25	228.15	87.39	44.39	12.84	11.60	11.53	0.00	12.47	12.13	17.04	507.49
2016	29.37	136.99	198.99	75.87	12.09	13.44	0.00	11.65	0.00	11.71	0.00	13.40	503.50
2017	74.02	276.28	876.57	57.27	20.86	11.59	0.00	11.54	0.00	11.60	0.00	11.90	1351.63
2018	24.96	32.19	21.00	12.31	26.94	0.00	0.00	11.63	0.00	11.85	11.94	11.82	164.64
2019	27.05	215.32	120.99	50.21	12.17	11.67	11.52	11.53	0.00	11.51	11.77	37.30	521.04
2020	38.76	53.60	86.16	23.95	15.61	11.59	0.00	0.00	0.00	11.54	11.65	18.22	271.07
2021	24.14	22.19	169.11	25.76	16.47	12.48	12.43	0.00	11.68	12.53	11.72	14.16	332.67
2022	22.32	22.95	66.53	20.68	14.96	12.32	15.07	11.54	0.00	12.04	11.53	12.33	222.27
2023	14.15	107.06	313.49	21.24	17.24	11.79	11.76	11.89	0.00	13.23	0.00	23.72	545.57
PROMEDIO	43.3	146.7	195.0	54.9	12.1	4.4	2.9	3.5	0.5	5.2	3.3	8.6	480.3
MÁXIMO	254.8	494.1	876.6	290.5	44.4	13.4	15.1	11.9	11.7	13.2	12.1	37.3	1351.6
MÍNIMO	2.4	6.9	1.5	6.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	118.7
DESVIACION	54.62	135.13	197.70	61.99	11.89	5.68	5.20	5.35	2.38	5.54	5.06	9.01	327.74

Hidrograma de Precipitación Mensual Acumulada – Estación “V2” (2000–2023)



Anexo 2: Completación y Extensión de Datos Faltantes Mensuales mediante el Método CUTOFF (Feng et al., 2014) Aplicado en R, y Análisis Visual mediante Hidrogramas de Precipitación Mensual Acumulada.

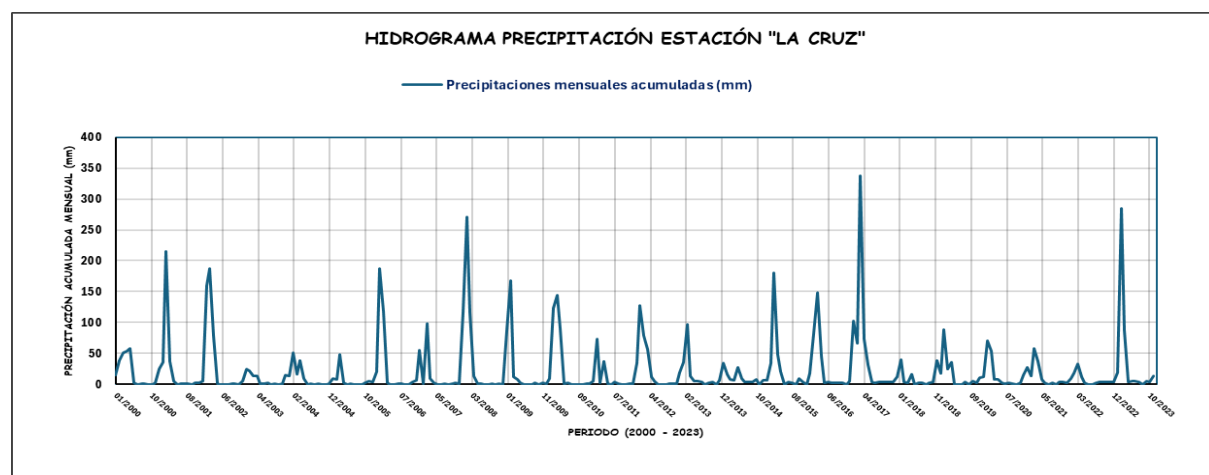
Estación meteorológica : La Cruz

Periodo de registro : Enero 2020 a diciembre 2023.

ESTACIÓN LA CRUZ													
ESTACION:	LA CRUZ					LATITUD:	3°37'41.85" S			DPTO.	TUMBES		
N° DE REGISTROS:	24 AÑOS					LONGITUD:	80°34'9.36" W			PROV.	TUMBES		
PERIODO:	2000-2023					ALTITUD:	6 msnm			DIST.	LA CRUZ		
AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
2000	14.70	38.40	51.80	54.40	58.10	1.90	0.10	0.90	0.70	0.00	0.00	1.80	222.80
2001	24.70	35.20	215.50	37.30	5.20	0.00	0.90	0.80	0.80	0.00	2.80	2.20	325.40
2002	4.70	159.60	187.10	79.40	0.70	0.00	0.00	0.00	0.60	1.60	0.30	5.90	439.90
2003	25.30	22.40	13.90	13.70	0.70	0.70	2.20	0.30	0.70	0.00	0.40	15.60	95.90
2004	13.20	50.60	16.40	38.80	9.80	0.10	0.90	0.00	0.60	0.10	0.00	0.50	131.00
2005	9.90	8.60	49.00	2.20	0.30	0.70	0.00	0.10	0.00	2.30	4.70	3.30	81.10
2006	21.10	186.80	117.20	2.90	0.00	0.00	1.30	0.60	0.10	0.00	3.80	6.30	340.10
2007	54.90	0.60	98.80	9.00	2.20	0.00	0.10	1.70	0.00	1.60	3.10	1.70	173.70
2008	116.00	271.50	117.10	13.60	0.60	0.60	0.10	0.00	1.50	0.10	0.90	0.00	522.00
2009	87.60	168.60	12.60	8.10	2.80	0.00	0.00	0.20	2.50	0.20	2.00	1.20	285.80
2010	10.00	123.10	143.80	90.10	0.60	1.80	0.20	0.00	0.00	0.20	1.40	1.50	372.70
2011	5.20	72.70	2.30	37.40	1.10	0.20	3.50	1.70	0.00	0.10	0.70	0.60	125.50
2012	34.90	127.90	79.50	56.90	11.60	5.80	0.00	0.10	0.10	1.00	1.50	0.60	319.90
2013	18.88	36.23	97.37	14.09	5.00	4.67	3.60	0.00	2.94	4.43	0.00	6.00	193.21
2014	34.00	16.98	8.47	6.49	27.15	8.97	3.19	3.27	3.35	7.48	0.00	6.41	125.76
2015	6.08	33.76	180.66	48.79	20.37	0.00	3.93	3.02	0.00	9.63	3.93	0.00	310.17
2016	17.27	82.09	148.03	46.18	2.88	4.41	3.13	2.97	3.12	2.91	0.00	4.70	317.69
2017	103.07	66.80	337.47	73.41	31.36	3.68	2.94	3.52	3.27	3.85	3.43	3.68	636.48
2018	12.85	40.45	3.68	3.02	16.49	0.00	3.10	3.02	0.00	3.10	3.19	38.38	127.28
2019	18.22	88.29	24.17	35.82	0.00	0.00	0.00	3.76	0.00	4.59	3.10	10.21	188.16
2020	12.44	70.69	54.33	8.60	7.32	1.91	1.09	3.02	1.73	0.00	2.94	14.59	178.66
2021	27.72	13.51	58.38	36.65	8.14	2.94	0.00	2.94	0.00	3.85	3.68	2.94	160.75
2022	9.22	17.31	32.43	12.52	3.02	0.00	0.00	2.94	3.76	4.51	3.27	3.27	92.25
2023	3.43	18.80	284.76	87.62	3.19	5.50	4.59	3.35	0.00	4.67	3.27	13.84	433.02
PROMEDIO	28.6	73.0	97.3	34.0	9.1	1.8	1.5	1.6	1.1	2.3	2.0	6.1	258.3
MÁXIMO	116.0	271.5	337.5	90.1	58.1	9.0	4.6	3.8	3.8	9.6	4.7	38.4	636.5
MÍNIMO	3.4	0.6	2.3	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	81.1
DESVIACION	31.00	68.09	91.21	28.22	13.57	2.46	1.60	1.46	1.33	2.63	1.57	8.29	147.22

FUENTE: SENAMHI

Hidrograma de Precipitación Mensual Acumulada – Estación “La Cruz” (2000–2023)



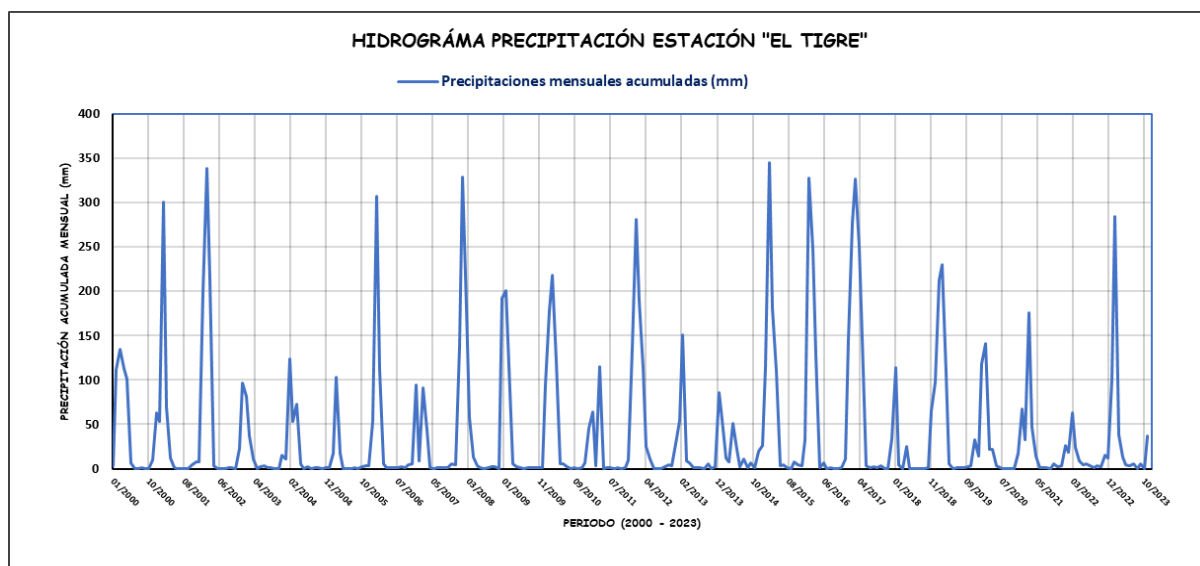
Estación meteorológica : El Tigre

Periodo de registro : Enero 2020 a diciembre 2023.

ESTACIÓN EL TIGRE													
ESTACION:	EL TIGRE					LATITUD:	3°48'8.4" S			DPTO.	TUMBES		
N° DE REGISTROS:	24 AÑOS					LONGITUD:	80°27'24" W			PROV.	TUMBES		
PERIODO:	2000-2023					ALTITUD:	45 msnm			DIST.	SAN JACINTO		
AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
2000	3.20	111.80	134.00	112.90	101.40	6.00	0.30	0.00	0.60	0.00	0.00	9.90	480.10
2001	63.20	53.30	300.70	68.90	11.90	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	8.10	511.30
2002	7.80	198.30	338.30	213.60	3.30	0.00	0.00	0.00	0.80	0.60	0.00	23.20	785.90
2003	96.90	81.80	37.20	10.50	0.40	2.50	3.20	1.00	0.80	0.00	0.00	14.80	249.10
2004	10.90	124.10	53.30	72.50	5.60	0.00	2.20	0.00	1.00	1.50	0.40	0.70	272.20
2005	1.10	17.40	102.90	17.90	0.20	0.00	0.00	0.90	0.00	1.90	3.10	3.10	148.50
2006	53.50	306.50	112.10	5.00	0.70	1.30	1.50	1.50	2.40	0.70	4.00	5.50	494.70
2007	94.55	8.50	90.90	43.40	1.20	0.00	1.40	0.80	1.10	1.00	5.10	4.20	252.15
2008	138.20	328.70	181.10	58.00	12.70	2.90	0.70	0.50	1.30	2.70	2.60	0.00	729.40
2009	191.52	200.30	89.00	5.80	2.30	0.80	0.20	1.60	1.50	0.80	0.80	0.80	495.42
2010	94.70	178.10	218.10	121.80	5.10	5.00	2.70	0.30	0.90	0.30	1.10	6.60	634.70
2011	45.70	64.00	3.40	114.80	0.40	1.40	1.30	0.10	0.60	0.40	1.20	9.80	243.10
2012	135.90	280.50	190.30	112.30	24.80	10.70	0.40	0.30	0.10	2.00	4.40	3.50	765.20
2013	28.30	54.42	150.90	8.70	6.20	0.80	1.30	1.00	0.30	5.80	0.10	2.60	260.42
2014	85.50	54.82	12.10	7.20	51.00	22.10	1.70	10.80	1.20	6.10	1.10	19.40	273.02
2015	25.70	114.70	344.40	180.60	109.40	3.80	4.00	0.70	0.00	7.40	4.00	3.80	798.50
2016	33.00	327.30	247.70	129.30	0.60	6.80	0.00	0.60	0.00	0.40	0.60	11.00	757.30
2017	144.90	276.30	326.80	249.71	111.40	3.50	0.70	2.40	1.20	3.10	0.00	0.30	1120.31
2018	34.10	113.60	4.40	0.50	24.70	0.00	0.30	0.50	0.50	0.30	0.80	65.50	245.20
2019	97.70	212.30	229.80	108.80	5.80	0.40	1.20	1.40	0.85	2.38	3.40	32.90	696.93
2020	13.80	118.50	140.60	21.92	21.98	3.81	0.83	0.00	0.00	0.30	0.50	17.50	339.74
2021	67.00	32.20	176.10	47.10	14.30	1.50	1.10	1.50	0.20	5.70	2.00	2.80	351.50
2022	25.75	18.77	63.22	24.31	8.42	3.93	5.04	2.93	0.88	3.58	1.92	14.96	173.73
2023	12.02	99.58	284.45	37.51	13.29	4.82	3.51	5.59	0.03	5.65	0.48	37.33	504.27
PROMEDIO	62.7	140.7	159.7	73.9	22.4	3.5	1.4	1.4	0.7	2.2	1.7	12.4	482.6
MÁXIMO	191.5	328.7	344.4	249.7	111.4	22.1	5.0	10.8	2.4	7.4	5.1	65.5	1120.3
MÍNIMO	1.1	8.5	3.4	0.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	148.5
DESVIACION	52.49	103.17	108.23	69.81	34.80	4.78	1.39	2.35	0.61	2.31	1.66	15.10	254.43

FUENTE: PEBPT

Hidrograma de Precipitación Mensual Acumulada – Estación “El Tigre” (2000–2023)



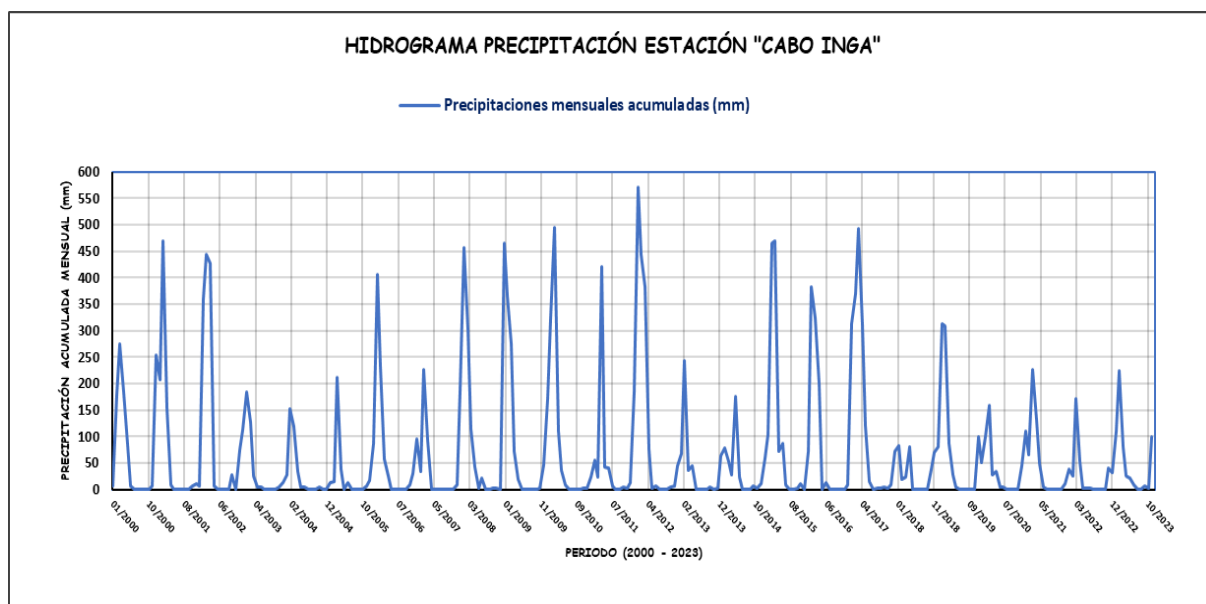
Estación meteorológica : Cabo Inga

Periodo de registro : Enero 2020 a diciembre 2023.

ESTACIÓN CABO INGA													
ESTACION:	CABO INGA			LATITUD:	3°58'33.39" S			DPTO.	TUMBES				
N° DE REGISTROS:	24 AÑOS			LONGITUD:	80°24'6.54" W			PROV.	TUMBES				
PERIODO:	2000-2023			ALTITUD:	231 msnm			DIST.	SAN JACINTO				
AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
2000	6.60	177.90	274.30	183.60	83.90	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	6.60	739.70
2001	253.80	207.00	470.20	154.20	8.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.30	10.50	1110.80
2002	5.40	359.90	444.40	427.80	6.20	1.00	0.00	0.00	0.00	26.50	0.00	73.20	1344.40
2003	112.30	183.90	126.00	25.20	4.20	5.30	0.00	0.00	0.00	0.00	3.50	11.90	472.30
2004	28.40	151.40	119.40	34.00	5.30	4.00	0.00	0.00	0.00	4.70	0.00	0.00	347.20
2005	13.40	15.70	210.80	37.40	0.00	12.50	0.00	0.00	0.00	0.00	5.60	16.10	311.50
2006	87.50	404.90	233.00	57.20	25.90	0.30	0.60	0.00	0.00	0.00	8.60	29.40	847.40
2007	94.60	33.80	227.20	93.40	0.40	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.40	458.10
2008	185.50	456.20	300.50	115.10	42.60	1.30	20.90	0.00	0.00	1.90	1.40	0.00	1125.40
2009	465.60	364.90	274.90	71.10	19.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	45.70	1242.40
2010	171.10	320.90	495.60	110.20	35.70	9.10	0.50	0.00	0.00	0.30	2.90	3.10	1149.40
2011	24.10	54.80	23.00	421.20	41.70	40.50	6.40	0.00	0.00	4.70	2.80	13.50	632.70
2012	184.90	570.00	444.70	382.90	76.80	2.20	5.50	0.00	0.00	0.80	4.00	6.20	1678.00
2013	44.50	67.20	243.30	36.60	44.10	0.00	0.00	0.00	0.00	4.20	0.00	2.40	442.30
2014	63.10	77.50	53.00	27.30	175.60	23.80	0.30	0.00	0.20	6.80	2.90	9.80	440.30
2015	59.40	103.90	464.60	469.20	72.30	85.80	9.20	0.00	0.60	1.70	10.00	0.00	1276.70
2016	71.34	381.91	322.81	198.92	0.49	12.61	0.26	0.10	0.22	0.66	0.00	9.05	998.37
2017	312.60	369.20	493.40	310.08	120.44	15.29	0.99	1.40	1.90	3.56	1.11	8.84	1638.81
2018	71.60	83.50	19.20	24.10	80.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	37.50	69.80	386.40
2019	79.50	312.80	307.80	87.50	26.80	4.60	0.00	0.70	0.10	0.00	0.40	98.70	918.90
2020	49.80	99.50	158.10	27.60	33.20	4.90	3.40	0.00	0.00	0.10	0.40	44.00	421.00
2021	110.50	65.30	225.90	131.10	48.40	4.40	0.50	0.40	0.10	0.80	0.40	10.30	598.10
2022	38.10	24.40	171.90	52.20	2.00	1.60	2.20	0.70	0.00	0.10	0.30	40.40	333.90
2023	30.80	109.80	224.90	79.77	26.14	21.66	7.87	0.60	0.01	7.27	1.28	98.80	608.89
PROMEDIO	106.9	208.2	263.7	148.2	40.9	10.7	2.4	0.2	0.1	2.7	3.8	25.7	813.5
MÁXIMO	465.6	570.0	495.6	469.2	175.6	85.8	20.9	1.4	1.9	26.5	37.5	98.8	1678.0
MÍNIMO	5.4	15.7	19.2	24.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	311.5
DESVIACION	109.69	160.60	146.24	143.86	43.12	18.73	4.80	0.35	0.40	5.57	7.70	30.67	424.05

FUENTE: PEBPT

Hidrograma de Precipitación Mensual Acumulada – Estación “Cabo Inga” (2000–2023)



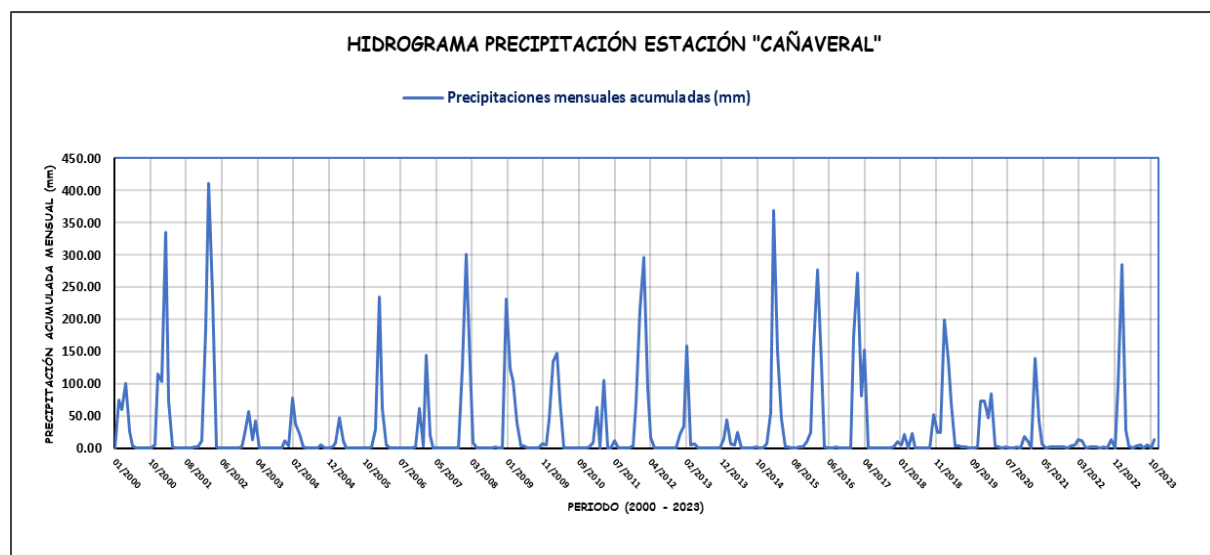
Estación meteorológica : Cañaveral

Periodo de registro : Enero 2020 a diciembre 2023.

ESTACIÓN CAÑAVERAL														
ESTACION:		CAÑAVERAL					LATITUD:			3°56'20.58" S		DPTO.		TUMBES
N° DE REGISTROS:		24 AÑOS					LONGITUD:			80°39'1.98" W		PROV.		CONT. VILLAR
PERIODO:		2000-2023					ALTITUD:			133 msnm		DIST.		CASITAS
AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL	
2000	1.14	74.73	61.05	100.44	26.22	3.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.53	272.63	
2001	115.57	104.09	335.28	72.90	1.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.08	2.72	634.17	
2002	12.47	184.98	410.33	240.20	1.68	0.00	0.00	1.18	0.51	0.48	0.01	1.83	853.67	
2003	22.62	56.64	14.15	42.29	0.66	0.19	0.05	0.00	0.00	0.00	0.01	12.54	149.15	
2004	3.22	78.22	37.93	23.55	1.81	0.00	0.07	0.00	0.00	5.00	0.00	0.00	149.80	
2005	2.11	9.36	48.07	12.23	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	2.01	74.02	
2006	29.04	235.47	61.36	4.79	0.03	1.19	0.06	0.00	0.00	0.00	0.35	1.89	334.18	
2007	61.96	3.50	143.66	19.56	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.24	229.02	
2008	124.74	301.04	126.37	8.18	0.51	0.11	0.92	0.00	0.00	2.22	0.08	0.00	564.17	
2009	230.86	122.97	103.60	38.54	3.28	3.58	0.00	0.00	0.00	0.00	6.35	5.03	514.21	
2010	46.46	134.79	147.78	75.20	0.17	0.04	0.59	0.00	0.00	0.01	0.02	2.71	407.77	
2011	7.88	62.81	0.11	105.69	0.16	0.02	11.38	0.00	0.00	0.02	0.10	4.01	192.18	
2012	71.17	213.37	296.68	94.05	16.64	0.26	0.03	0.00	0.00	0.02	0.77	0.11	693.10	
2013	22.23	34.53	159.69	5.65	6.27	0.00	0.01	0.00	0.00	1.01	0.00	0.13	229.52	
2014	14.90	43.99	7.36	4.98	25.36	0.46	0.03	0.00	0.00	1.58	0.00	0.24	98.90	
2015	6.90	54.73	369.71	150.71	45.82	2.14	2.17	0.00	0.00	1.83	1.48	10.19	645.68	
2016	25.17	156.94	276.19	133.58	2.21	1.01	0.00	2.07	0.00	0.00	0.00	0.44	597.61	
2017	174.14	272.14	81.00	153.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.89	682.17	
2018	9.77	5.54	21.69	0.09	22.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	52.30	24.25	136.35	
2019	25.02	198.99	137.62	69.98	3.48	3.37	1.50	2.01	0.00	0.00	2.01	73.83	517.81	
2020	73.06	46.80	85.23	3.50	2.01	0.99	2.14	0.00	0.00	2.01	0.00	17.72	233.46	
2021	9.77	0.86	138.91	42.70	7.72	0.68	2.14	2.14	2.01	2.14	2.14	0.86	212.07	
2022	3.24	5.54	12.98	11.82	0.48	2.01	2.14	2.14	0.00	2.14	0.00	12.98	55.47	
2023	0	99.70	284.56	27.40	3.58	1.07	3.02	5.67	0.00	5.42	0.00	13.36	443.78	
PROMEDIO	45.6	104.2	140.1	60.0	7.2	0.9	1.1	0.6	0.1	1.0	2.8	8.1	371.7	
MÁXIMO	230.9	301.0	410.3	240.2	45.8	3.6	11.4	5.7	2.0	5.4	52.3	73.8	853.7	
MÍNIMO	0.0	0.9	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	55.5	
DESVIACION	60.05	89.62	123.51	61.98	11.68	1.19	2.39	1.34	0.42	1.56	10.63	15.45	233.87	

FUENTE: PEBPT

Hidrograma de Precipitación Mensual Acumulada – Estación “Cañaveral” (2000–2023)



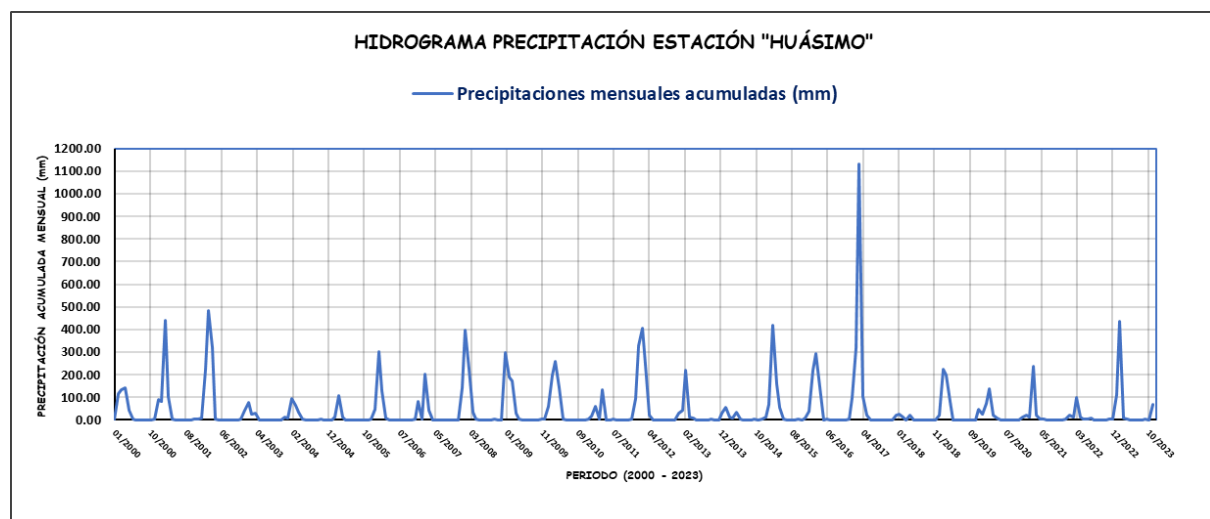
Estación meteorológica : Huásimo

Periodo de registro : Enero 2020 a diciembre 2023.

ESTACIÓN HUÁSIMO														
ESTACION:		HUÁSIMO					LATITUD:			3°59'53.34" S		DPTO.		TUMBES
N° DE REGISTROS:		24 AÑOS					LONGITUD:			80°30'14.09" W		PROV.		TUMBES
PERIODO:		2000-2023					ALTITUD:			607 msnm		DIST.		SAN JACINTO
AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL	
2000	2.56	115.37	135.32	143.53	41.34	5.16	0.00	0.05	0.15	0.06	0.00	5.65	449.19	
2001	91.73	80.15	441.25	105.27	4.26	0.32	0.04	0.05	0.13	0.09	3.06	4.58	730.93	
2002	9.24	225.91	484.26	318.86	2.67	0.44	0.00	0.58	0.58	1.09	0.07	5.87	1049.57	
2003	42.80	79.13	26.46	30.42	1.59	1.74	0.22	0.12	0.19	0.00	0.10	11.74	194.51	
2004	10.07	97.09	65.14	33.67	4.00	0.17	0.22	0.00	0.37	3.86	0.00	0.15	214.74	
2005	1.99	12.42	108.80	12.81	0.16	0.62	0.00	0.09	0.08	0.33	1.09	4.58	142.97	
2006	47.37	300.81	131.45	6.99	0.25	1.02	0.28	0.14	0.09	0.16	1.93	3.42	493.91	
2007	83.46	5.48	201.69	41.13	0.88	0.27	0.00	0.20	0.18	0.26	0.35	1.74	335.64	
2008	144.64	397.56	225.21	33.11	4.74	1.13	0.81	0.03	0.22	2.30	0.50	0.00	810.25	
2009	299.32	187.86	170.76	31.07	2.73	1.46	0.00	0.13	0.37	0.17	3.03	5.59	702.49	
2010	62.47	198.46	260.25	140.92	2.17	0.78	0.43	0.06	0.16	0.29	0.16	2.92	669.07	
2011	15.78	59.00	2.31	132.36	0.90	0.72	5.87	0.06	0.11	0.57	0.80	6.24	224.72	
2012	96.06	326.17	405.08	191.41	23.16	1.78	0.11	0.08	0.13	0.54	1.52	1.34	1047.38	
2013	29.96	43.89	219.55	14.51	9.87	0.28	0.04	0.13	0.10	2.75	0.00	1.15	322.23	
2014	29.38	54.74	13.18	7.16	33.25	5.34	0.12	0.17	0.27	3.78	0.00	3.59	150.98	
2015	14.98	69.16	421.11	161.13	56.45	3.77	0.49	0.05	0.08	2.95	1.55	9.49	741.21	
2016	38.59	221.12	295.73	145.32	0.28	6.13	0.07	0.19	0.18	0.38	0.00	3.77	711.76	
2017	98.26	319.08	1130.62	103.47	19.69	0.81	0.00	0.18	0.13	0.05	0.00	0.31	1672.60	
2018	22.56	26.57	10.92	0.74	21.31	0.16	0.00	0.11	0.25	0.75	0.76	0.50	84.63	
2019	20.11	224.75	200.00	83.48	0.50	0.82	0.02	0.22	0.00	0.00	0.97	48.74	579.61	
2020	26.63	74.78	137.55	22.29	6.40	0.75	0.00	0.01	0.41	0.03	0.33	10.79	279.97	
2021	22.52	12.35	238.29	20.13	5.07	2.73	1.14	0.05	0.95	1.94	0.50	3.22	308.89	
2022	22.28	14.93	98.32	13.83	4.68	2.64	8.70	0.07	0.05	1.26	0.11	2.40	169.27	
2023	3.07	114.11	436.04	6.39	5.72	1.01	1.26	1.16	0.13	2.88	0.00	70.03	641.80	
PROMEDIO	51.5	135.9	244.1	75.0	10.5	1.7	0.8	0.2	0.2	1.1	0.7	8.7	530.4	
MÁXIMO	299.3	397.6	1130.6	318.9	56.5	6.1	8.7	1.2	1.0	3.9	3.1	70.0	1672.6	
MÍNIMO	2.0	5.5	2.3	0.7	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	84.6	
DESVIACION	64.50	115.59	238.71	79.28	14.79	1.75	2.06	0.24	0.20	1.29	0.92	16.25	374.81	

Fuente:PEBPT

Hidrograma de Precipitación Mensual Acumulada – Estación “Huásimo” (2000–2023)

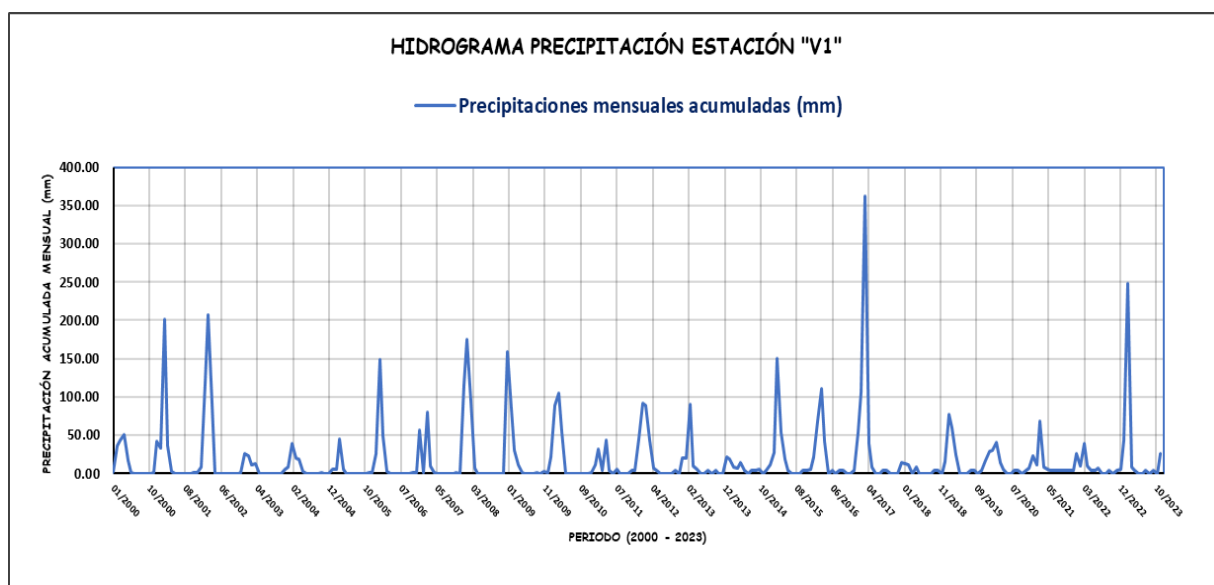


Estación meteorológica : Virtual (V1)

Periodo de registro : Enero 2020 a diciembre 2023.

ESTACIÓN V1														
ESTACION:		V1					LATITUD:			3°45'43.41"S		DPTO.		TUMBES
N° DE REGISTROS:		24 AÑOS					LONGITUD:			80°36'14.22"O		PROV.		CONT. VILLAR
PERIODO:		2000-2023					ALTITUD:			209 msnm		DIST.		CASITAS
AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL	
2000	2.51	36.06	44.04	50.25	17.78	1.37	0.00	0.16	0.12	0.00	0.00	1.00	153.31	
2001	42.26	33.61	201.87	35.82	2.04	0.00	0.00	0.04	0.07	0.00	1.79	1.02	318.52	
2002	8.84	117.54	207.16	92.29	0.49	0.00	0.00	0.28	0.38	0.35	0.00	1.79	429.12	
2003	26.08	23.50	11.58	12.73	0.39	0.00	0.15	0.05	0.15	0.00	0.00	6.12	80.76	
2004	8.45	39.44	19.50	18.62	2.40	0.00	0.11	0.00	0.41	0.87	0.00	0.00	89.79	
2005	5.37	5.89	45.42	4.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.38	0.70	1.05	63.76	
2006	26.64	148.48	48.79	2.56	0.00	0.00	0.04	0.16	0.00	0.00	1.09	1.11	228.86	
2007	56.40	1.77	80.66	10.49	0.72	0.00	0.00	0.48	0.00	0.04	0.52	0.10	151.18	
2008	114.53	174.77	94.33	6.47	0.37	0.00	0.00	0.00	0.24	0.47	0.06	0.00	391.24	
2009	158.52	83.87	30.11	10.82	1.00	0.03	0.00	0.05	0.70	0.00	2.18	0.99	288.25	
2010	22.29	89.15	104.40	55.07	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.53	271.83	
2011	10.79	31.98	4.55	43.12	3.80	0.00	6.18	0.00	0.00	0.00	3.56	4.07	108.04	
2012	45.24	91.53	88.89	43.55	7.58	3.88	0.00	0.00	0.00	0.00	3.91	0.00	284.58	
2013	20.13	20.37	90.78	9.70	5.52	0.00	0.00	3.47	0.00	4.18	0.00	0.00	154.15	
2014	21.07	18.68	8.44	6.61	14.93	4.29	0.00	3.61	3.61	4.91	0.00	4.34	90.51	
2015	12.15	27.39	149.79	53.53	18.65	3.97	0.00	0.00	0.00	4.53	4.04	5.64	279.69	
2016	21.14	67.93	110.75	42.60	0.00	4.06	0.00	3.48	3.48	0.00	0.00	4.11	257.55	
2017	53.56	106.70	361.34	39.05	9.08	0.00	0.00	3.62	3.54	0.00	0.00	0.00	576.89	
2018	13.69	13.42	11.37	0.00	8.65	0.00	0.00	0.00	0.00	3.51	3.74	0.00	54.38	
2019	15.70	77.85	60.21	24.01	0.00	0.00	0.00	4.09	3.56	0.00	4.28	17.41	207.11	
2020	29.00	30.80	40.89	13.72	5.71	0.00	0.00	3.74	3.85	0.00	3.72	6.41	137.85	
2021	22.55	11.04	67.92	9.16	5.24	3.72	3.94	3.83	4.26	4.84	3.79	4.15	144.43	
2022	26.79	9.90	39.78	10.61	4.56	3.95	6.97	0.00	0.00	3.58	0.00	4.07	110.20	
2023	5.97	42.99	247.90	8.02	4.60	0.00	0.00	3.86	0.00	3.96	0.00	26.06	343.36	
PROMEDIO	32.1	54.4	90.4	25.2	4.7	1.1	0.7	1.3	1.0	1.3	1.4	3.8	217.3	
MÁXIMO	158.5	174.8	361.3	92.3	18.7	4.3	7.0	4.1	4.3	4.9	4.3	26.1	576.9	
MÍNIMO	2.5	1.8	4.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	54.4	
DESVIACION	35.88	47.19	87.49	22.94	5.60	1.75	1.98	1.76	1.61	1.93	1.72	6.08	131.45	

Hidrograma de Precipitación Mensual Acumulada – Estación “V1” (2000–2023)

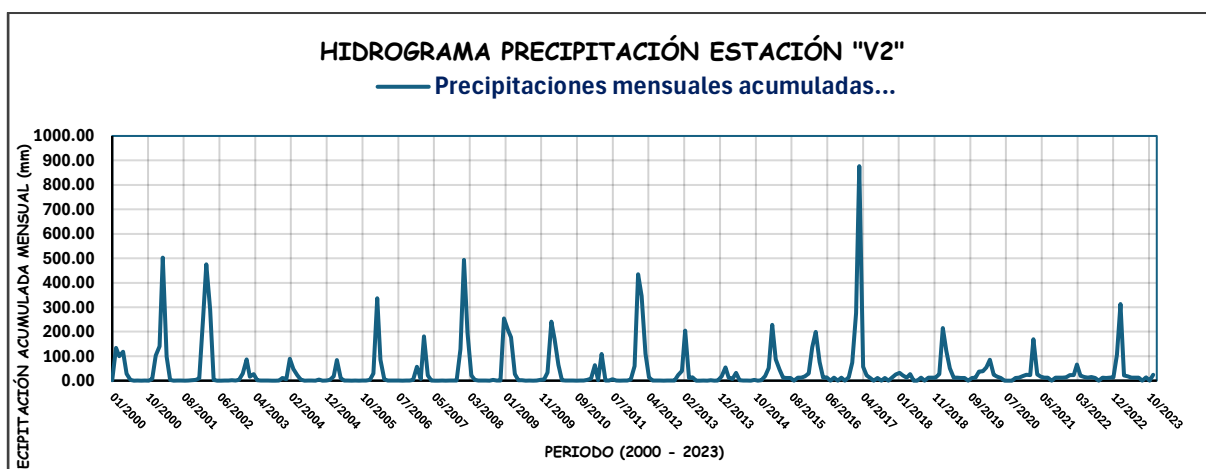


Estación meteorológica : Virtual (V2)

Periodo de registro : Enero 2020 a diciembre 2023.

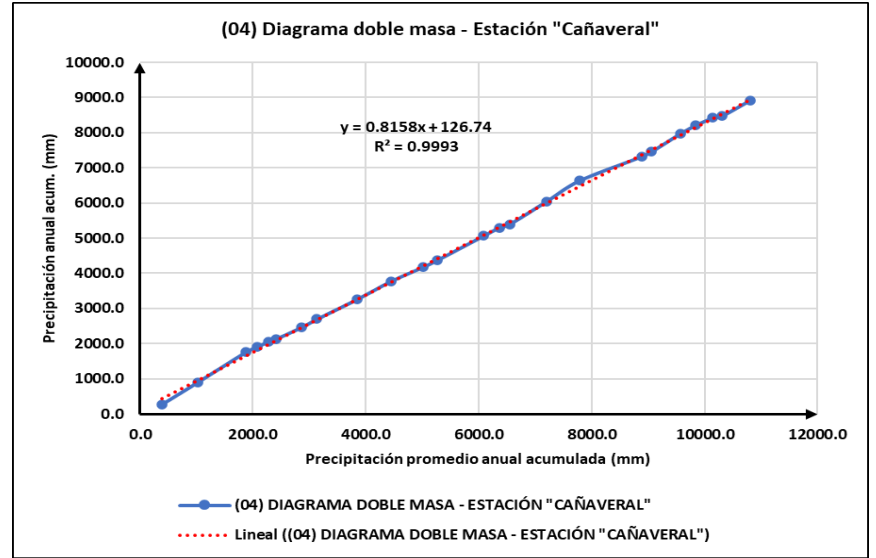
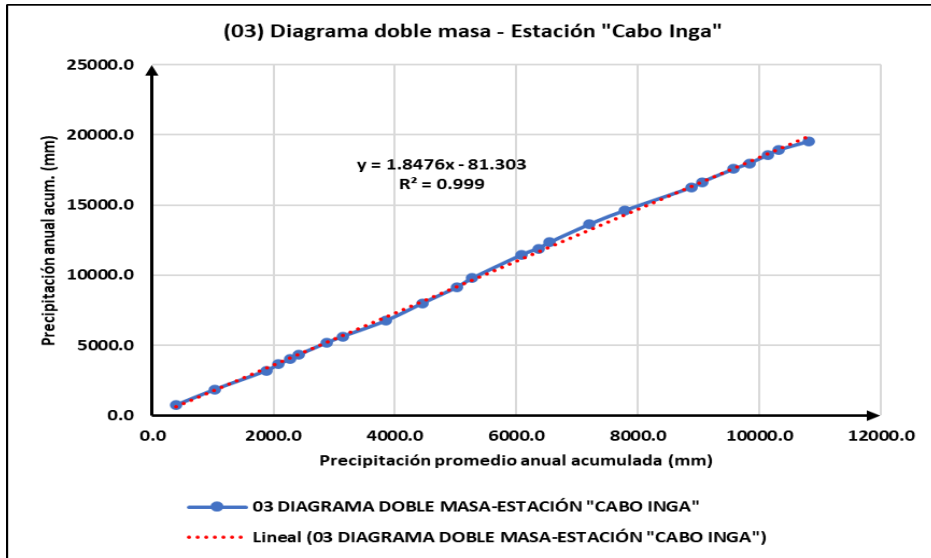
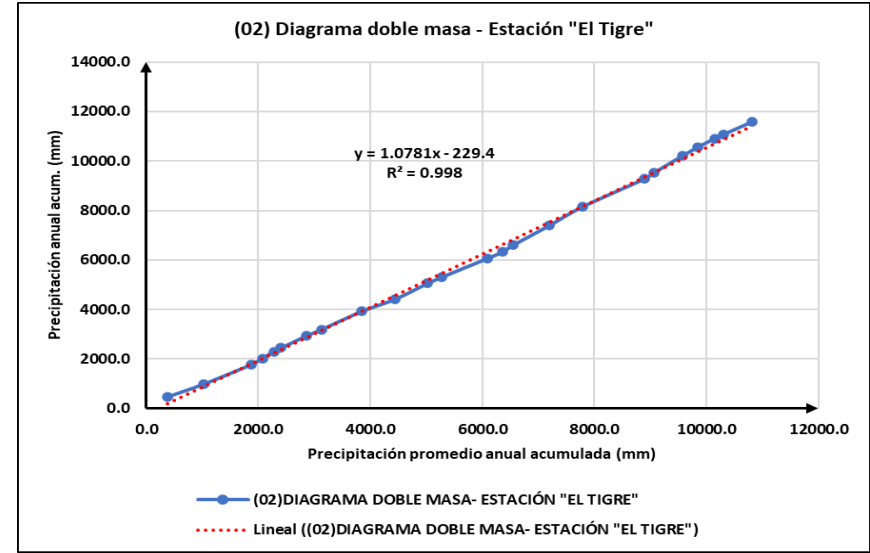
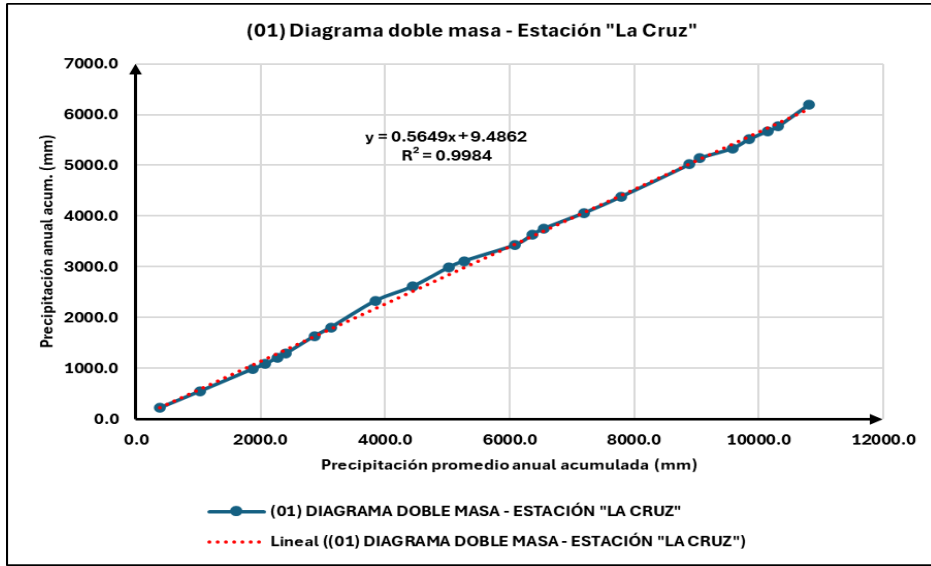
ESTACIÓN V2													
ESTACION: V2		LATITUD: 4° 3'22.13"S		DPTO. TUMBES									
N° DE REGISTROS: 24 AÑOS		LONGITUD: 80°40'17.14"O		PROV. CONT. VILLAR									
PERIODO: 2000-2023		ALTITUD: 243 msnm		DIST. CASITAS									
AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
2000	2.42	133.60	99.51	118.13	28.18	3.38	0.00	0.05	0.00	0.15	0.00	7.47	392.89
2001	102.46	140.04	502.53	98.52	2.91	0.00	0.03	0.07	0.00	0.19	2.20	3.33	852.28
2002	9.02	256.12	474.93	290.47	2.50	0.00	0.00	0.75	0.21	1.20	0.13	2.91	1038.24
2003	28.99	86.63	16.45	27.31	1.36	0.59	0.03	0.07	0.00	0.00	0.10	10.63	172.16
2004	6.26	89.28	47.69	22.13	3.86	0.00	0.13	0.02	0.00	4.19	0.00	0.51	174.07
2005	2.82	17.20	84.03	10.30	0.38	0.17	0.00	0.05	0.00	0.42	0.37	2.95	118.69
2006	29.47	336.45	85.42	5.97	0.42	0.56	0.11	0.08	0.00	0.19	0.97	3.02	462.66
2007	56.86	6.93	181.41	21.36	1.07	0.00	0.00	0.09	0.00	0.35	0.14	0.89	269.10
2008	128.85	494.07	195.80	22.00	2.88	0.53	0.65	0.04	0.00	2.55	0.24	0.08	847.69
2009	254.77	208.41	176.90	26.45	2.22	1.28	0.00	0.06	0.00	0.21	3.43	4.54	678.27
2010	33.69	241.76	170.06	64.18	1.43	0.09	0.33	0.08	0.00	0.57	0.03	2.49	514.71
2011	8.92	63.21	1.50	109.25	0.90	0.20	6.28	0.08	0.00	0.56	0.36	4.64	195.90
2012	59.58	435.10	345.34	109.80	13.93	0.40	0.08	0.07	0.00	0.49	1.06	0.85	966.70
2013	22.56	39.93	204.06	10.55	14.23	0.00	0.00	0.10	0.00	1.90	0.00	0.94	294.27
2014	17.93	53.72	12.66	7.14	32.10	1.23	0.06	0.12	0.00	2.65	0.00	1.73	129.34
2015	18.71	51.25	228.15	87.39	44.39	12.84	11.60	11.53	0.00	12.47	12.13	17.04	507.50
2016	29.37	136.99	198.99	75.87	12.09	13.44	0.00	11.65	0.00	11.71	0.00	13.40	503.51
2017	74.02	276.28	876.57	57.27	20.86	11.59	0.00	11.54	0.00	11.60	0.00	11.90	1351.63
2018	24.96	32.19	21.00	12.31	26.94	0.00	0.00	11.63	0.00	11.85	11.94	11.82	164.64
2019	27.05	215.32	120.99	50.21	12.17	11.67	11.52	11.53	0.00	11.51	11.77	37.30	521.04
2020	38.76	53.60	86.16	23.95	15.61	11.59	0.00	0.00	0.00	11.54	11.65	18.22	271.08
2021	24.14	22.19	169.11	25.76	16.47	12.48	12.43	0.00	11.68	12.53	11.72	14.16	332.67
2022	22.32	22.95	66.53	20.68	14.96	12.32	15.07	11.54	0.00	12.04	11.53	12.33	222.27
2023	14.15	107.06	313.49	21.24	17.24	11.79	11.76	11.89	0.00	13.23	0.00	23.72	545.57
PROMEDIO	43.3	146.7	195.0	54.9	12.1	4.4	2.9	3.5	0.5	5.2	3.3	8.6	480.3
MÁXIMO	254.8	494.1	876.6	290.5	44.4	13.4	15.1	11.9	11.7	13.2	12.1	37.3	1351.6
MÍNIMO	2.4	6.9	1.5	6.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	118.7
DESVIACION	54.62	135.13	197.70	61.99	11.89	5.68	5.20	5.35	2.38	5.54	5.06	9.01	327.74

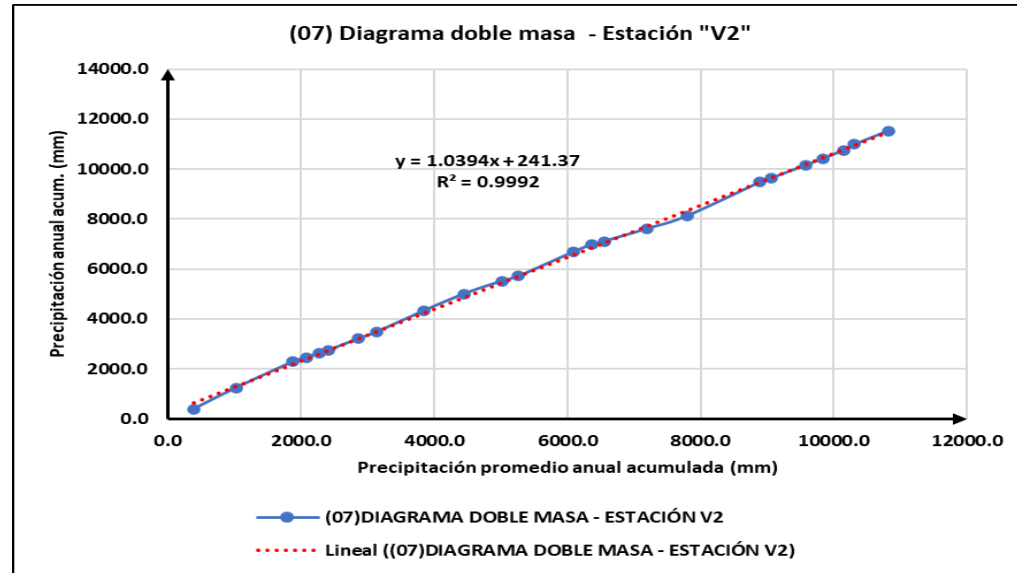
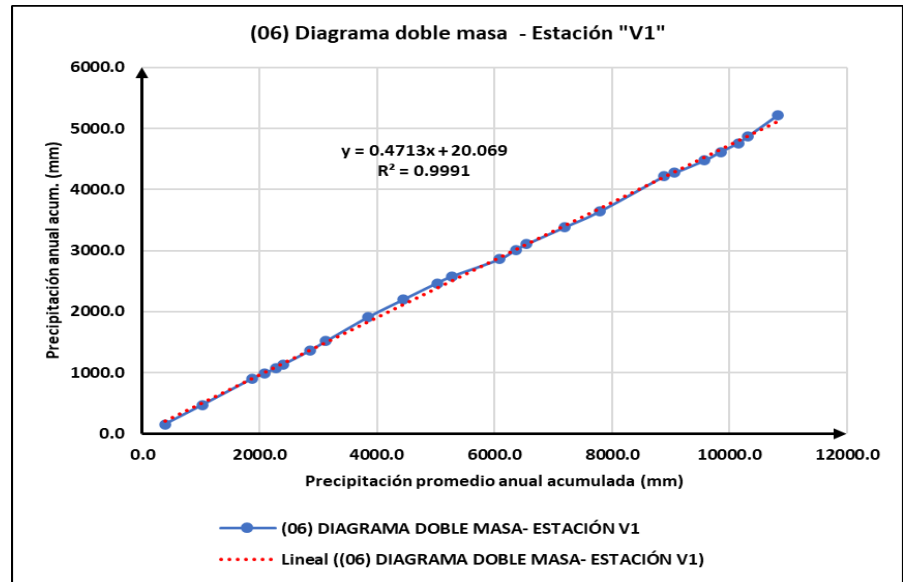
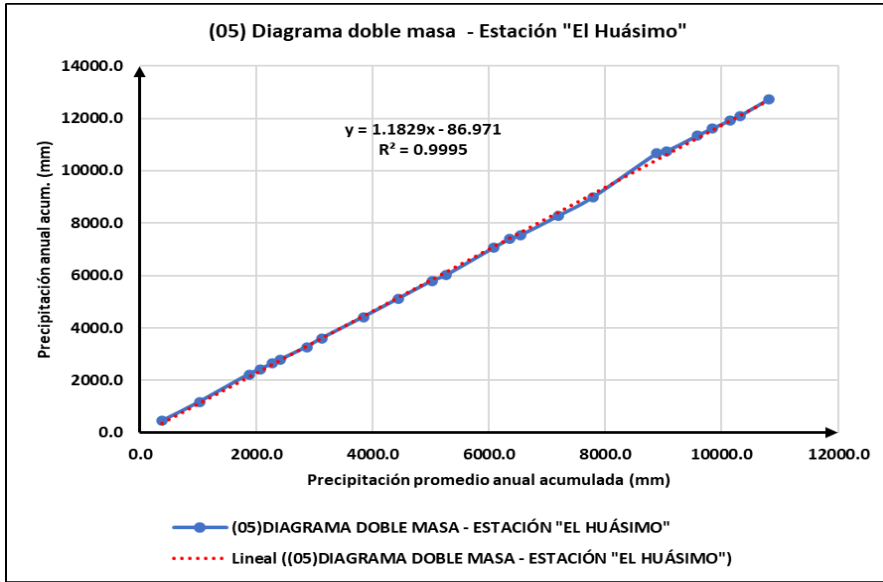
Hidrograma de Precipitación Mensual Acumulada – Estación “V2” (2000–2023)

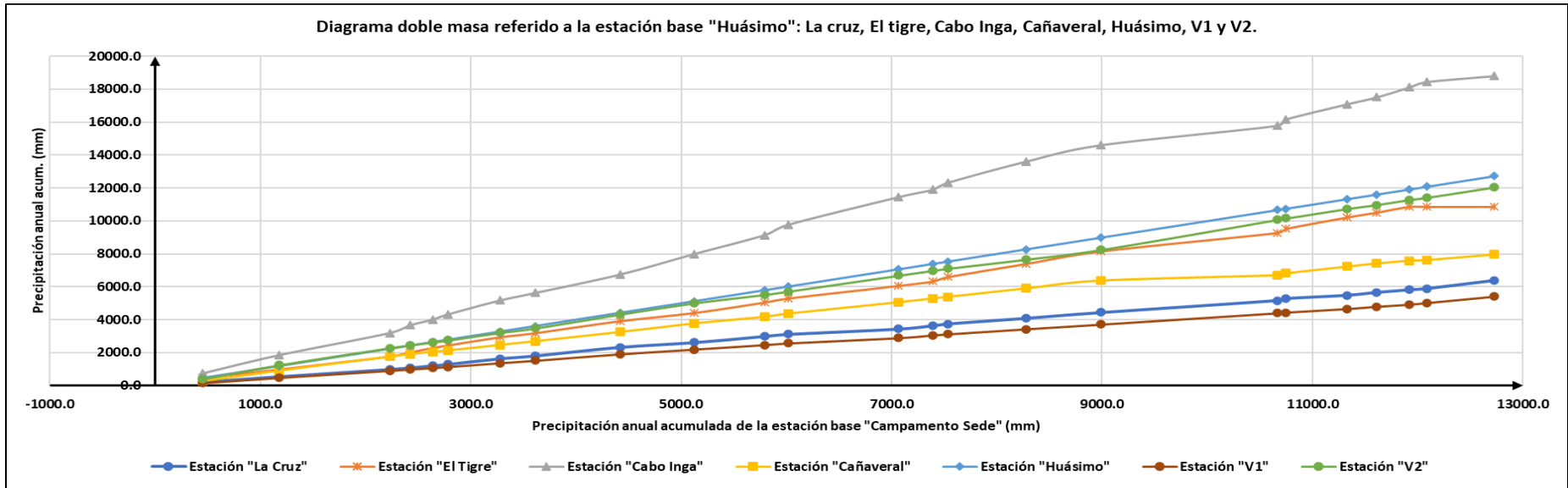
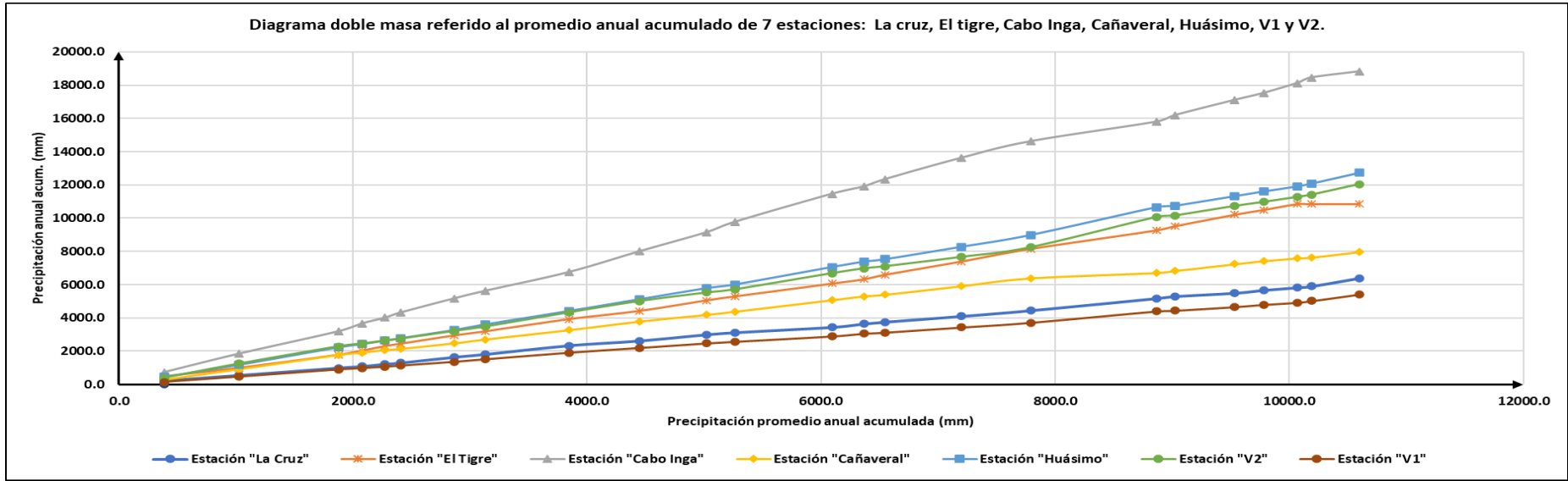


Anexo 3: Análisis de Doble Masa de las Siete Estaciones Meteorológicas para la Verificación de Consistencia y Homogeneidad de Datos con Diagramas de Precipitación Anual y del Promedio Anual Acumulado de las Siete Estaciones y de la Estación Base.

Análisis doble masa de 7 estaciones ubicadas en la zona de la cuenca Bocapan: La cruz, El tigre, Cabo Inga, Cañaverl, Huásimo, V1 y V2															
Año	Estación "La Cruz"		Estación "El Tigre"		Estación "Cabo Inga"		Estación "Cañaverl"		Estación "Huásimo"		Estación "V1"		Estación "V2"		Precipitación promedio anual acumulada (mm)
	P. Anual (mm)	P. Acum (mm)	P. Anual (mm)	P. Acum (mm)	P. Anual (mm)	P. Acum (mm)	P. Anual (mm)	P. Acum (mm)	P. Anual (mm)	P. Acum (mm)	P. Anual (mm)	P. Acum (mm)	P. Anual (mm)	P. Acum (mm)	
2000	222.80	222.80	480.10	480.10	739.70	739.70	272.63	272.63	449.19	449.19	153.31	153.31	392.89	392.89	387.23
2001	325.40	548.20	511.30	991.40	1110.80	1850.50	634.17	906.80	730.93	1180.12	318.52	471.83	852.28	1245.17	1027.72
2002	439.90	988.10	785.90	1777.30	1344.40	3194.90	853.67	1760.47	1049.57	2229.69	429.12	900.95	1038.24	2283.41	1876.40
2003	95.90	1084.00	249.10	2026.40	472.30	3667.20	149.15	1909.62	194.51	2424.20	80.76	981.71	172.16	2455.57	2078.39
2004	131.00	1215.00	272.20	2298.60	347.20	4014.40	149.80	2059.42	214.74	2638.94	89.79	1071.50	174.07	2629.64	2275.36
2005	81.10	1296.10	148.50	2447.10	311.50	4325.90	74.02	2133.44	142.97	2781.91	63.76	1135.26	118.69	2748.33	2409.72
2006	340.10	1636.20	494.70	2941.80	847.40	5173.30	334.18	2467.62	493.91	3275.82	228.86	1364.12	462.66	3210.99	2867.12
2007	173.70	1809.90	252.15	3193.95	458.10	5631.40	229.02	2696.64	335.64	3611.46	151.18	1515.30	269.10	3480.09	3134.11
2008	522.00	2331.90	729.40	3923.35	1125.40	6756.80	564.17	3260.81	810.25	4421.71	391.24	1906.54	847.69	4327.78	3846.98
2009	285.80	2617.70	495.42	4418.77	1242.40	7999.20	514.21	3775.02	702.49	5124.20	288.25	2194.79	678.27	5006.05	4447.96
2010	372.70	2990.40	634.70	5053.47	1149.40	9148.60	407.77	4182.79	669.07	5793.27	271.83	2466.62	514.71	5520.76	5022.27
2011	125.50	3115.90	243.10	5296.57	632.70	9781.30	192.18	4374.97	224.72	6017.99	108.04	2574.66	195.90	5716.66	5268.29
2012	319.90	3435.80	765.20	6061.77	1678.00	11459.30	693.10	5068.07	1047.38	7065.37	284.58	2859.24	966.70	6683.36	6090.42
2013	193.21	3629.01	260.42	6322.19	442.30	11901.60	229.52	5297.59	322.23	7387.60	154.15	3013.40	294.27	6977.63	6361.29
2014	125.76	3754.77	273.02	6595.21	440.30	12341.90	98.90	5396.49	150.98	7538.58	90.51	3103.91	129.34	7106.97	6548.26
2015	310.17	4064.94	798.50	7393.71	1276.70	13618.60	645.68	6042.17	741.21	8279.79	279.69	3383.60	507.50	7614.47	7199.61
2016	317.69	4382.63	757.30	8151.01	998.37	14616.97	597.61	6639.78	711.76	8991.55	257.55	3641.15	503.51	8117.98	7791.58
2017	636.48	5019.11	1120.31	9271.32	1638.81	16255.78	682.17	7321.95	1672.60	10664.15	576.89	4218.04	1351.63	9469.61	8888.57
2018	127.28	5146.39	245.20	9516.52	386.40	16642.18	136.35	7458.30	84.63	10748.78	54.38	4272.42	164.64	9634.25	9059.83
2019	188.16	5334.55	696.93	10213.45	918.90	17561.08	517.81	7976.11	579.61	11328.39	207.11	4479.52	521.04	10155.29	9578.34
2020	178.66	5513.21	339.74	10553.19	421.00	17982.08	233.46	8209.57	279.97	11608.36	137.85	4617.38	271.08	10426.37	9844.31
2021	160.75	5673.96	351.50	10904.69	598.10	18580.18	212.07	8421.64	308.89	11917.25	144.43	4761.81	332.67	10759.04	10145.51
2022	92.25	5766.21	173.73	11078.42	333.90	18914.08	55.47	8477.11	169.27	12086.52	110.20	4872.00	222.27	10981.31	10310.81
2023	433.02	6199.23	504.27	11582.69	608.89	19522.97	443.78	8920.89	641.80	12728.32	343.36	5215.36	545.57	11526.88	10813.76







Anexo 4: Resultados de los valores promedio de precipitación anual

ESTACIÓN	ESTE	NORTE	ALTITUD	MPA
EL TIGRE	560328.10	9579702.76	45	258.301
CABO INGA	566404.90	9560507.87	231	482.612
LA CRUZ	547834.86	9598948.00	6	813.457
HUASIMO	555069.20	9558060.48	607	371.704
CAÑAVERAL	538794.03	9564601.61	133	530.347
V1	535990	9584167	63	217.307
V2	536471	9551659	229	480.287

Anexo 5: Registros de temperatura promedio mensual (C°) con tratamiento estadístico y representación gráfica mediante hidrogramas evidenciando saltos y tendencias en la serie de datos.

TEMPERATURA

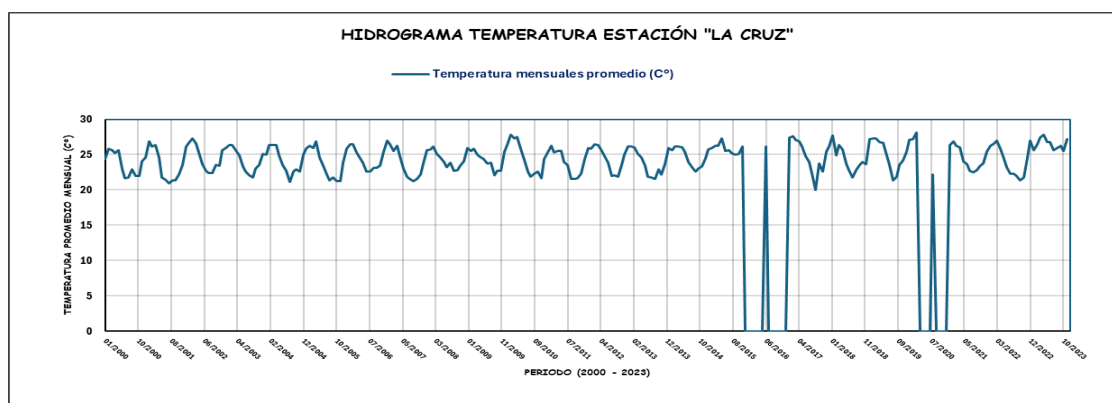
Estación meteorológica : La Cruz

Periodo de registro : Enero 2020 a diciembre 2023.

ESTACIÓN LA CRUZ													
ESTACION:		LA CRUZ					LATITUD:			3°37'41.85" S		DPTO. TUMBES	
N° DE REGISTROS:		24 AÑOS					LONGITUD:			80°34'9.36" W		PROV. TUMBES	
PERIODO:		2000-2023					ALTITUD:			6 msnm		DIST. LA CRUZ	
AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
2000	24.40	25.85	25.60	25.20	25.60	23.05	21.70	21.80	22.90	21.95	22.00	24.05	284.10
2001	24.60	26.85	26.15	26.35	24.60	21.75	21.50	20.90	21.40	21.35	22.20	23.55	281.20
2002	26.15	26.65	27.30	26.60	25.30	23.60	22.70	22.35	22.35	23.50	23.40	25.60	295.50
2003	25.90	26.40	26.40	25.65	24.90	23.30	22.65	22.05	21.80	23.05	23.50	25.10	290.70
2004	25.05	26.35	26.35	26.35	24.90	23.55	22.70	21.15	22.65	22.90	22.60	24.95	289.50
2005	25.80	26.20	25.90	26.90	24.55	23.40	22.15	21.40	21.80	21.20	21.25	23.90	284.45
2006	25.80	26.50	26.50	25.30	24.45	23.90	22.55	22.60	23.15	23.10	23.45	25.45	292.75
2007	27.00	26.50	25.55	26.25	24.80	23.05	21.85	21.55	21.20	21.60	22.20	23.70	285.25
2008	25.65	25.75	26.15	25.10	24.55	24.00	23.20	23.80	22.75	22.85	23.45	24.10	291.35
2009	25.90	25.55	25.85	25.05	24.65	24.35	23.70	23.80	22.10	22.70	22.75	25.40	291.80
2010	26.40	27.80	27.25	27.50	25.80	24.30	22.65	21.85	22.25	22.65	21.65	24.40	294.50
2011	25.30	26.25	25.30	25.50	25.55	23.95	23.50	21.60	21.60	21.70	22.25	24.35	286.85
2012	25.90	25.80	26.45	26.40	25.75	24.75	23.90	22.00	22.05	21.85	23.50	25.00	293.35
2013	26.10	26.10	26.05	25.10	24.60	23.40	21.90	21.80	21.55	22.90	22.20	23.65	285.35
2014	25.90	25.65	26.15	26.10	26.00	25.45	24.00	23.20	22.60	23.05	23.35	24.45	295.90
2015	25.75	25.90	26.25	26.30	27.25	25.50	25.60	25.20	25.00	25.15	26.15		284.05
2016						26.10							26.10
2017	27.40	27.60	27.10	26.90	26.15	24.75	24.00	21.80	20.00	23.70	22.65	25.45	297.50
2018	26.15	27.70	24.90	26.35	25.70	23.70	22.80	21.80	22.85	23.55	24.00	23.60	293.10
2019	27.20	27.30	27.30	26.75	26.65	25.30	23.50	21.40	21.90	23.55	24.20	25.45	300.50
2020	27.05	27.20	28.10					22.15					104.50
2021	26.35	26.90	26.30	26.05	24.05	23.60	22.75	22.45	22.85	23.35	23.70	25.40	293.75
2022	26.30	26.60	26.95	25.80	24.80	23.20	22.25	22.25	22.00	21.30	21.80	24.60	287.85
2023	27.00	25.65	26.45	27.40	27.80	26.75	26.75	25.65	25.95	26.20	25.50	27.20	318.30
PROMEDIO	26.1	26.5	26.4	26.1	25.4	24.1	23.1	22.4	22.4	22.9	23.1	24.7	272.8
MÁXIMO	27.4	27.8	28.1	27.5	27.8	26.8	26.8	25.7	26.0	26.2	26.2	27.2	318.3
MÍNIMO	24.4	25.6	24.9	25.1	24.1	21.8	21.5	20.9	20.0	21.2	21.3	23.6	26.1
DESVIACION	0.77	0.68	0.73	0.73	0.96	1.14	1.25	1.21	1.23	1.22	1.20	0.90	65.38

FUENTE: SENAMHI

Hidrograma de Temperatura Mensual promedio – Estación “La Cruz” (2000–2023)



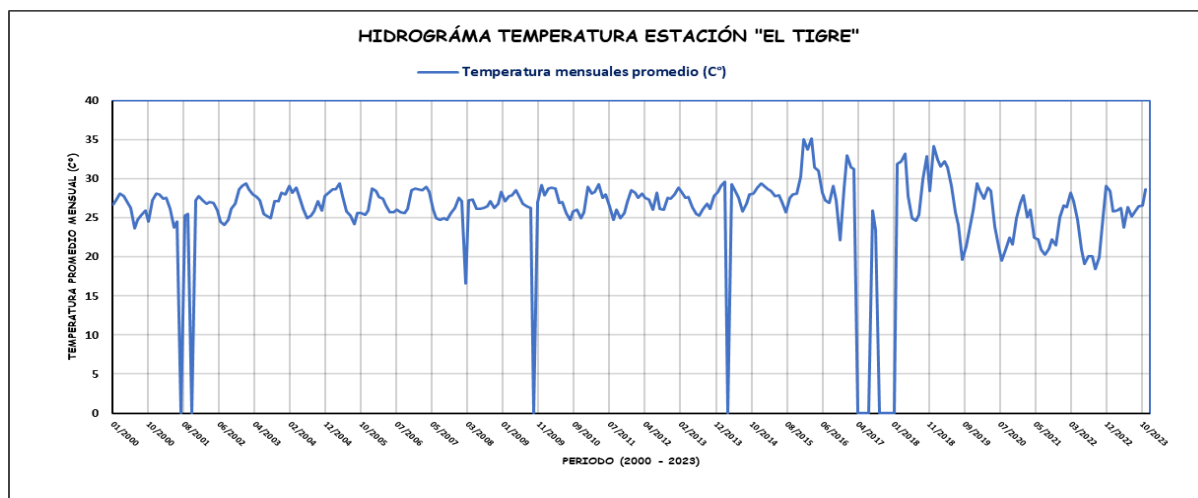
Estación meteorológica : El Tigre

Periodo de registro : Enero 2020 a diciembre 2023.

ESTACIÓN EL TIGRE														
ESTACION:		EL TIGRE					LATITUD:			3°48'8.4" S		DPTO.		TUMBES
N° DE REGISTROS:		24 AÑOS					LONGITUD:			80°27'24" W		PROV.		TUMBES
PERIODO:		2000-2023					ALTITUD:			45 msnm		DIST.		SAN JACINTO
AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL	
2000	26.70	27.25	28.10	27.80	27.10	26.25	23.60	24.75	25.40	25.95	24.50	27.25	314.65	
2001	28.10	28.00	27.45	27.50	26.15	23.75	24.50		25.25	25.50		27.25	263.45	
2002	27.80	27.20	26.75	27.00	26.85	25.90	24.55	24.10	24.75	26.10	26.75	28.60	316.35	
2003	29.10	29.40	28.60	28.00	27.70	27.20	25.50	25.20	25.00	27.10	27.10	28.20	328.10	
2004	28.00	29.10	28.25	28.80	27.35	26.10	25.00	25.30	25.80	27.10	25.90	27.80	324.50	
2005	28.25	28.60	28.60	29.40	27.75	25.80	25.30	24.20	25.60	25.60	25.40	25.90	320.40	
2006	28.70	28.40	27.70	27.40	26.60	25.75	25.75	26.00	25.75	25.60	26.10	28.50	322.25	
2007	28.70	28.60	28.50	29.00	28.35	26.00	25.00	24.70	24.90	24.70	25.65	26.30	320.40	
2008	27.60	27.10	16.60	27.25	27.30	26.10	26.10	26.30	26.50	27.10	26.30	26.80	311.05	
2009	28.35	27.10	27.75	27.90	28.50	27.50	26.75	26.50	26.30		27.00	29.20	302.85	
2010	27.90	28.75	28.90	28.70	26.95	27.00	25.65	24.70	25.80	26.00	25.00	25.75	321.10	
2011	29.00	28.10	28.30	29.30	27.50	28.00	26.50	24.75	26.05	25.00	25.60	27.00	325.10	
2012	28.50	28.15	27.50	28.05	27.60	27.30	26.00	28.15	26.10	26.00	27.50	27.40	328.25	
2013	28.00	28.80	28.30	27.55	27.70	26.40	25.50	25.25	26.10	26.75	26.10	27.75	324.20	
2014	28.30	29.10	29.60		29.25	28.35	27.60	25.80	26.75	28.00	28.05	28.90	309.70	
2015	29.35	29.05	28.60	28.40	27.80	27.90	27.00	25.75	27.50	28.00	28.10	30.30	337.75	
2016	35.00	33.74	35.13	31.47	30.97	28.19	27.19	26.93	29.08	27.19	22.14	28.70	355.73	
2017	32.98	31.47	31.22					25.92	23.40				144.99	
2018			31.85	32.23	33.24	27.82	24.92	24.66	25.42	29.96	32.86	28.45	291.41	
2019	34.12	32.48	31.60	32.23	31.47	29.08	25.67	24.03	19.67	21.34	23.35	25.95	330.99	
2020	29.43	28.37	27.49	28.82	28.40	23.88	21.29	19.55	20.91	22.50	21.56	24.92	297.12	
2021	26.91	27.89	25.09	26.08	22.42	22.22	20.98	20.28	21.08	22.27	21.46	25.04	281.72	
2022	26.58	26.38	28.24	27.13	24.74	20.88	19.14	20.08	20.08	18.44	19.98	25.32	276.99	
2023	29.05	28.45	25.85	25.87	26.25	23.78	26.40	25.19	25.95	26.45	26.53	28.67	318.44	
PROMEDIO	29.0	28.8	28.2	28.5	27.7	26.1	25.0	24.7	25.0	25.6	25.6	27.4	307.0	
MÁXIMO	35.0	33.7	35.1	32.2	33.2	29.1	27.6	28.2	29.1	30.0	32.9	30.3	355.7	
MÍNIMO	26.6	26.4	16.6	25.9	22.4	20.9	19.1	19.6	19.7	18.4	20.0	24.9	145.0	
DESVIACION	2.17	1.72	3.22	1.71	2.17	2.05	2.06	2.11	2.32	2.52	2.76	1.46	40.03	

FUENTE: PEBPT

Hidrograma de Temperatura Mensual promedio – Estación “El Tigre” (2000–2023)



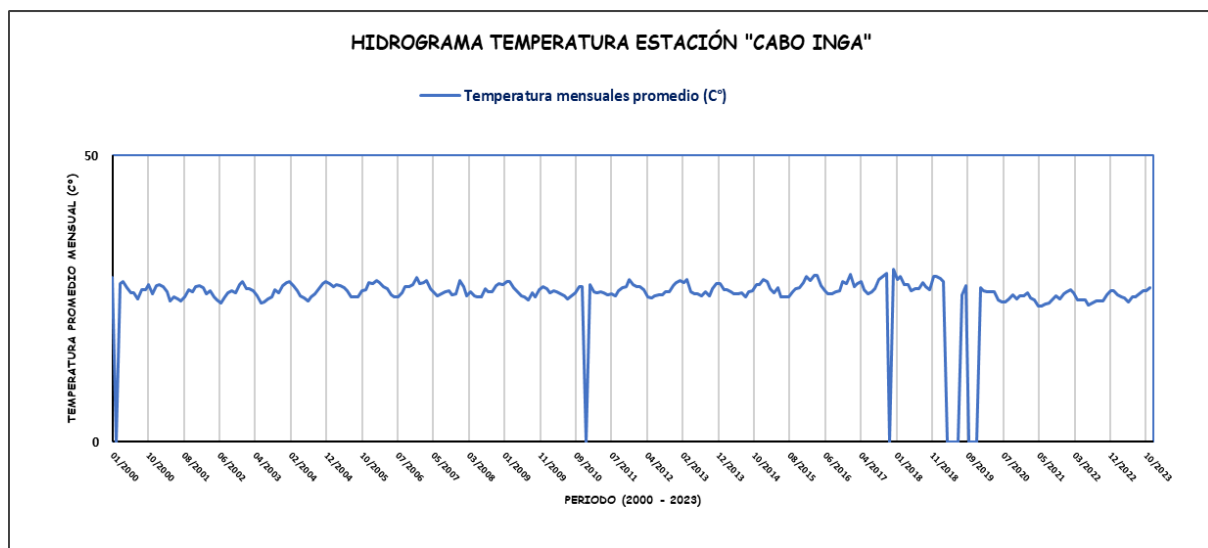
Estación meteorológica : Cabo Inga

Periodo de registro : Enero 2020 a diciembre 2023.

ESTACIÓN CABO INGA														
ESTACION:		CABO INGA					LATITUD:			3°58'33.39" S		DPTO.		TUMBES
N° DE REGISTROS:		24 AÑOS					LONGITUD:			80°24'6.54" W		PROV.		TUMBES
PERIODO:		2000-2023					ALTITUD:			231 msnm		DIST.		SAN JACINTO
AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL	
2000	28.65		27.70	27.95	26.95	26.05	26.05	25.00	26.65	26.65	27.40	25.90	294.95	
2001	27.25	27.50	27.05	26.30	24.70	25.40	25.05	24.60	25.40	26.50	26.25	27.20	313.20	
2002	27.35	26.90	25.80	26.35	25.35	24.80	24.30	25.30	26.10	26.35	26.00	27.50	312.10	
2003	28.10	26.80	26.70	26.40	25.60	24.20	24.50	25.00	25.40	26.50	26.10	27.35	312.65	
2004	27.90	28.10	27.25	26.35	25.50	25.10	24.60	25.25	25.95	26.85	27.60	28.05	318.50	
2005	27.70	27.15	27.45	27.35	26.95	26.40	25.25	25.35	25.30	26.45	26.65	27.90	319.90	
2006	27.70	28.25	27.85	27.20	26.70	25.70	25.40	25.35	26.05	27.05	27.05	27.55	321.85	
2007	28.70	27.60	27.75	28.20	26.75	26.00	25.50	25.90	26.30	26.35	25.75	25.80	320.60	
2008	28.20	27.05	25.45	26.15	25.55	25.40	25.40	26.70	26.25	26.20	27.25	27.65	317.25	
2009	27.53	27.95	28.00	27.00	26.25	25.45	25.30	24.75	26.10	25.30	26.50	27.05	317.18	
2010	26.85	26.10	26.40	26.15	25.90	25.55	25.00	25.60	26.05	27.05	27.15		287.80	
2011	27.50	26.15	26.10	26.15	26.05	25.75	25.90	25.50	26.45	27.00	27.15	28.45	318.15	
2012	27.40	27.15	27.20	26.50	25.35	25.15	25.55	25.65	25.75	26.20	26.25	27.30	315.45	
2013	27.75	28.20	27.80	28.40	26.30	25.95	25.80	25.45	26.30	25.50	26.80	27.65	321.90	
2014	27.60	26.50	26.65	26.20	25.95	25.85	26.00	25.35	26.25	26.40	27.50	27.50	317.75	
2015	28.35	28.10	26.80	26.00	26.90	25.40	25.25	25.25	26.20	26.70	26.90	27.80	319.65	
2016	28.98	28.17	29.10	29.04	27.35	26.41	25.92	25.92	26.30	26.47	28.00	27.67	329.33	
2017	29.32	27.07	27.73	27.95	26.63	25.87	26.19	26.80	28.28	28.88	29.37		304.09	
2018	30.19	28.44	28.93	27.51	27.51	26.47	26.85	26.69	27.89	27.07	26.63	28.99	333.17	
2019	28.93	28.61	28.06					25.65	27.29				138.54	
2020	26.93	26.39	26.17	26.23	26.28	24.74	24.51	24.43	24.97	25.69	24.92	25.60	306.86	
2021	25.57	26.06	25.09	24.80	23.65	23.75	24.14	24.22	25.05	25.53	25.03	25.78	298.67	
2022	26.21	26.50	26.01	24.88	24.88	24.80	23.93	24.24	24.57	24.54	24.62	25.76	300.94	
2023	26.44	26.46	25.75	25.31	25.21	24.40	25.34	25.28	25.81	26.35	26.33	26.94	309.62	
PROMEDIO	27.8	27.3	27.0	26.7	26.0	25.4	25.3	25.4	26.1	26.4	26.7	27.2	306.3	
MÁXIMO	30.2	28.6	29.1	29.0	27.5	26.5	26.9	26.8	28.3	28.9	29.4	29.0	333.2	
MÍNIMO	25.6	26.1	25.1	24.8	23.7	23.8	23.9	24.2	24.6	24.5	24.6	25.6	138.5	
DESVIACION	1.04	0.83	1.06	1.10	0.93	0.72	0.72	0.70	0.85	0.83	1.05	0.94	37.23	

FUENTE: PEBPT

Hidrograma de Temperatura Mensual promedio – Estación “Cabo Inga” (2000–2023)



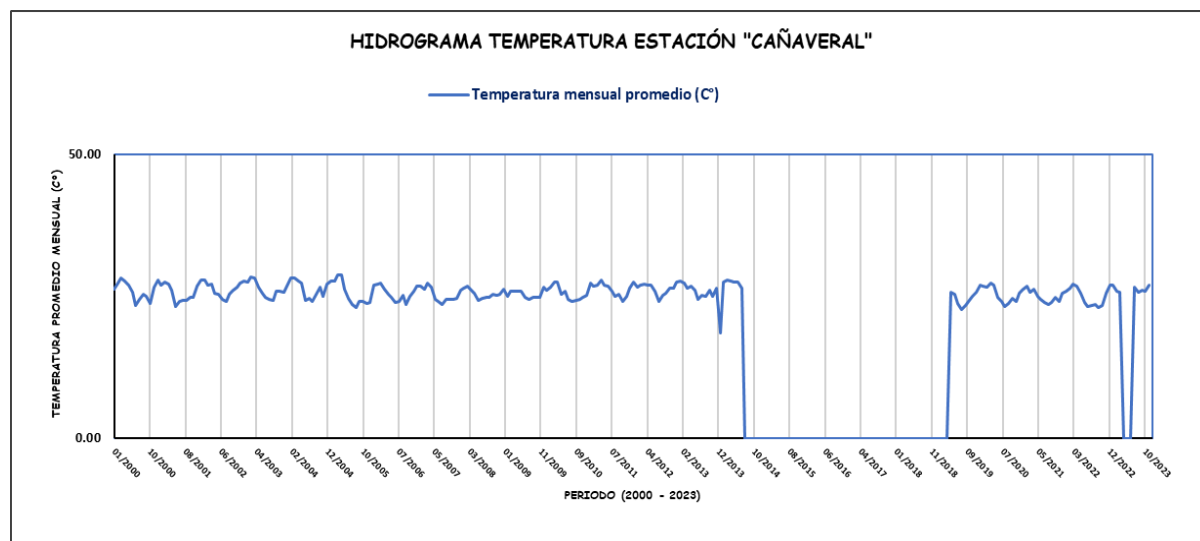
Estación meteorológica : Cañaverál

Periodo de registro : Enero 2020 a diciembre 2023.

ESTACIÓN CAÑAVERAL														
ESTACION:		CAÑAVERAL					LATITUD:			3°56'20.58" S		DPTO.		TUMBES
N° DE REGISTROS:		24 AÑOS					LONGITUD:			80°39'1.98" W		PROV.		CONT. VILLAR
PERIODO:		2000-2023					ALTITUD:			133 msnm		DIST.		CASITAS
AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL	
2000	26.15	27.25	28.10	27.70	27.00	25.65	23.40	24.40	25.25	25.00	23.75	26.55	310.20	
2001	27.75	26.85	27.50	27.05	26.00	23.15	24.00	24.25	24.25	24.85	24.75	26.75	307.15	
2002	27.75	27.75	26.85	27.05	25.50	25.25	24.35	24.10	25.25	25.95	26.50	27.35	313.65	
2003	27.60	27.55	28.30	28.10	26.65	25.50	24.70	24.50	24.25	25.85	25.80	25.75	314.55	
2004	26.75	28.15	28.25	27.70	27.20	24.20	24.55	24.00	25.25	26.50	24.90	27.15	314.60	
2005	27.65	27.60	28.70	28.70	26.25	24.65	23.55	23.00	24.00	24.15	23.70	23.90	305.85	
2006	26.95	27.10	27.30	26.20	25.40	24.85	23.90	24.10	25.20	23.50	25.00	25.80	305.30	
2007	26.75	26.75	26.25	27.20	26.60	24.50	24.10	23.60	24.50	24.50	24.50	24.60	303.85	
2008	26.10	26.40	26.80	26.10	25.50	24.30	24.60	24.80	24.70	25.30	25.10	25.40	305.10	
2009	26.25	24.90	25.80	25.80	25.90	25.80	24.75	24.50	24.80	24.80	24.70	26.50	304.50	
2010	26.00	26.60	27.40	27.45	25.30	25.85	24.50	24.15	24.20	24.50	24.70	25.10	305.75	
2011	27.20	26.75	27.00	27.80	26.95	26.80	25.80	24.95	25.40	24.00	25.00	26.40	314.05	
2012	27.40	26.60	26.90	27.10	27.00	26.90	25.85	24.00	25.10	25.50	26.30	26.30	314.95	
2013	27.50	27.60	27.20	26.40	26.80	26.10	24.50	25.10	25.00	26.05	24.90	26.40	313.55	
2014	18.45	27.50	27.90	27.70	27.50	27.40	26.40						182.85	
2015													0.00	
2016													0.00	
2017													0.00	
2018													0.00	
2019					25.72	25.29	23.67	22.58	23.26	23.99	24.98	25.67	195.16	
2020	26.92	26.67	26.52	27.26	27.00	24.83	24.04	23.18	23.71	24.52	24.01	25.58	304.24	
2021	26.26	26.73	25.60	26.13	24.87	24.49	23.85	23.50	23.92	24.69	24.12	25.52	299.68	
2022	25.83	26.41	27.10	26.73	25.45	23.94	23.10	23.28	23.52	23.05	23.39	25.54	297.34	
2023	26.91	26.92	25.83	25.63				26.48	25.75	25.98	25.79	26.87	236.16	
PROMEDIO	26.4	27.0	27.1	27.0	26.2	25.2	24.4	24.1	24.6	24.9	24.8	26.0	243.7	
MÁXIMO	27.8	28.2	28.7	28.7	27.5	27.4	26.4	26.5	25.8	26.5	26.5	27.4	315.0	
MÍNIMO	18.5	24.9	25.6	25.6	24.9	23.2	23.1	22.6	23.3	23.1	23.4	23.9	0.0	
DESVIACION	2.03	0.71	0.88	0.83	0.78	1.09	0.86	0.88	0.71	0.93	0.84	0.87	116.89	

FUENTE: PEBPT

Hidrograma de Temperatura Mensual promedio – Estación “Cañaverál” (2000–2023)

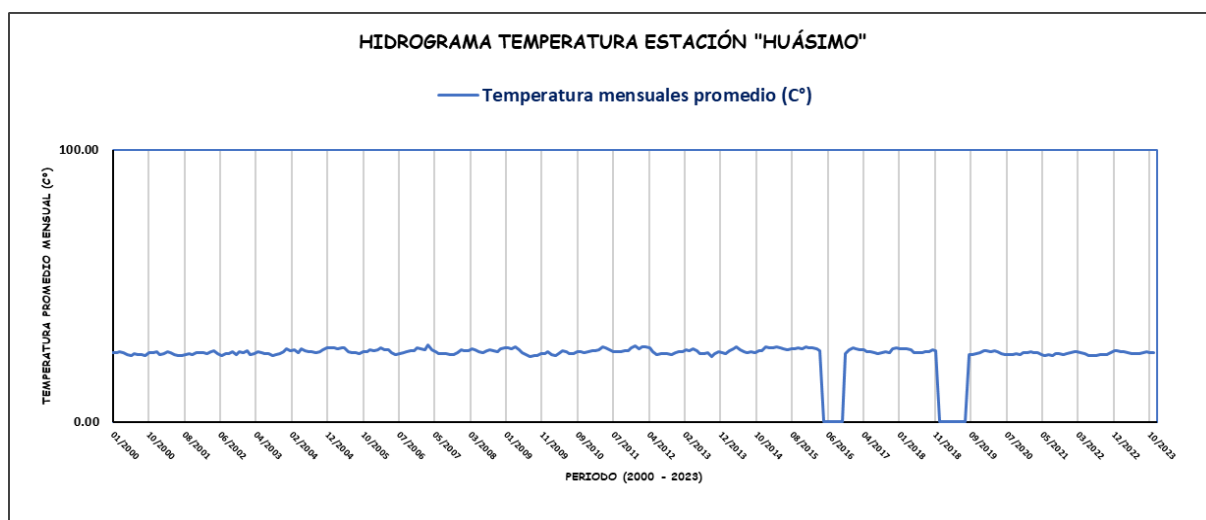


Estación meteorológica : Huásimo

Periodo de registro : Enero 2020 a diciembre 2023.

ESTACIÓN HUÁSIMO														
ESTACION:	HUÁSIMO					LATITUD:	3°59'53.34" S			DPTO.	TUMBES			
N° DE REGISTROS:	24 AÑOS					LONGITUD:	80°30'14.09" W			PROV.	TUMBES			
PERIODO:	2000-2023					ALTITUD:	607 msnm			DIST.	SAN JACINTO			
AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL	
2000	25.60	25.44	25.73	25.41	24.65	24.40	25.02	24.61	24.65	24.33	25.35	25.37	300.56	
2001	25.80	24.87	25.02	25.75	25.28	24.77	24.24	24.40	24.62	25.19	24.70	25.30	299.94	
2002	25.53	25.47	24.96	25.93	26.01	25.23	24.48	25.09	24.98	25.69	24.65	25.80	303.82	
2003	25.57	26.20	24.80	25.12	25.79	25.41	24.94	25.21	24.48	24.76	25.04	25.90	303.22	
2004	26.91	26.15	26.39	25.38	26.88	26.09	25.67	25.80	25.56	25.84	26.65	27.13	314.45	
2005	27.28	27.38	26.77	27.30	27.05	25.72	25.38	25.47	25.12	25.83	25.90	26.53	315.73	
2006	26.08	26.67	27.26	26.58	26.62	25.56	24.80	25.24	25.30	25.62	26.03	26.27	312.03	
2007	27.17	26.99	26.37	28.23	26.52	25.83	25.01	25.01	24.93	24.70	24.65	25.51	310.92	
2008	26.51	26.01	25.99	26.79	26.62	25.72	25.32	26.05	26.59	26.01	25.92	26.89	314.42	
2009	27.22	27.38	27.00	27.58	26.46	25.29	24.72	23.87	24.51	24.23	25.15	25.17	308.58	
2010	25.74	24.72	24.47	25.06	26.12	25.72	25.24	25.15	25.94	25.87	25.55	25.87	305.45	
2011	26.19	26.01	26.44	27.54	27.10	26.52	25.91	25.85	25.86	26.00	26.07	27.13	316.62	
2012	27.83	27.01	27.60	27.48	27.37	25.62	24.57	24.90	25.13	25.01	24.65	25.38	312.55	
2013	25.80	25.96	26.58	26.15	26.76	26.15	25.15	25.01	25.35	24.12	25.06	25.87	307.96	
2014	25.41	24.95	26.25	26.70	27.45	26.63	25.69	25.30	25.65	25.51	26.15	26.30	311.99	
2015	27.64	27.05	27.13	27.68	27.32	26.77	26.57	26.75	26.97	27.07	26.82	27.42	325.20	
2016	27.33	27.07	26.89	26.30							25.11	26.48	159.17	
2017	27.17	26.73	26.45	26.42	25.93	25.62	25.42	25.11	25.52	25.91	25.26	26.71	312.27	
2018	27.23	26.86	26.76	26.79	26.42	25.60	25.55	25.44	25.75	25.73	26.42	26.17	314.72	
2019									24.69	24.77	25.10	25.46	100.03	
2020	26.04	26.02	25.91	26.04	25.92	24.94	24.73	24.61	24.87	25.15	24.73	25.26	304.21	
2021	25.56	25.90	25.45	25.35	24.72	24.52	24.56	24.51	24.92	25.18	24.78	25.18	300.62	
2022	25.46	25.78	25.91	25.40	25.04	24.31	24.41	24.54	24.68	24.66	24.60	25.29	300.09	
2023	26.03	26.03	25.69	25.70	25.45	24.96	25.19	25.06	25.39	25.61	25.51	25.26	305.88	
PROMEDIO	26.4	26.2	26.2	26.4	26.3	25.5	25.1	25.1	25.3	25.3	25.4	26.0	294.2	
MÁXIMO	27.8	27.4	27.6	28.2	27.5	26.8	26.6	26.8	27.0	27.1	26.8	27.4	325.2	
MÍNIMO	25.4	24.7	24.5	25.1	24.7	24.3	24.2	23.9	24.5	24.1	24.6	25.2	100.0	
DESVIACION	0.80	0.79	0.83	0.93	0.84	0.68	0.56	0.62	0.65	0.70	0.68	0.70	51.82	

Hidrograma de Temperatura Mensual promedio – Estación “Huásimo” (2000–2023)

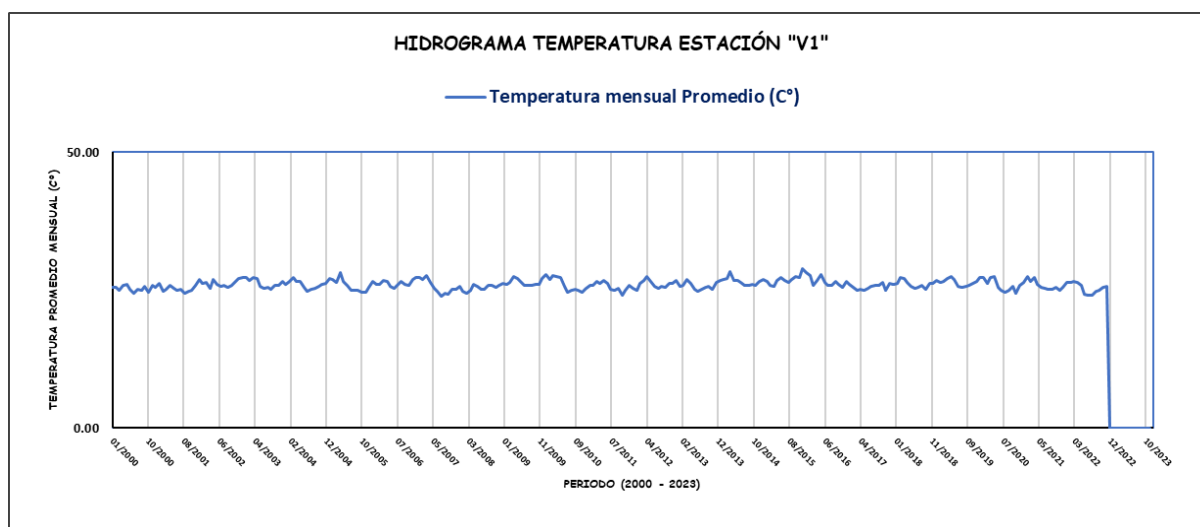


Estación meteorológica : V1

Periodo de registro : Enero 2020 a diciembre 2023.

ESTACIÓN V1													
ESTACION: V1		LATITUD: 3°45'43.41"S				DPTO. TUMBES							
N° DE REGISTROS: 24 AÑOS		LONGITUD: 80°36'14.22"O				PROV. CONT. VILLAR							
PERIODO: 2000-2023		ALTITUD: 209 msnm				DIST. CASITAS							
AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
2000	25.53	25.47	24.96	25.93	26.01	25.23	24.48	25.09	24.98	25.69	24.65	25.80	303.82
2001	25.57	26.20	24.80	25.12	25.79	25.41	24.94	25.21	24.48	24.76	25.04	25.90	303.22
2002	26.91	26.15	26.39	25.38	26.88	26.09	25.67	25.80	25.56	25.84	26.65	27.13	314.45
2003	27.28	27.38	26.77	27.30	27.05	25.72	25.38	25.47	25.12	25.83	25.90	26.53	315.73
2004	26.08	26.67	27.26	26.58	26.62	25.56	24.80	25.24	25.30	25.62	26.03	26.27	312.03
2005	27.17	26.99	26.37	28.23	26.52	25.83	25.01	25.01	24.93	24.70	24.65	25.51	310.92
2006	26.51	26.01	25.99	26.79	26.62	25.72	25.32	26.05	26.59	26.01	25.92	26.89	314.42
2007	27.22	27.38	27.00	27.58	26.46	25.29	24.72	23.87	24.51	24.23	25.15	25.17	308.58
2008	25.74	24.72	24.47	25.06	26.12	25.72	25.24	25.15	25.94	25.87	25.55	25.87	305.45
2009	26.19	26.01	26.44	27.54	27.10	26.52	25.91	25.85	25.86	26.00	26.07	27.13	316.62
2010	27.83	27.01	27.60	27.48	27.37	25.62	24.57	24.90	25.13	25.01	24.65	25.38	312.55
2011	25.80	25.96	26.58	26.15	26.76	26.15	25.15	25.01	25.35	24.12	25.06	25.87	307.96
2012	25.41	24.95	26.25	26.70	27.45	26.63	25.69	25.30	25.65	25.51	26.15	26.30	311.99
2013	26.80	25.67	25.82	26.89	26.19	25.12	24.73	25.08	25.50	25.69	25.22	26.37	309.08
2014	26.83	26.90	27.12	28.41	26.83	26.68	26.40	25.80	25.94	26.03	25.93	26.56	319.43
2015	26.95	26.56	25.90	25.66	26.80	27.38	26.69	26.40	26.90	27.48	27.23	28.87	322.82
2016	28.13	27.67	25.94	26.78	27.81	26.38	25.81	25.84	26.54	25.98	25.50	26.59	318.97
2017	26.01	25.59	24.94	25.08	25.01	25.35	25.65	25.83	25.90	26.47	24.94	26.30	307.07
2018	26.04	26.15	27.27	27.15	26.35	25.61	25.36	25.48	25.95	25.23	26.15	26.26	313.00
2019	26.68	26.43	26.50	27.15	27.53	26.99	25.77	25.48	25.74	25.83	26.28	26.59	316.97
2020	27.23	27.23	26.16	27.36	27.42	25.49	24.96	24.65	24.94	25.63	24.44	25.87	311.38
2021	26.47	27.44	26.58	27.32	26.01	25.44	25.32	25.16	25.17	25.52	24.95	25.50	310.88
2022	26.44	26.41	26.54	26.40	25.93	24.18	24.03	24.05	24.80	24.92	25.44	25.73	304.87
2023													0.00
PROMEDIO	26.6	26.4	26.3	26.7	26.6	25.8	25.3	25.3	25.5	25.6	25.6	26.3	298.8
MÁXIMO	28.1	27.7	27.6	28.4	27.8	27.4	26.7	26.4	26.9	27.5	27.2	28.9	322.8
MÍNIMO	25.4	24.7	24.5	25.1	25.0	24.2	24.0	23.9	24.5	24.1	24.4	25.2	0.0
DESVIACION	0.73	0.80	0.83	0.97	0.67	0.70	0.62	0.59	0.64	0.73	0.72	0.78	63.86

Hidrograma de Temperatura Mensual promedio – Estación “V1” (2000–2023)

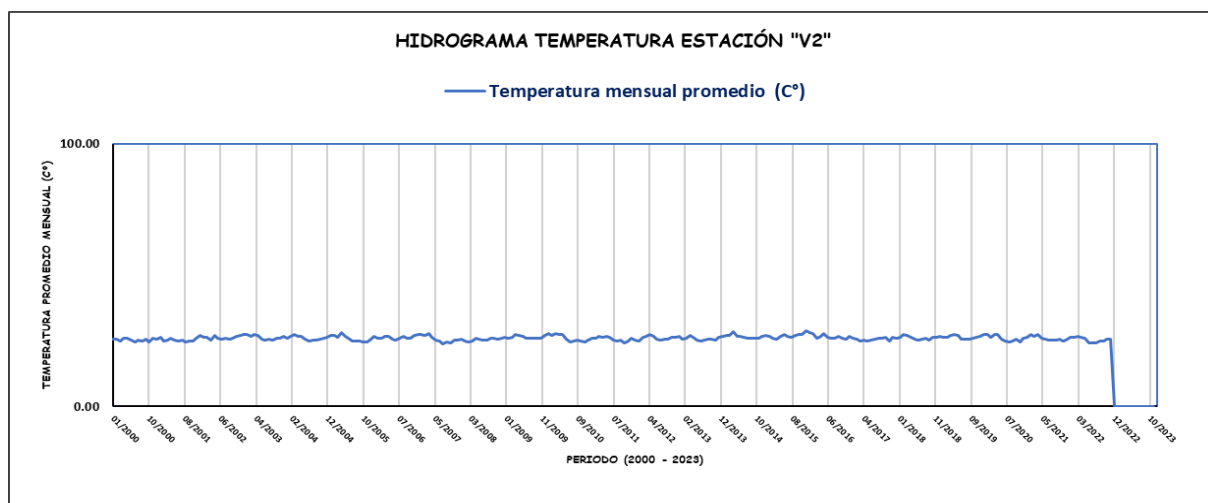


Estación meteorológica : V2

Periodo de registro : Enero 2020 a diciembre 2023.

ESTACIÓN V2													
ESTACION: V2		LATITUD: 4° 3'22.13"S				DPTO. TUMBES							
N° DE REGISTROS: 24 AÑOS		LONGITUD: 80°40'17.14"O				PROV. CONT. VILLAR							
PERIODO: 2000-2023		ALTITUD: 243 msnm				DIST. CASITAS							
AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
2000	25.53	25.47	24.96	25.93	26.01	25.23	24.48	25.09	24.98	25.69	24.65	25.80	303.82
2001	25.57	26.20	24.80	25.12	25.79	25.41	24.94	25.21	24.48	24.76	25.04	25.90	303.22
2002	26.91	26.15	26.39	25.38	26.88	26.09	25.67	25.80	25.56	25.84	26.65	27.13	314.45
2003	27.28	27.38	26.77	27.30	27.05	25.72	25.38	25.47	25.12	25.83	25.90	26.53	315.73
2004	26.08	26.67	27.26	26.58	26.62	25.56	24.80	25.24	25.30	25.62	26.03	26.27	312.03
2005	27.17	26.99	26.37	28.23	26.52	25.83	25.01	25.01	24.93	24.70	24.65	25.51	310.92
2006	26.51	26.01	25.99	26.79	26.62	25.72	25.32	26.05	26.59	26.01	25.92	26.89	314.42
2007	27.22	27.38	27.00	27.58	26.46	25.29	24.72	23.87	24.51	24.23	25.15	25.17	308.58
2008	25.74	24.72	24.47	25.06	26.12	25.72	25.24	25.15	25.94	25.87	25.55	25.87	305.45
2009	26.19	26.01	26.44	27.54	27.10	26.52	25.91	25.85	25.86	26.00	26.07	27.13	316.62
2010	27.83	27.01	27.60	27.48	27.37	25.62	24.57	24.90	25.13	25.01	24.65	25.38	312.55
2011	25.80	25.96	26.58	26.15	26.76	26.15	25.15	25.01	25.35	24.12	25.06	25.87	307.96
2012	25.41	24.95	26.25	26.70	27.45	26.63	25.69	25.30	25.65	25.51	26.15	26.30	311.99
2013	26.80	25.67	25.82	26.89	26.19	25.12	24.73	25.08	25.50	25.69	25.22	26.37	309.08
2014	26.83	26.90	27.12	28.41	26.83	26.68	26.40	25.80	25.94	26.03	25.93	26.56	319.43
2015	26.95	26.56	25.90	25.66	26.80	27.38	26.69	26.40	26.90	27.48	27.23	28.87	322.82
2016	28.13	27.67	25.94	26.78	27.81	26.38	25.81	25.84	26.54	25.98	25.50	26.59	318.97
2017	26.01	25.59	24.94	25.08	25.01	25.35	25.65	25.83	25.90	26.47	24.94	26.30	307.07
2018	26.04	26.15	27.27	27.15	26.35	25.61	25.36	25.48	25.95	25.23	26.15	26.26	313.00
2019	26.68	26.43	26.50	27.15	27.53	26.99	25.77	25.48	25.74	25.83	26.28	26.59	316.97
2020	27.23	27.23	26.16	27.36	27.42	25.49	24.96	24.65	24.94	25.63	24.44	25.87	311.38
2021	26.47	27.44	26.58	27.32	26.01	25.44	25.32	25.16	25.17	25.52	24.95	25.50	310.88
2022	26.44	26.41	26.54	26.40	25.93	24.18	24.03	24.05	24.80	24.92	25.44	25.73	304.87
2023													0.00
PROMEDIO	26.6	26.4	26.3	26.7	26.6	25.8	25.3	25.3	25.5	25.6	25.6	26.3	298.8
MÁXIMO	28.1	27.7	27.6	28.4	27.8	27.4	26.7	26.4	26.9	27.5	27.2	28.9	322.8
MÍNIMO	25.4	24.7	24.5	25.1	25.0	24.2	24.0	23.9	24.5	24.1	24.4	25.2	0.0
DESVIACION	0.73	0.80	0.83	0.97	0.67	0.70	0.62	0.59	0.64	0.73	0.72	0.78	63.86

Hidrograma de Temperatura Mensual promedio – Estación “V2” (2000–2023)



Anexo 6: Completación y Extensión de Datos Faltantes Mensuales mediante el Método CUTOFF (Feng et al., 2014) Aplicado en R, con Imputación Optimizada por Correlación Cruzada y Análisis Visual de Hidrogramas de Temperatura promedio mensual.

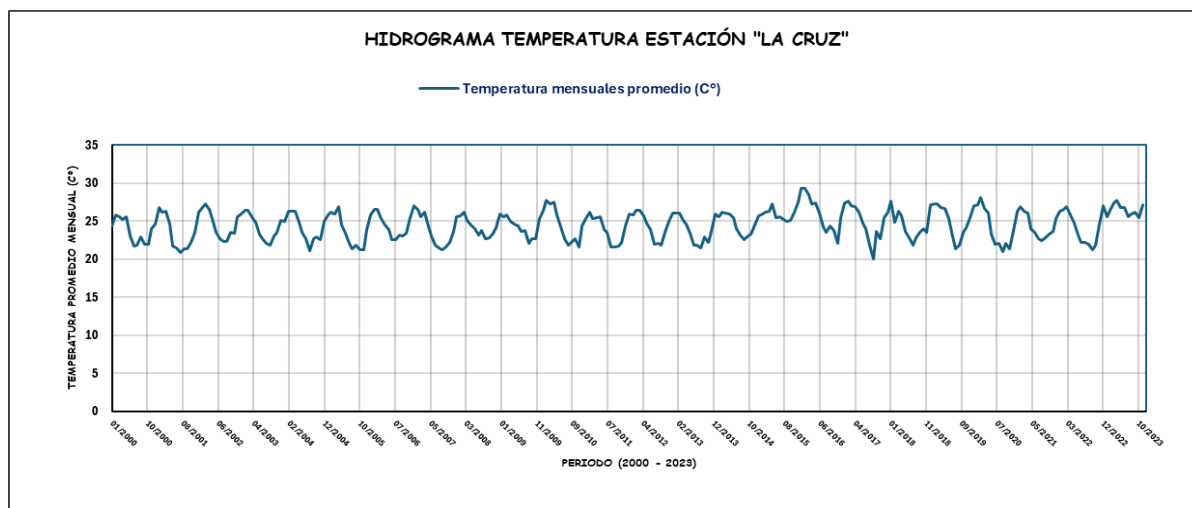
Estación meteorológica : Estación La Cruz

Periodo de registro : Enero 2020 a diciembre 2023.

ESTACIÓN LA CRUZ														
ESTACION:		LA CRUZ					LATITUD:			3°37'41.85" S		DPTO.		TUMBES
N° DE REGISTROS:		24 AÑOS					LONGITUD:			80°34'9.36" W		PROV.		TUMBES
PERIODO:		2000-2023					ALTITUD:			6 msnm		DIST.		LA CRUZ
AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL	
2000	24.40	25.85	25.60	25.20	25.60	23.05	21.70	21.80	22.90	21.95	22.00	24.05	23.68	
2001	24.60	26.85	26.15	26.35	24.60	21.75	21.50	20.90	21.40	21.35	22.20	23.55	23.43	
2002	26.15	26.65	27.30	26.60	25.30	23.60	22.70	22.35	22.35	23.50	23.40	25.60	24.63	
2003	25.90	26.40	26.40	25.65	24.90	23.30	22.65	22.05	21.80	23.05	23.50	25.10	24.23	
2004	25.05	26.35	26.35	26.35	24.90	23.55	22.70	21.15	22.65	22.90	22.60	24.95	24.13	
2005	25.80	26.20	25.90	26.90	24.55	23.40	22.15	21.40	21.80	21.20	21.25	23.90	23.70	
2006	25.80	26.50	26.50	25.30	24.45	23.90	22.55	22.60	23.15	23.10	23.45	25.45	24.40	
2007	27.00	26.50	25.55	26.25	24.80	23.05	21.85	21.55	21.20	21.60	22.20	23.70	23.77	
2008	25.65	25.75	26.15	25.10	24.55	24.00	23.20	23.80	22.75	22.85	23.45	24.10	24.28	
2009	25.90	25.55	25.85	25.05	24.65	24.35	23.70	23.80	22.10	22.70	22.75	25.40	24.32	
2010	26.40	27.80	27.25	27.50	25.80	24.30	22.65	21.85	22.25	22.65	21.65	24.40	24.54	
2011	25.30	26.25	25.30	25.50	25.55	23.95	23.50	21.60	21.60	21.70	22.25	24.35	23.90	
2012	25.90	25.80	26.45	26.40	25.75	24.75	23.90	22.00	22.05	21.85	23.50	25.00	24.45	
2013	26.10	26.10	26.05	25.10	24.60	23.40	21.90	21.80	21.55	22.90	22.20	23.65	23.78	
2014	25.90	25.65	26.15	26.10	26.00	25.45	24.00	23.20	22.60	23.05	23.35	24.45	24.66	
2015	25.75	25.90	26.25	26.30	27.25	25.50	25.60	25.20	25.00	25.15	26.15	27.49	25.96	
2016	29.29	29.30	28.44	27.25	27.37	26.10	24.29	23.60	24.44	23.77	22.12	25.50	25.96	
2017	27.40	27.60	27.10	26.90	26.15	24.75	24.00	21.80	20.00	23.70	22.65	25.45	24.79	
2018	26.15	27.70	24.90	26.35	25.70	23.70	22.80	21.80	22.85	23.55	24.00	23.60	24.43	
2019	27.20	27.30	27.30	26.75	26.65	25.30	23.50	21.40	21.90	23.55	24.20	25.45	25.04	
2020	27.05	27.20	28.10	26.62	26.10	23.28	21.93	22.15	20.96	22.07	21.38	23.81	24.22	
2021	26.35	26.90	26.30	26.05	24.05	23.60	22.75	22.45	22.85	23.35	23.70	25.40	24.48	
2022	26.30	26.60	26.95	25.80	24.80	23.20	22.25	22.25	22.00	21.30	21.80	24.60	23.99	
2023	27.00	25.65	26.45	27.40	27.80	26.75	26.75	25.65	25.95	26.20	25.50	27.20	26.53	
PROMEDIO	26.2	26.6	26.5	26.2	25.5	24.1	23.1	22.4	22.4	22.9	23.0	24.8	24.5	
MÁXIMO	29.3	29.3	28.4	27.5	27.8	26.8	26.8	25.7	26.0	26.2	26.2	27.5	26.5	
MÍNIMO	24.4	25.6	24.9	25.1	24.1	21.8	21.5	20.9	20.0	21.2	21.3	23.6	23.4	
DESVIACION	1.00	0.88	0.83	0.74	1.01	1.12	1.25	1.21	1.28	1.19	1.21	1.05	0.76	

FUENTE: SENAMHI

Hidrograma de Temperatura Mensual promedio – Estación “La Cruz” (2000–2023)

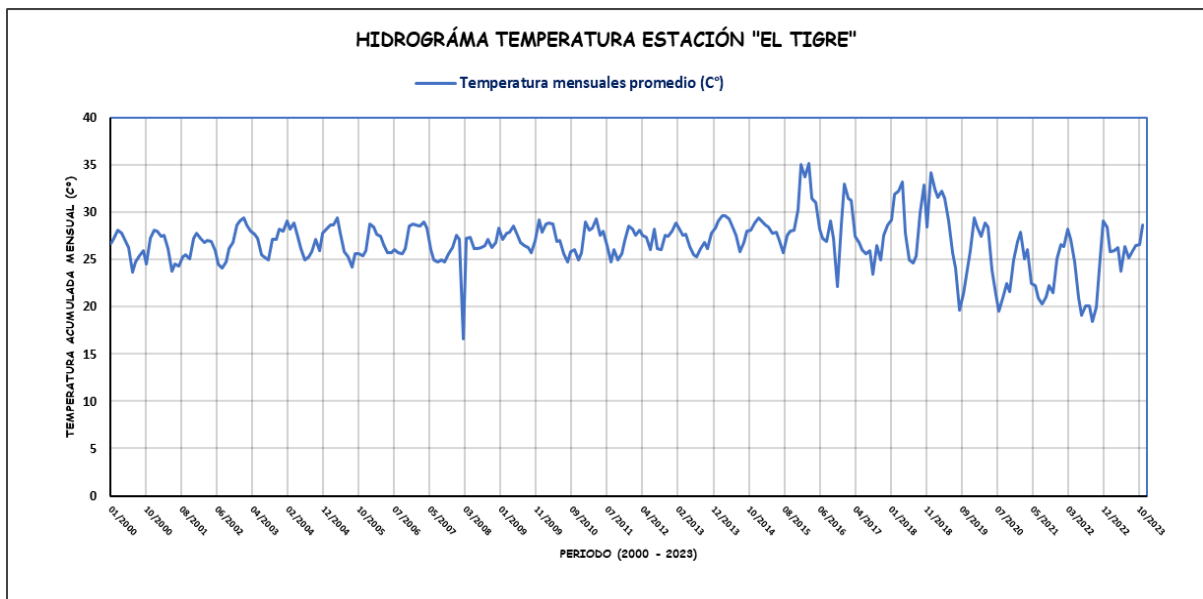


Estación meteorológica : Estación El Tigre

Periodo de registro : Enero 2020 a diciembre 2023.

ESTACIÓN EL TIGRE														
ESTACION:		EL TIGRE					LATITUD:			3°48'8.4" S		DPTO.		TUMBES
N° DE REGISTROS:		24 AÑOS					LONGITUD:			80°27'24" W		PROV.		TUMBES
PERIODO:		2000-2023					ALTITUD:			45 msnm		DIST.		SAN JACINTO
AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL	
2000	26.70	27.25	28.10	27.80	27.10	26.25	23.60	24.75	25.40	25.95	24.50	27.25	26.22	
2001	28.10	28.00	27.45	27.50	26.15	23.75	24.50	24.29	25.25	25.50	25.04	27.25	26.06	
2002	27.80	27.20	26.75	27.00	26.85	25.90	24.55	24.10	24.75	26.10	26.75	28.60	26.36	
2003	29.10	29.40	28.60	28.00	27.70	27.20	25.50	25.20	25.00	27.10	27.10	28.20	27.34	
2004	28.00	29.10	28.25	28.80	27.35	26.10	25.00	25.30	25.80	27.10	25.90	27.80	27.04	
2005	28.25	28.60	28.60	29.40	27.75	25.80	25.30	24.20	25.60	25.60	25.40	25.90	26.70	
2006	28.70	28.40	27.70	27.40	26.60	25.75	25.75	26.00	25.75	25.60	26.10	28.50	26.85	
2007	28.70	28.60	28.50	29.00	28.35	26.00	25.00	24.70	24.90	24.70	25.65	26.30	26.70	
2008	27.60	27.10	16.60	27.25	27.30	26.10	26.10	26.30	26.50	27.10	26.30	26.80	25.92	
2009	28.35	27.10	27.75	27.90	28.50	27.50	26.75	26.50	26.30	25.73	27.00	29.20	27.38	
2010	27.90	28.75	28.90	28.70	26.95	27.00	25.65	24.70	25.80	26.00	25.00	25.75	26.76	
2011	29.00	28.10	28.30	29.30	27.50	28.00	26.50	24.75	26.05	25.00	25.60	27.00	27.09	
2012	28.50	28.15	27.50	28.05	27.60	27.30	26.00	28.15	26.10	26.00	27.50	27.40	27.35	
2013	28.00	28.80	28.30	27.55	27.70	26.40	25.50	25.25	26.10	26.75	26.10	27.75	27.02	
2014	28.30	29.10	29.60	29.60	29.25	28.35	27.60	25.80	26.75	28.00	28.05	28.90	28.27	
2015	29.35	29.05	28.60	28.40	27.80	27.90	27.00	25.75	27.50	28.00	28.10	30.30	28.15	
2016	35.00	33.74	35.13	31.47	30.97	28.19	27.19	26.93	29.08	27.19	22.14	28.70	29.64	
2017	32.98	31.47	31.22	27.41	26.81	26.03	25.63	25.92	23.40	26.45	24.96	27.60	27.49	
2018	28.61	29.13	31.85	32.23	33.24	27.82	24.92	24.66	25.42	29.96	32.86	28.45	29.10	
2019	34.12	32.48	31.60	32.23	31.47	29.08	25.67	24.03	19.67	21.34	23.35	25.95	27.58	
2020	29.43	28.37	27.49	28.82	28.40	23.88	21.29	19.55	20.91	22.50	21.56	24.92	24.76	
2021	26.91	27.89	25.09	26.08	22.42	22.22	20.98	20.28	21.08	22.27	21.46	25.04	23.48	
2022	26.58	26.38	28.24	27.13	24.74	20.88	19.14	20.08	20.08	18.44	19.98	25.32	23.08	
2023	29.05	28.45	25.85	25.87	26.25	23.78	26.40	25.19	25.95	26.45	26.53	28.67	26.54	
PROMEDIO	29.0	28.8	28.2	28.5	27.7	26.1	25.1	24.7	25.0	25.6	25.5	27.4	26.8	
MÁXIMO	35.0	33.7	35.1	32.2	33.2	29.1	27.6	28.2	29.1	30.0	32.9	30.3	29.6	
MÍNIMO	26.6	26.4	16.6	25.9	22.4	20.9	19.1	19.6	19.7	18.4	20.0	24.9	23.1	
DESVIACION	2.12	1.68	3.22	1.67	2.13	2.00	2.02	2.06	2.32	2.42	2.64	1.43	1.48	

Hidrograma de Temperatura Mensual promedio – Estación “El Tigre” (2000–2023)



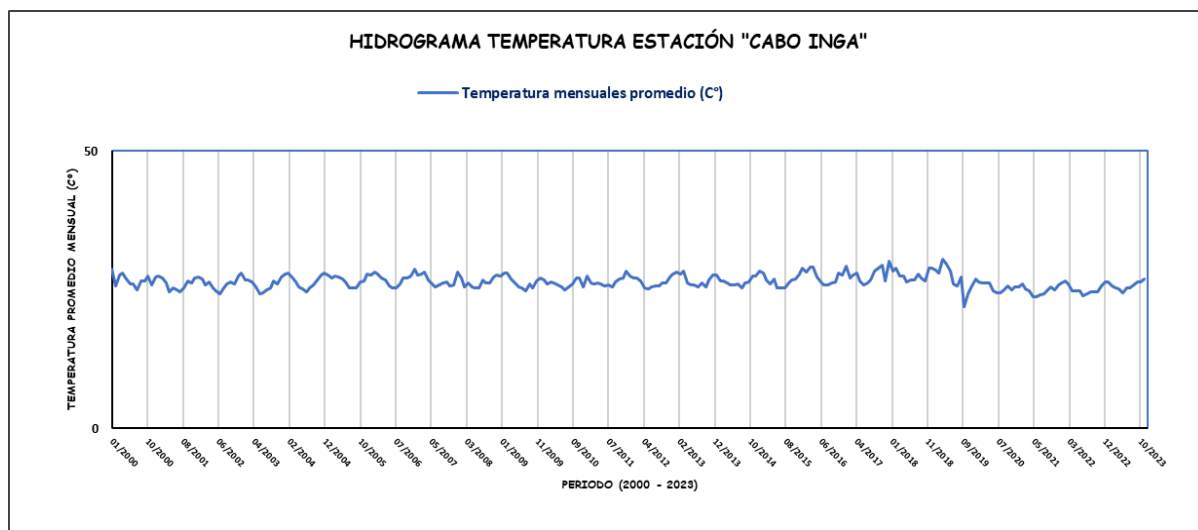
Estación meteorológica : Estación Cabo Inga

Periodo de registro : Enero 2020 a diciembre 2023.

ESTACIÓN CABO INGA														
ESTACION:		CABO INGA					LATITUD:			3°58'33.39" S		DPTO.		TUMBES
N° DE REGISTROS:		24 AÑOS					LONGITUD:			80°24'6.54" W		PROV.		TUMBES
PERIODO:		2000-2023					ALTITUD:			231 msnm		DIST.		SAN JACINTO
AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL	
2000	28.65	25.78	27.70	27.95	26.95	26.05	26.05	25.00	26.65	26.65	27.40	25.90	26.73	
2001	27.25	27.50	27.05	26.30	24.70	25.40	25.05	24.60	25.40	26.50	26.25	27.20	26.10	
2002	27.35	26.90	25.80	26.35	25.35	24.80	24.30	25.30	26.10	26.35	26.00	27.50	26.01	
2003	28.10	26.80	26.70	26.40	25.60	24.20	24.50	25.00	25.40	26.50	26.10	27.35	26.05	
2004	27.90	28.10	27.25	26.35	25.50	25.10	24.60	25.25	25.95	26.85	27.60	28.05	26.54	
2005	27.70	27.15	27.45	27.35	26.95	26.40	25.25	25.35	25.30	26.45	26.65	27.90	26.66	
2006	27.70	28.25	27.85	27.20	26.70	25.70	25.40	25.35	26.05	27.05	27.05	27.55	26.82	
2007	28.70	27.60	27.75	28.20	26.75	26.00	25.50	25.90	26.30	26.35	25.75	25.80	26.72	
2008	28.20	27.05	25.45	26.15	25.55	25.40	25.40	26.70	26.25	26.20	27.25	27.65	26.44	
2009	27.53	27.95	28.00	27.00	26.25	25.45	25.30	24.75	26.10	25.30	26.50	27.05	26.43	
2010	26.85	26.10	26.40	26.15	25.90	25.55	25.00	25.60	26.05	27.05	27.15	25.51	26.11	
2011	27.50	26.15	26.10	26.15	26.05	25.75	25.90	25.50	26.45	27.00	27.15	28.45	26.51	
2012	27.40	27.15	27.20	26.50	25.35	25.15	25.55	25.65	25.75	26.20	26.25	27.30	26.29	
2013	27.75	28.20	27.80	28.40	26.30	25.95	25.80	25.45	26.30	25.50	26.80	27.65	26.83	
2014	27.60	26.50	26.65	26.20	25.95	25.85	26.00	25.35	26.25	26.40	27.50	27.50	26.48	
2015	28.35	28.10	26.80	26.00	26.90	25.40	25.25	25.25	26.20	26.70	26.90	27.80	26.64	
2016	28.98	28.17	29.10	29.04	27.35	26.41	25.92	25.92	26.30	26.47	28.00	27.67	27.44	
2017	29.32	27.07	27.73	27.95	26.63	25.87	26.19	26.80	28.28	28.88	29.37	26.53	27.55	
2018	30.19	28.44	28.93	27.51	27.51	26.47	26.85	26.69	27.89	27.07	26.63	28.99	27.76	
2019	28.93	28.61	28.06	30.45	29.69	28.42	25.96	25.65	27.29	21.87	24.23	25.72	27.07	
2020	26.93	26.39	26.17	26.23	26.28	24.74	24.51	24.43	24.97	25.69	24.92	25.60	25.57	
2021	25.57	26.06	25.09	24.80	23.65	23.75	24.14	24.22	25.05	25.53	25.03	25.78	24.89	
2022	26.21	26.50	26.01	24.88	24.88	24.80	23.93	24.24	24.57	24.54	24.62	25.76	25.08	
2023	26.44	26.46	25.75	25.31	25.21	24.40	25.34	25.28	25.81	26.35	26.33	26.94	25.80	
PROMEDIO	27.8	27.2	27.0	26.9	26.2	25.5	25.3	25.4	26.1	26.2	26.6	27.1	26.4	
MÁXIMO	30.2	28.6	29.1	30.5	29.7	28.4	26.9	26.8	28.3	28.9	29.4	29.0	27.8	
MÍNIMO	25.6	25.8	25.1	24.8	23.7	23.8	23.9	24.2	24.6	21.9	24.2	25.5	24.9	
DESVIACION	1.04	0.86	1.06	1.32	1.18	0.93	0.72	0.70	0.85	1.23	1.14	0.99	0.69	

FUENTE: PEBPT

Hidrograma de Temperatura Mensual promedio – Estación “Cabo Inga” (2000–2023)



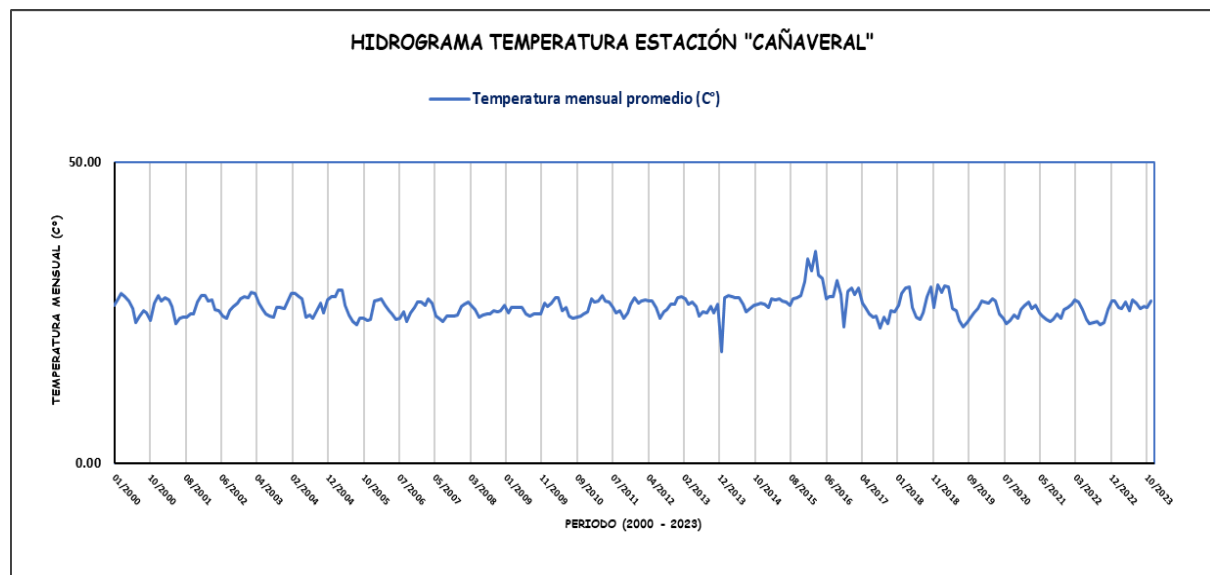
Estación meteorológica : Estación Cañaverál

Periodo de registro : Enero 2020 a diciembre 2023.

ESTACIÓN CAÑAVERAL														
ESTACION:		CAÑAVERAL					LATITUD:			3°56'20.58" S		DPTO.		TUMBES
N° DE REGISTROS:		24 AÑOS					LONGITUD:			80°39'1.98" W		PROV.		CONT. VILLAR
PERIODO:		2000-2023					ALTITUD:			133 msnm		DIST.		CASITAS
AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL	
2000	26.15	27.25	28.10	27.70	27.00	25.65	23.40	24.40	25.25	25.00	23.75	26.55	25.85	
2001	27.75	26.85	27.50	27.05	26.00	23.15	24.00	24.25	24.25	24.85	24.75	26.75	25.60	
2002	27.75	27.75	26.85	27.05	25.50	25.25	24.35	24.10	25.25	25.95	26.50	27.35	26.14	
2003	27.60	27.55	28.30	28.10	26.65	25.50	24.70	24.50	24.25	25.85	25.80	25.75	26.21	
2004	26.75	28.15	28.25	27.70	27.20	24.20	24.55	24.00	25.25	26.50	24.90	27.15	26.22	
2005	27.65	27.60	28.70	28.70	26.25	24.65	23.55	23.00	24.00	24.15	23.70	23.90	25.49	
2006	26.95	27.10	27.30	26.20	25.40	24.85	23.90	24.10	25.20	23.50	25.00	25.80	25.44	
2007	26.75	26.75	26.25	27.20	26.60	24.50	24.10	23.60	24.50	24.50	24.50	24.60	25.32	
2008	26.10	26.40	26.80	26.10	25.50	24.30	24.60	24.80	24.70	25.30	25.10	25.40	25.43	
2009	26.25	24.90	25.80	25.80	25.90	25.80	24.75	24.50	24.80	24.80	24.70	26.50	25.38	
2010	26.00	26.60	27.40	27.45	25.30	25.85	24.50	24.15	24.20	24.50	24.70	25.10	25.48	
2011	27.20	26.75	27.00	27.80	26.95	26.80	25.80	24.95	25.40	24.00	25.00	26.40	26.17	
2012	27.40	26.60	26.90	27.10	27.00	26.90	25.85	24.00	25.10	25.50	26.30	26.30	26.25	
2013	27.50	27.60	27.20	26.40	26.80	26.10	24.50	25.10	25.00	26.05	24.90	26.40	26.13	
2014	18.45	27.50	27.90	27.70	27.50	27.40	26.40	25.17	25.61	26.28	26.30	26.53	26.06	
2015	26.47	25.90	27.27	27.10	27.21	26.89	26.75	26.22	27.33	27.42	27.84	30.22	27.22	
2016	33.83	31.97	35.14	31.30	30.68	27.36	27.62	27.70	30.28	28.01	22.55	28.58	29.59	
2017	29.13	27.94	29.08	26.65	25.80	24.85	24.30	24.48	22.40	24.33	23.08	25.27	25.61	
2018	25.10	26.12	28.26	29.13	29.24	25.90	24.15	23.80	25.03	27.62	29.25	25.85	26.62	
2019	29.61	28.29	29.38	29.33	25.72	25.29	23.67	22.58	23.26	23.99	24.98	25.67	25.98	
2020	26.92	26.67	26.52	27.26	27.00	24.83	24.04	23.18	23.71	24.52	24.01	25.58	25.35	
2021	26.26	26.73	25.60	26.13	24.87	24.49	23.85	23.50	23.92	24.69	24.12	25.52	24.97	
2022	25.83	26.41	27.10	26.73	25.45	23.94	23.10	23.28	23.52	23.05	23.39	25.54	24.78	
2023	26.91	26.92	25.83	25.63	26.70	25.38	27.04	26.48	25.75	25.98	25.79	26.87	26.27	
PROMEDIO	26.9	27.2	27.7	27.4	26.6	25.4	24.7	24.4	24.9	25.3	25.0	26.2	26.0	
MÁXIMO	33.8	32.0	35.1	31.3	30.7	27.4	27.6	27.7	30.3	28.0	29.3	30.2	29.6	
MÍNIMO	18.5	24.9	25.6	25.6	24.9	23.2	23.1	22.6	22.4	23.1	22.6	23.9	24.8	
DESVIACION	2.49	1.28	1.88	1.28	1.29	1.11	1.21	1.15	1.51	1.29	1.49	1.28	0.94	

FUENTE: PEBPT

Hidrograma de Temperatura Mensual promedio – Estación “Cañaverál” (2000–2023)



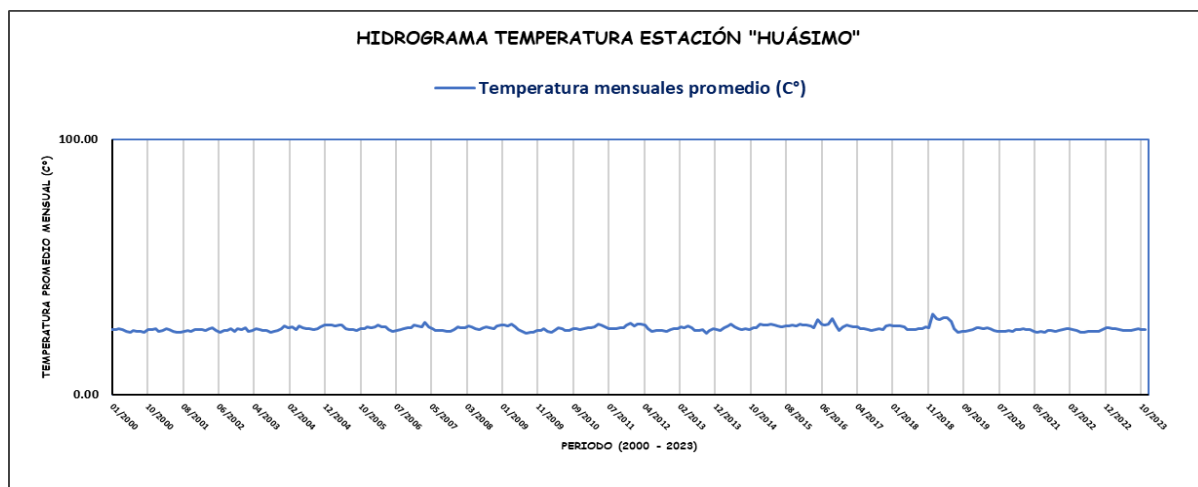
Estación meteorológica : Estación El Huásimo

Periodo de registro : Enero 2020 a diciembre 2023.

ESTACIÓN HUÁSIMO														
ESTACION:		HUÁSIMO					LATITUD:			3°59'53.34" S		DPTO.		TUMBES
N° DE REGISTROS:		24 AÑOS					LONGITUD:			80°30'14.09" W		PROV.		TUMBES
PERIODO:		2000-2023					ALTITUD:			607 msnm		DIST.		SAN JACINTO
AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL	
2000	25.60	25.44	25.73	25.41	24.65	24.40	25.02	24.61	24.65	24.33	25.35	25.37	25.05	
2001	25.80	24.87	25.02	25.75	25.28	24.77	24.24	24.40	24.62	25.19	24.70	25.30	25.00	
2002	25.53	25.47	24.96	25.93	26.01	25.23	24.48	25.09	24.98	25.69	24.65	25.80	25.32	
2003	25.57	26.20	24.80	25.12	25.79	25.41	24.94	25.21	24.48	24.76	25.04	25.90	25.27	
2004	26.91	26.15	26.39	25.38	26.88	26.09	25.67	25.80	25.56	25.84	26.65	27.13	26.20	
2005	27.28	27.38	26.77	27.30	27.05	25.72	25.38	25.47	25.12	25.83	25.90	26.53	26.31	
2006	26.08	26.67	27.26	26.58	26.62	25.56	24.80	25.24	25.30	25.62	26.03	26.27	26.00	
2007	27.17	26.99	26.37	28.23	26.52	25.83	25.01	25.01	24.93	24.70	24.65	25.51	25.91	
2008	26.51	26.01	25.99	26.79	26.62	25.72	25.32	26.05	26.59	26.01	25.92	26.89	26.20	
2009	27.22	27.38	27.00	27.58	26.46	25.29	24.72	23.87	24.51	24.23	25.15	25.17	25.72	
2010	25.74	24.72	24.47	25.06	26.12	25.72	25.24	25.15	25.94	25.87	25.55	25.87	25.45	
2011	26.19	26.01	26.44	27.54	27.10	26.52	25.91	25.85	25.86	26.00	26.07	27.13	26.39	
2012	27.83	27.01	27.60	27.48	27.37	25.62	24.57	24.90	25.13	25.01	24.65	25.38	26.05	
2013	25.80	25.96	26.58	26.15	26.76	26.15	25.15	25.01	25.35	24.12	25.06	25.87	25.66	
2014	25.41	24.95	26.25	26.70	27.45	26.63	25.69	25.30	25.65	25.51	26.15	26.30	26.00	
2015	27.64	27.05	27.13	27.68	27.32	26.77	26.57	26.75	26.97	27.07	26.82	27.42	27.10	
2016	27.33	27.07	26.89	26.30	29.47	27.62	27.38	27.52	29.66	27.02	25.11	26.48	27.32	
2017	27.17	26.73	26.45	26.42	25.93	25.62	25.42	25.11	25.52	25.91	25.26	26.71	26.02	
2018	27.23	26.86	26.76	26.79	26.42	25.60	25.55	25.44	25.75	25.73	26.42	26.17	26.23	
2019	31.34	29.77	29.51	30.07	29.97	28.54	25.78	24.42	24.69	24.77	25.10	25.46	27.45	
2020	26.04	26.02	25.91	26.04	25.92	24.94	24.73	24.61	24.87	25.15	24.73	25.26	25.35	
2021	25.56	25.90	25.45	25.35	24.72	24.52	24.56	24.51	24.92	25.18	24.78	25.18	25.05	
2022	25.46	25.78	25.91	25.40	25.04	24.31	24.41	24.54	24.68	24.66	24.60	25.29	25.01	
2023	26.03	26.03	25.69	25.70	25.45	24.96	25.19	25.06	25.39	25.61	25.51	25.26	25.49	
PROMEDIO	26.6	26.4	26.3	26.5	26.5	25.7	25.2	25.2	25.5	25.4	25.4	26.0	25.9	
MÁXIMO	31.3	29.8	29.5	30.1	30.0	28.5	27.4	27.5	29.7	27.1	26.8	27.4	27.5	
MÍNIMO	25.4	24.7	24.5	25.1	24.7	24.3	24.2	23.9	24.5	24.1	24.6	25.2	25.0	
DESVIACION	1.28	1.06	1.06	1.18	1.27	0.98	0.71	0.79	1.10	0.77	0.68	0.70	0.70	

FUENTE: PEBPT

Hidrograma de Temperatura Mensual promedio – Estación “Huásimo” (2000–2023)

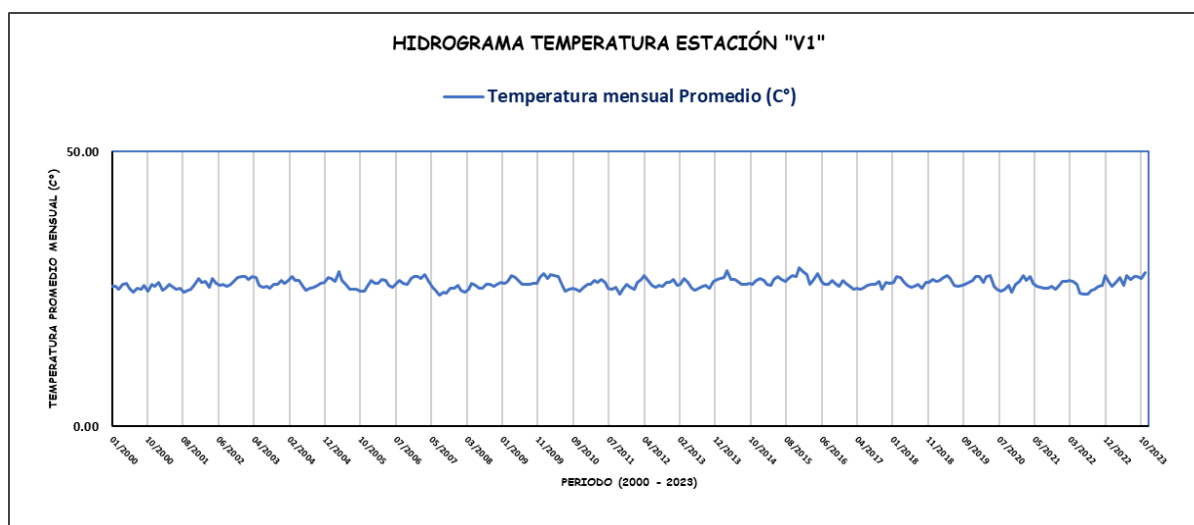


Estación meteorológica : Estación virtual (V1)

Periodo de registro : Enero 2020 a diciembre 2023.

ESTACIÓN V1														
ESTACION:		V1					LATITUD:			3°45'43.41"S		DPTO.		TUMBES
N° DE REGISTROS:		24 AÑOS					LONGITUD:			80°36'14.22"O		PROV.		CONT. VILLAR
PERIODO:		2000-2023					ALTITUD:			209 msnm		DIST.		CASITAS
AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL	
2000	25.53	25.47	24.96	25.93	26.01	25.23	24.48	25.09	24.98	25.69	24.65	25.80	25.32	
2001	25.57	26.20	24.80	25.12	25.79	25.41	24.94	25.21	24.48	24.76	25.04	25.90	25.27	
2002	26.91	26.15	26.39	25.38	26.88	26.09	25.67	25.80	25.56	25.84	26.65	27.13	26.20	
2003	27.28	27.38	26.77	27.30	27.05	25.72	25.38	25.47	25.12	25.83	25.90	26.53	26.31	
2004	26.08	26.67	27.26	26.58	26.62	25.56	24.80	25.24	25.30	25.62	26.03	26.27	26.00	
2005	27.17	26.99	26.37	28.23	26.52	25.83	25.01	25.01	24.93	24.70	24.65	25.51	25.91	
2006	26.51	26.01	25.99	26.79	26.62	25.72	25.32	26.05	26.59	26.01	25.92	26.89	26.20	
2007	27.22	27.38	27.00	27.58	26.46	25.29	24.72	23.87	24.51	24.23	25.15	25.17	25.72	
2008	25.74	24.72	24.47	25.06	26.12	25.72	25.24	25.15	25.94	25.87	25.55	25.87	25.45	
2009	26.19	26.01	26.44	27.54	27.10	26.52	25.91	25.85	25.86	26.00	26.07	27.13	26.39	
2010	27.83	27.01	27.60	27.48	27.37	25.62	24.57	24.90	25.13	25.01	24.65	25.38	26.05	
2011	25.80	25.96	26.58	26.15	26.76	26.15	25.15	25.01	25.35	24.12	25.06	25.87	25.66	
2012	25.41	24.95	26.25	26.70	27.45	26.63	25.69	25.30	25.65	25.51	26.15	26.30	26.00	
2013	26.80	25.67	25.82	26.89	26.19	25.12	24.73	25.08	25.50	25.69	25.22	26.37	25.76	
2014	26.83	26.90	27.12	28.41	26.83	26.68	26.40	25.80	25.94	26.03	25.93	26.56	26.62	
2015	26.95	26.56	25.90	25.66	26.80	27.38	26.69	26.40	26.90	27.48	27.23	28.87	26.90	
2016	28.13	27.67	25.94	26.78	27.81	26.38	25.81	25.84	26.54	25.98	25.50	26.59	26.58	
2017	26.01	25.59	24.94	25.08	25.01	25.35	25.65	25.83	25.90	26.47	24.94	26.30	25.59	
2018	26.04	26.15	27.27	27.15	26.35	25.61	25.36	25.48	25.95	25.23	26.15	26.26	26.08	
2019	26.68	26.43	26.50	27.15	27.53	26.99	25.77	25.48	25.74	25.83	26.28	26.59	26.41	
2020	27.23	27.23	26.16	27.36	27.42	25.49	24.96	24.65	24.94	25.63	24.44	25.87	25.95	
2021	26.47	27.44	26.58	27.32	26.01	25.44	25.32	25.16	25.17	25.52	24.95	25.50	25.91	
2022	26.44	26.41	26.54	26.40	25.93	24.18	24.03	24.05	24.80	24.92	25.44	25.73	25.41	
2023	27.40	26.23	25.45	26.24	27.07	25.73	27.50	26.70	27.27	27.32	26.89	28.10	26.83	
PROMEDIO	26.6	26.4	26.2	26.7	26.7	25.8	25.4	25.4	25.6	25.6	25.6	26.4	26.0	
MÁXIMO	28.1	27.7	27.6	28.4	27.8	27.4	27.5	26.7	27.3	27.5	27.2	28.9	26.9	
MÍNIMO	25.4	24.7	24.5	25.1	25.0	24.2	24.0	23.9	24.5	24.1	24.4	25.2	25.3	
DESVIACION	0.74	0.78	0.82	0.95	0.66	0.69	0.76	0.65	0.72	0.80	0.75	0.85	0.46	

Hidrograma de Temperatura Mensual promedio – Estación “V1” (2000–2023)

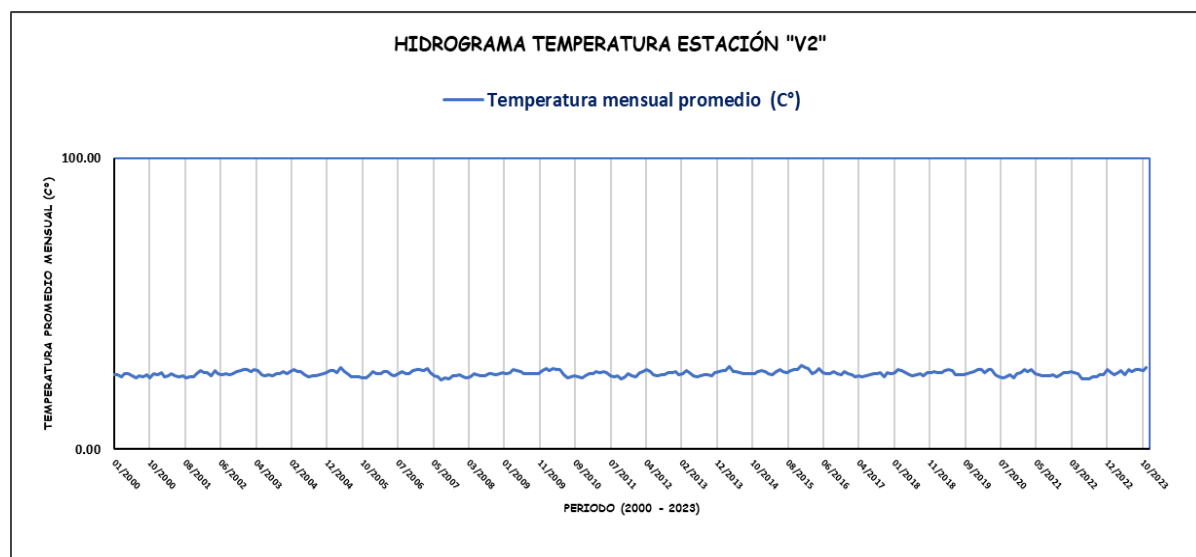


Estación meteorológica : Estación virtual (V2)

Periodo de registro : Enero 2020 a diciembre 2023.

ESTACIÓN V2														
ESTACION:		V2					LATITUD:			4° 3'22.13"S		DPTO.		TUMBES
N° DE REGISTROS:		24 AÑOS					LONGITUD:			80°40'17.14"O		PROV.		CONT. VILLAR
PERIODO:		2000-2023					ALTITUD:			243 msnm		DIST.		CASITAS
AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL	
2000	25.53	25.47	24.96	25.93	26.01	25.23	24.48	25.09	24.98	25.69	24.65	25.80	25.32	
2001	25.57	26.20	24.80	25.12	25.79	25.41	24.94	25.21	24.48	24.76	25.04	25.90	25.27	
2002	26.91	26.15	26.39	25.38	26.88	26.09	25.67	25.80	25.56	25.84	26.65	27.13	26.20	
2003	27.28	27.38	26.77	27.30	27.05	25.72	25.38	25.47	25.12	25.83	25.90	26.53	26.31	
2004	26.08	26.67	27.26	26.58	26.62	25.56	24.80	25.24	25.30	25.62	26.03	26.27	26.00	
2005	27.17	26.99	26.37	28.23	26.52	25.83	25.01	25.01	24.93	24.70	24.65	25.51	25.91	
2006	26.51	26.01	25.99	26.79	26.62	25.72	25.32	26.05	26.59	26.01	25.92	26.89	26.20	
2007	27.22	27.38	27.00	27.58	26.46	25.29	24.72	23.87	24.51	24.23	25.15	25.17	25.72	
2008	25.74	24.72	24.47	25.06	26.12	25.72	25.24	25.15	25.94	25.87	25.55	25.87	25.45	
2009	26.19	26.01	26.44	27.54	27.10	26.52	25.91	25.85	25.86	26.00	26.07	27.13	26.39	
2010	27.83	27.01	27.60	27.48	27.37	25.62	24.57	24.90	25.13	25.01	24.65	25.38	26.05	
2011	25.80	25.96	26.58	26.15	26.76	26.15	25.15	25.01	25.35	24.12	25.06	25.87	25.66	
2012	25.41	24.95	26.25	26.70	27.45	26.63	25.69	25.30	25.65	25.51	26.15	26.30	26.00	
2013	26.80	25.67	25.82	26.89	26.19	25.12	24.73	25.08	25.50	25.69	25.22	26.37	25.76	
2014	26.83	26.90	27.12	28.41	26.83	26.68	26.40	25.80	25.94	26.03	25.93	26.56	26.62	
2015	26.95	26.56	25.90	25.66	26.80	27.38	26.69	26.40	26.90	27.48	27.23	28.87	26.90	
2016	28.13	27.67	25.94	26.78	27.81	26.38	25.81	25.84	26.54	25.98	25.50	26.59	26.58	
2017	26.01	25.59	24.94	25.08	25.01	25.35	25.65	25.83	25.90	26.47	24.94	26.30	25.59	
2018	26.04	26.15	27.27	27.15	26.35	25.61	25.36	25.48	25.95	25.23	26.15	26.26	26.08	
2019	26.68	26.43	26.50	27.15	27.53	26.99	25.77	25.48	25.74	25.83	26.28	26.59	26.41	
2020	27.23	27.23	26.16	27.36	27.42	25.49	24.96	24.65	24.94	25.63	24.44	25.87	25.95	
2021	26.47	27.44	26.58	27.32	26.01	25.44	25.32	25.16	25.17	25.52	24.95	25.50	25.91	
2022	26.44	26.41	26.54	26.40	25.93	24.18	24.03	24.05	24.80	24.92	25.44	25.73	25.41	
2023	27.40	26.23	25.45	26.24	27.07	25.73	27.50	26.70	27.27	27.32	26.89	28.10	26.83	
PROMEDIO	26.6	26.4	26.2	26.7	26.7	25.8	25.4	25.4	25.6	25.6	25.6	26.4	26.0	
MÁXIMO	28.1	27.7	27.6	28.4	27.8	27.4	27.5	26.7	27.3	27.5	27.2	28.9	26.9	
MÍNIMO	25.4	24.7	24.5	25.1	25.0	24.2	24.0	23.9	24.5	24.1	24.4	25.2	25.3	
DESVIACION	0.74	0.78	0.82	0.95	0.66	0.69	0.76	0.65	0.72	0.80	0.75	0.85	0.46	

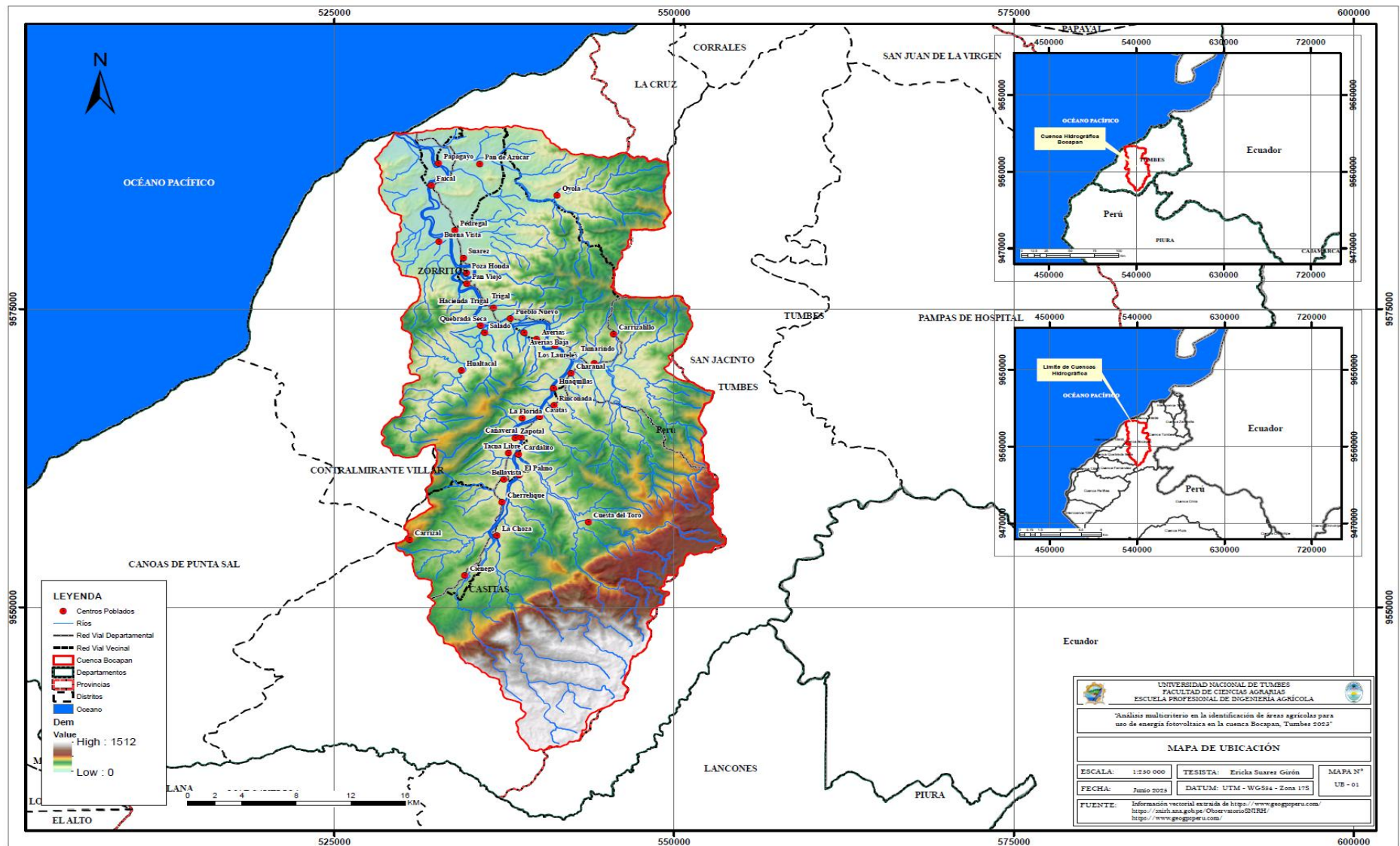
Hidrograma de Temperatura Mensual promedio – Estación “V2” (2000–2023)



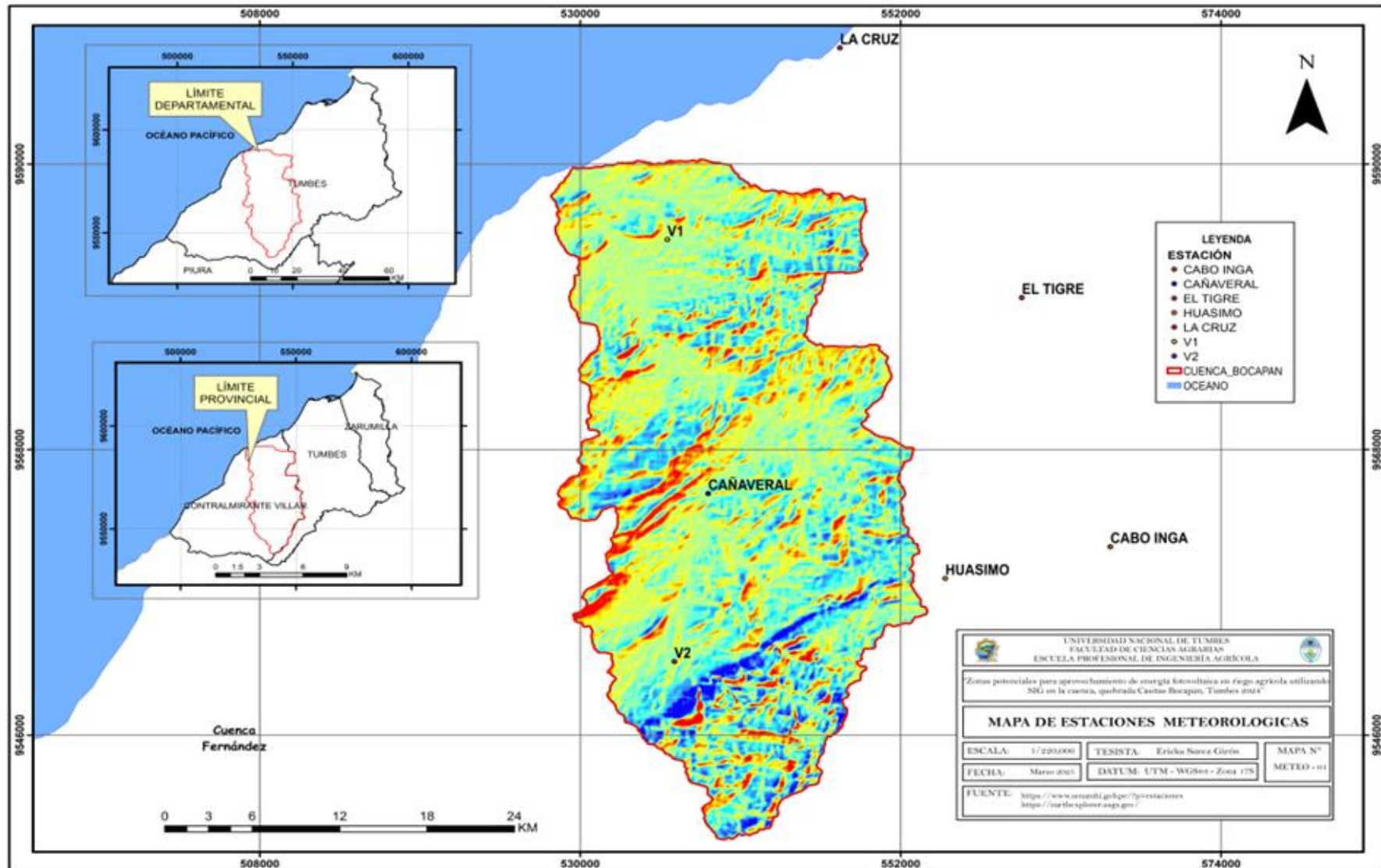
Anexo 7: Resultados de los valores promedio anual de temperatura

ESTACIÓN	ESTE	NORTE	ALTITUD	MTA
EL TIGRE	560328.10	9579702.76	45	26.790
CABO INGA	566404.90	9560507.87	231	26.440
LA CRUZ	547834.86	9598948.00	6	24.470
HUASIMO	555069.20	9558060.48	607	25.900
CAÑAVERAL	538794.03	9564601.61	133	25.980
V1	535990	9584167	63	26.020
V2	536471	9551659	229	26.020

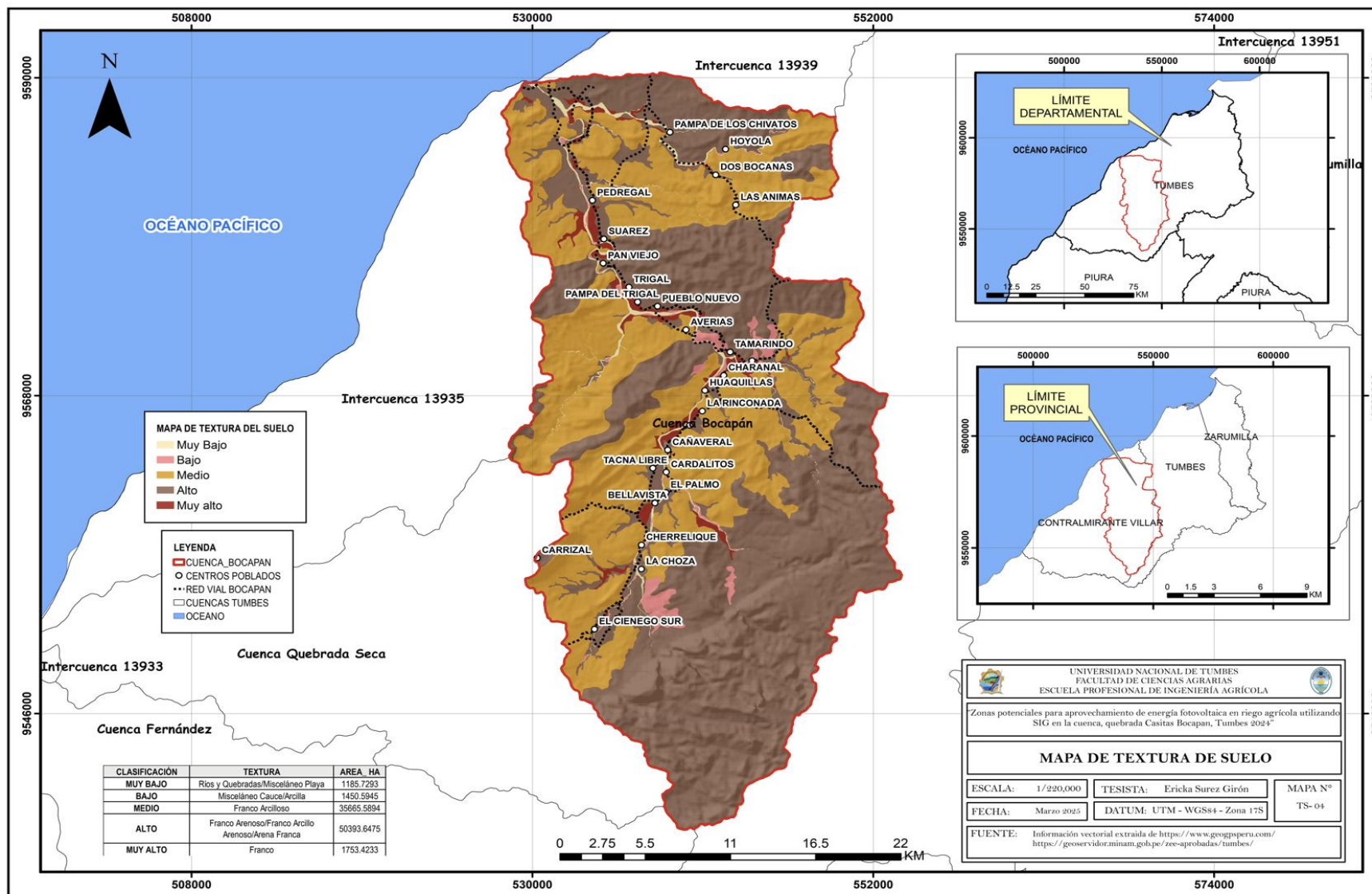
Anexo 8: Mapa de Ubicación



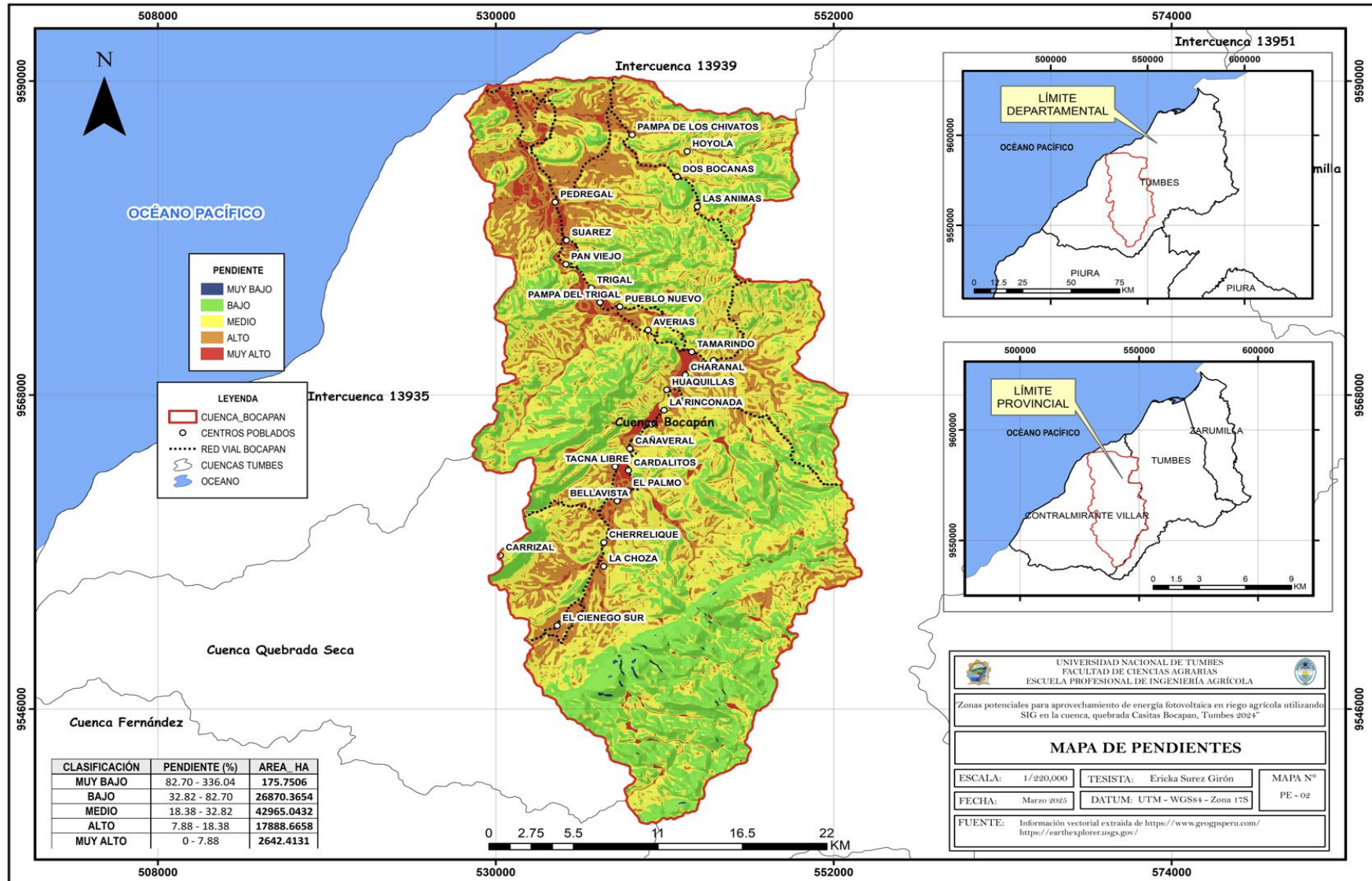
Anexo 9: Mapa de Estaciones Meteorológicas



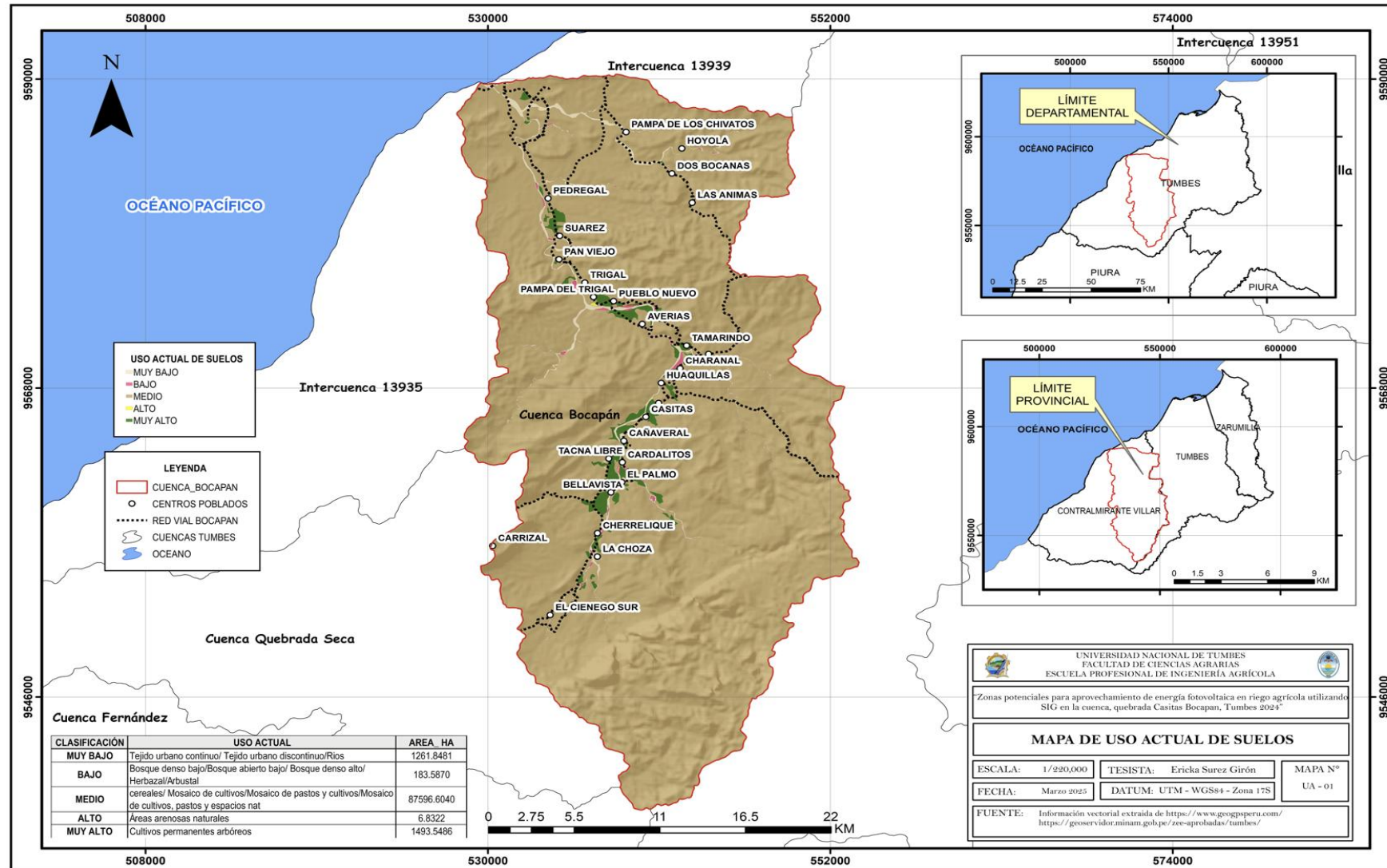
Anexo 10: Mapa de Textura de Suelos



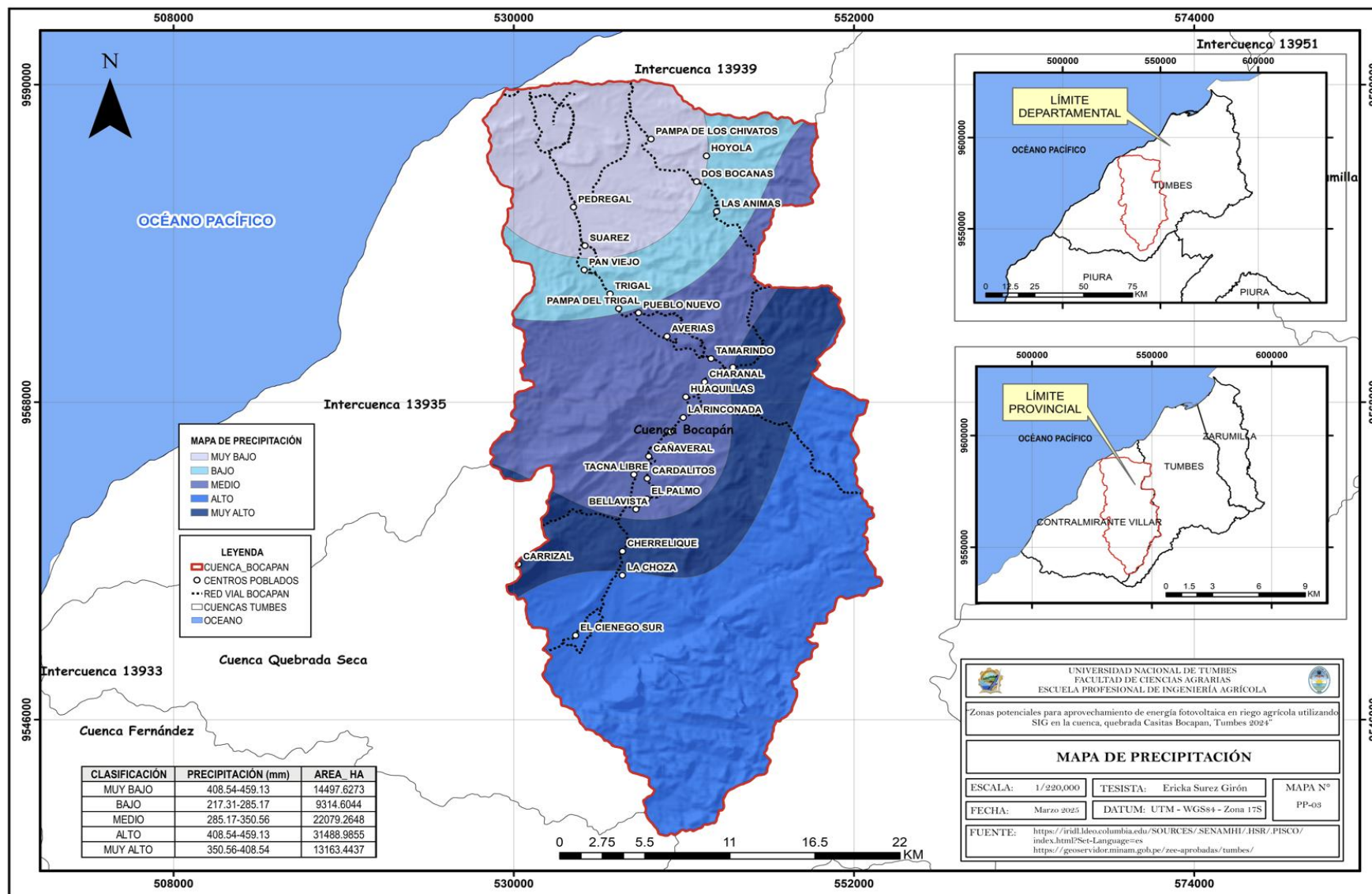
Anexo 11: Mapa de Pendientes



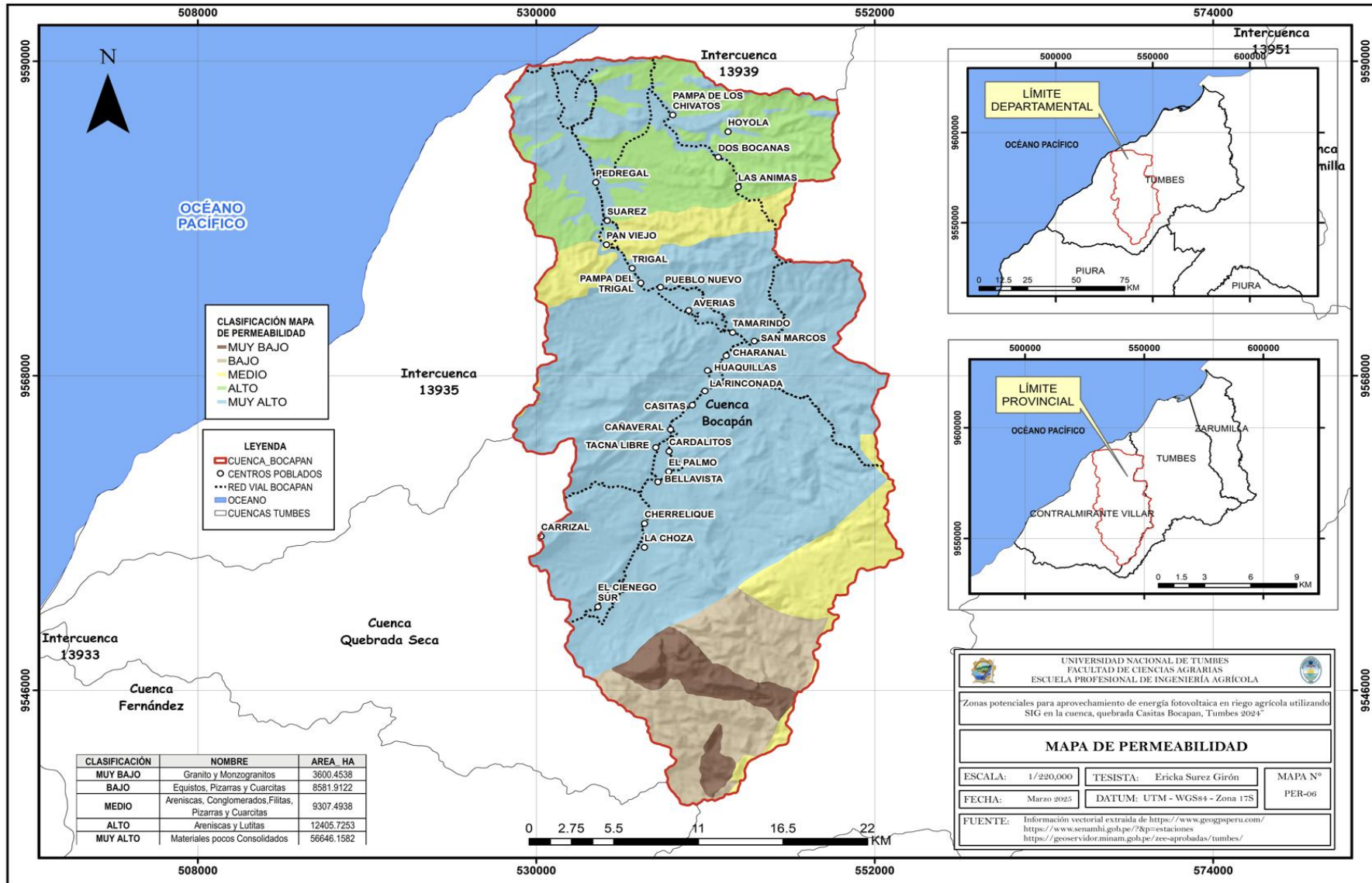
Anexo 12: Mapa de Uso Actual de Suelos



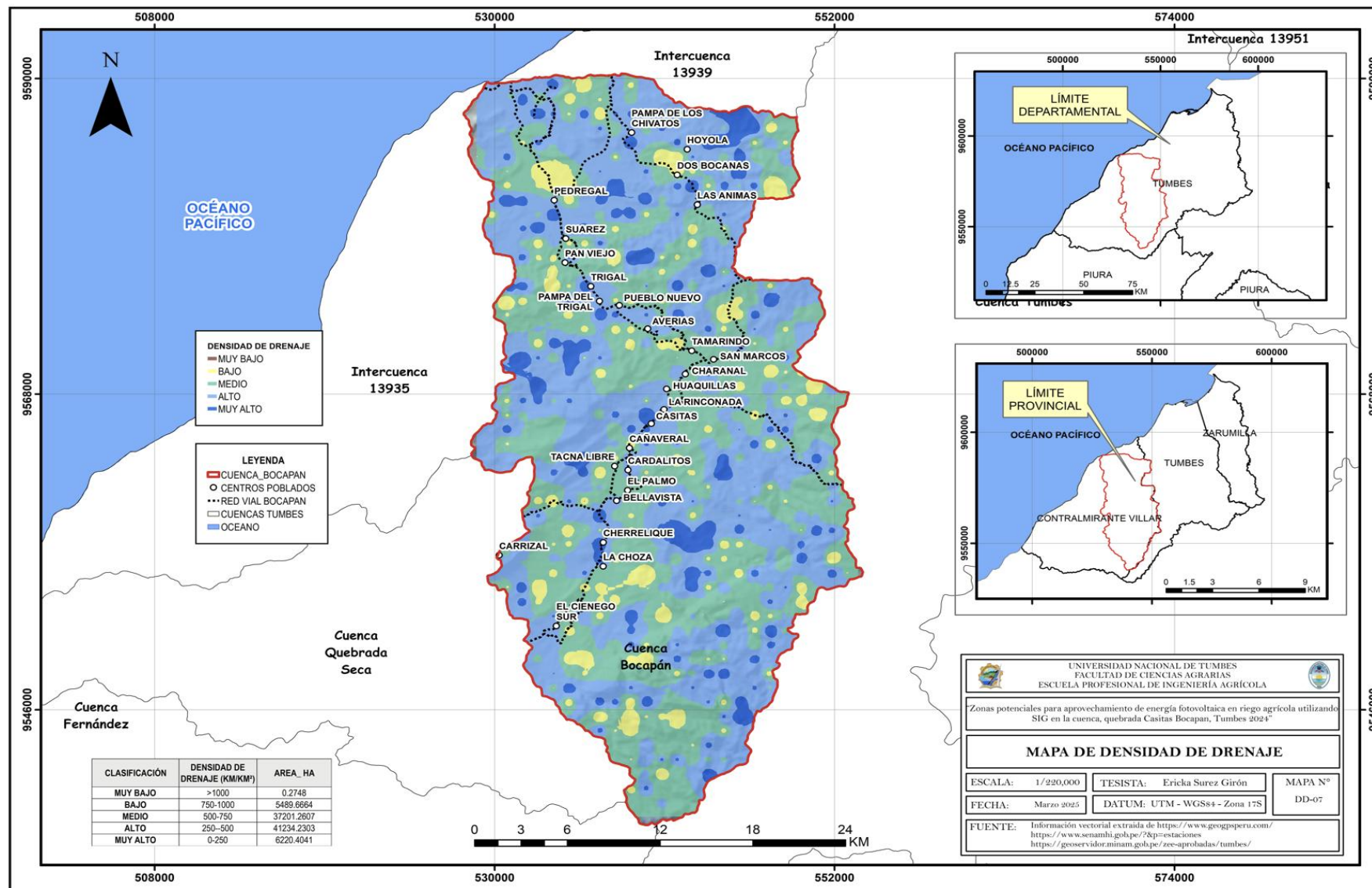
Anexo 13: Mapa de Precipitación



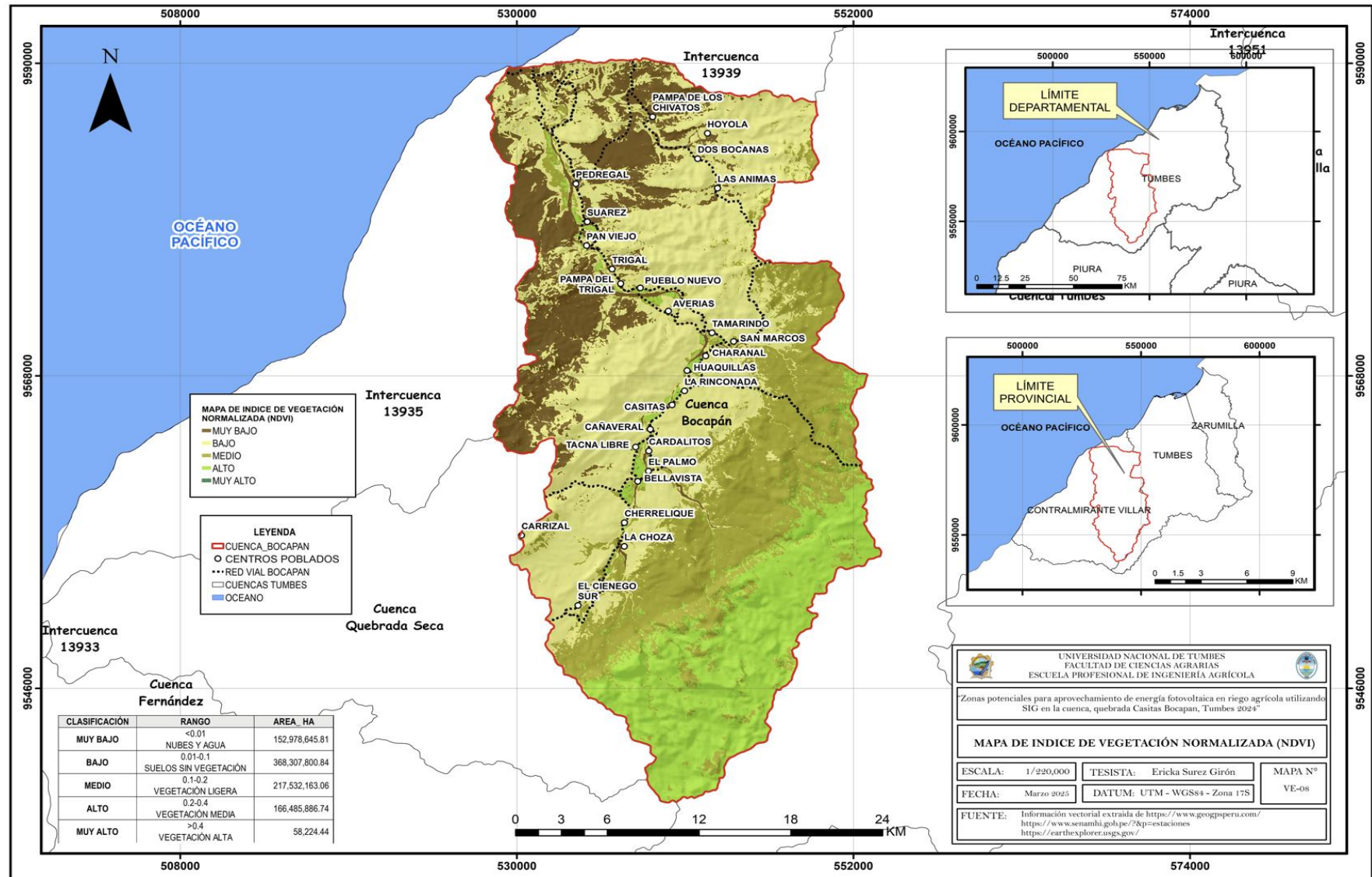
Anexo 14: Mapa de Permeabilidad



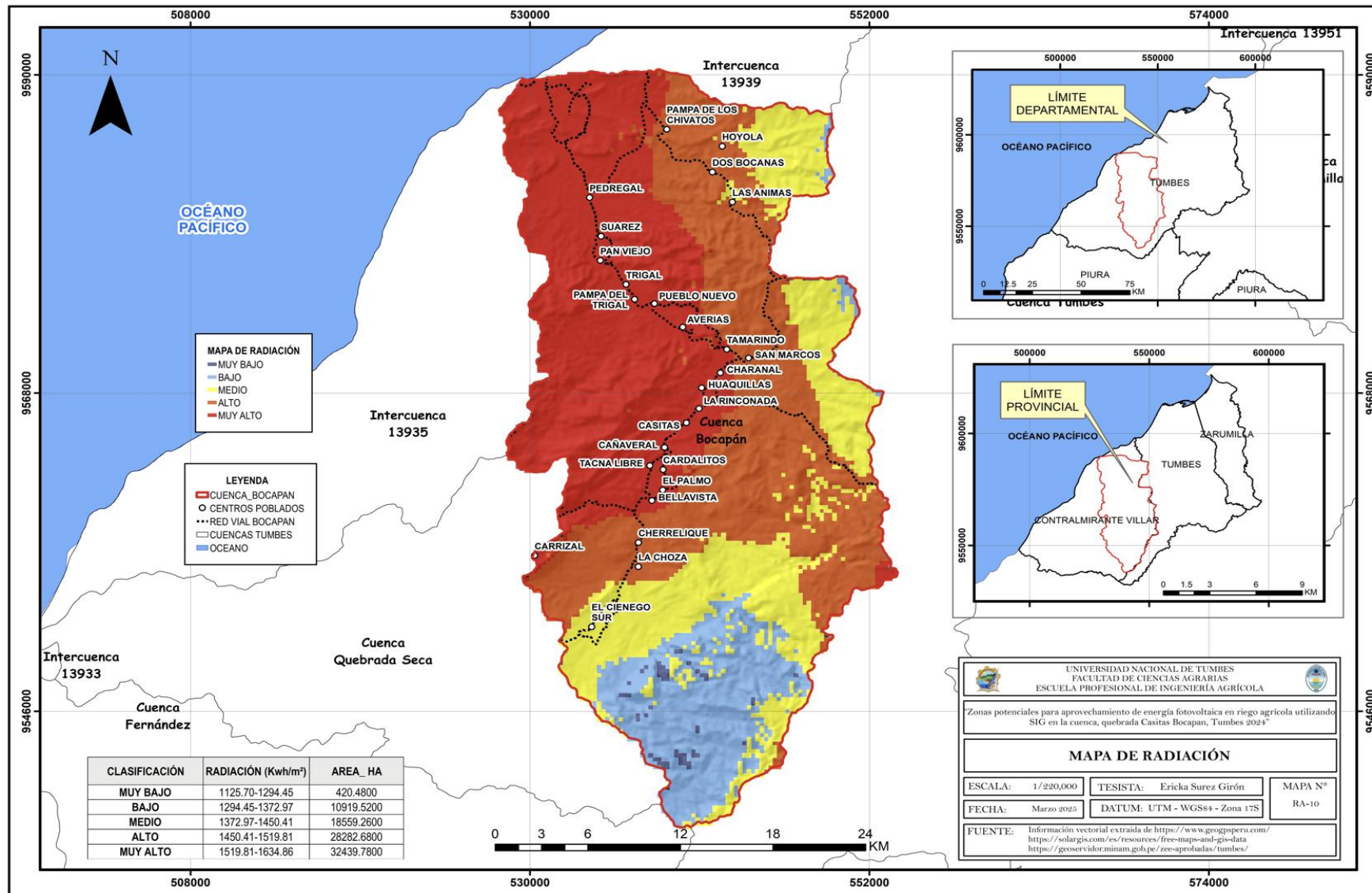
Anexo 15: Mapa de Densidad de Drenaje



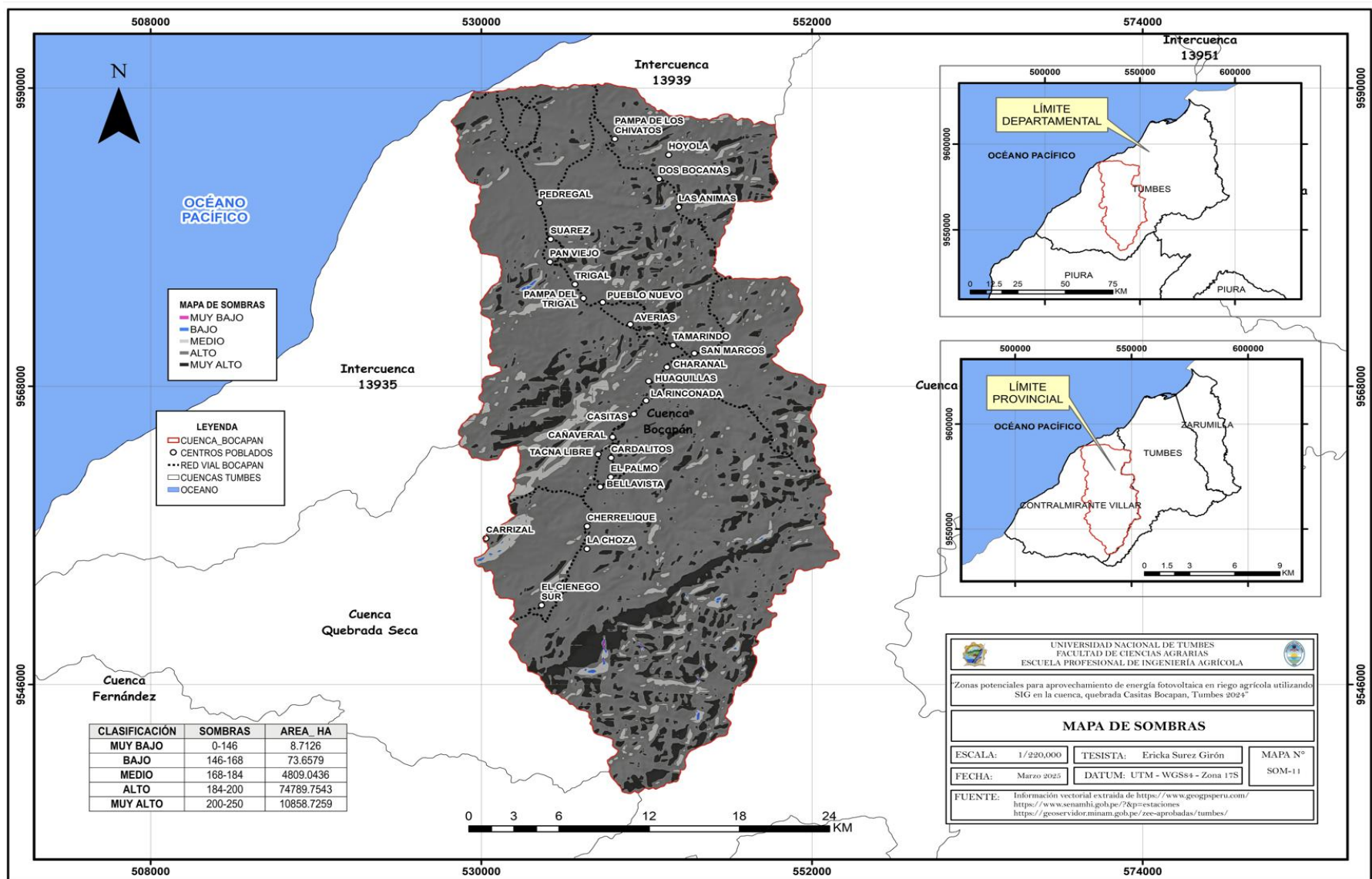
Anexo 16: Mapa de Índice de Vegetación Normalizada (NDVI)



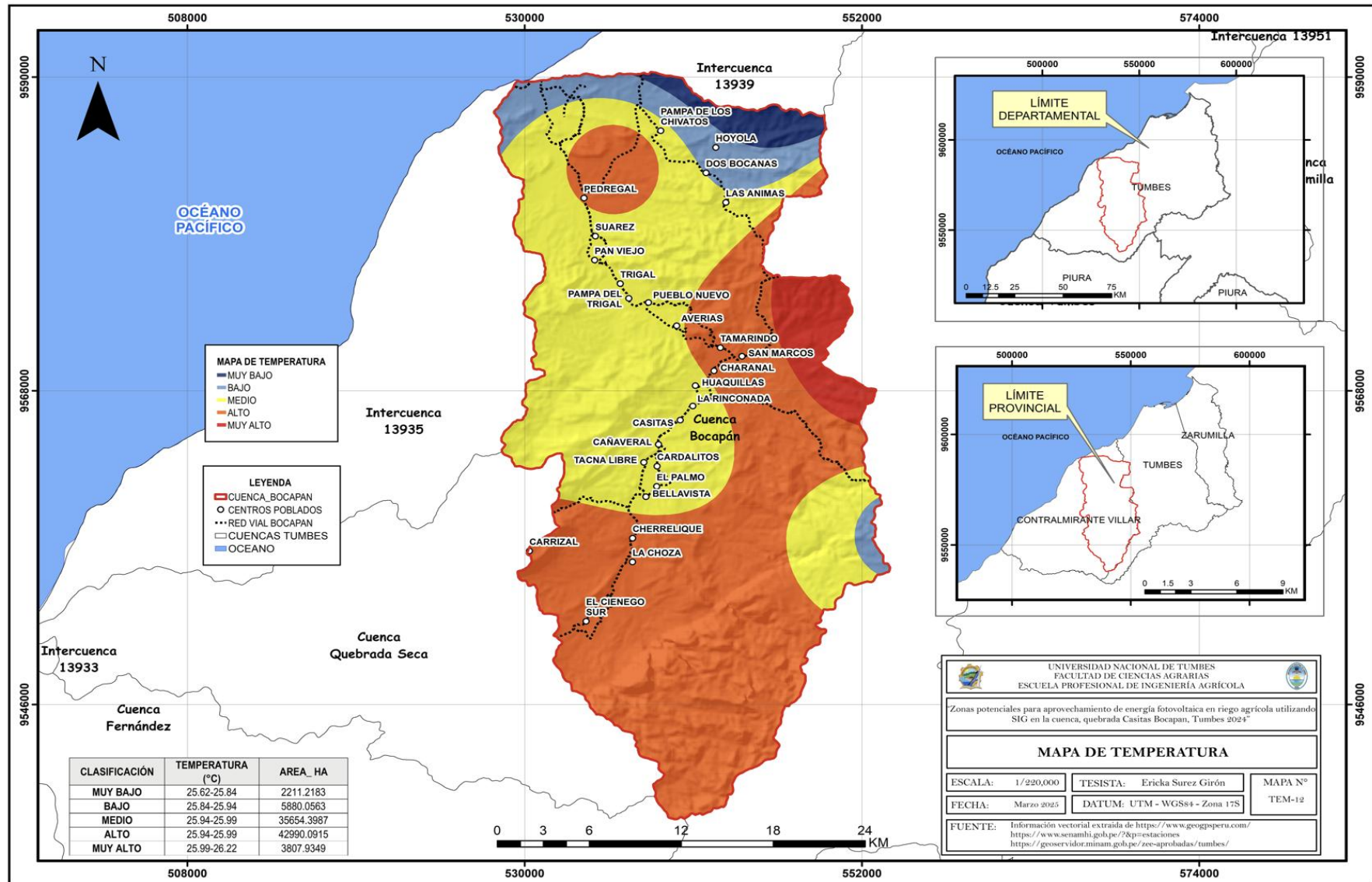
Anexo 17: Mapa de Radiación Solar



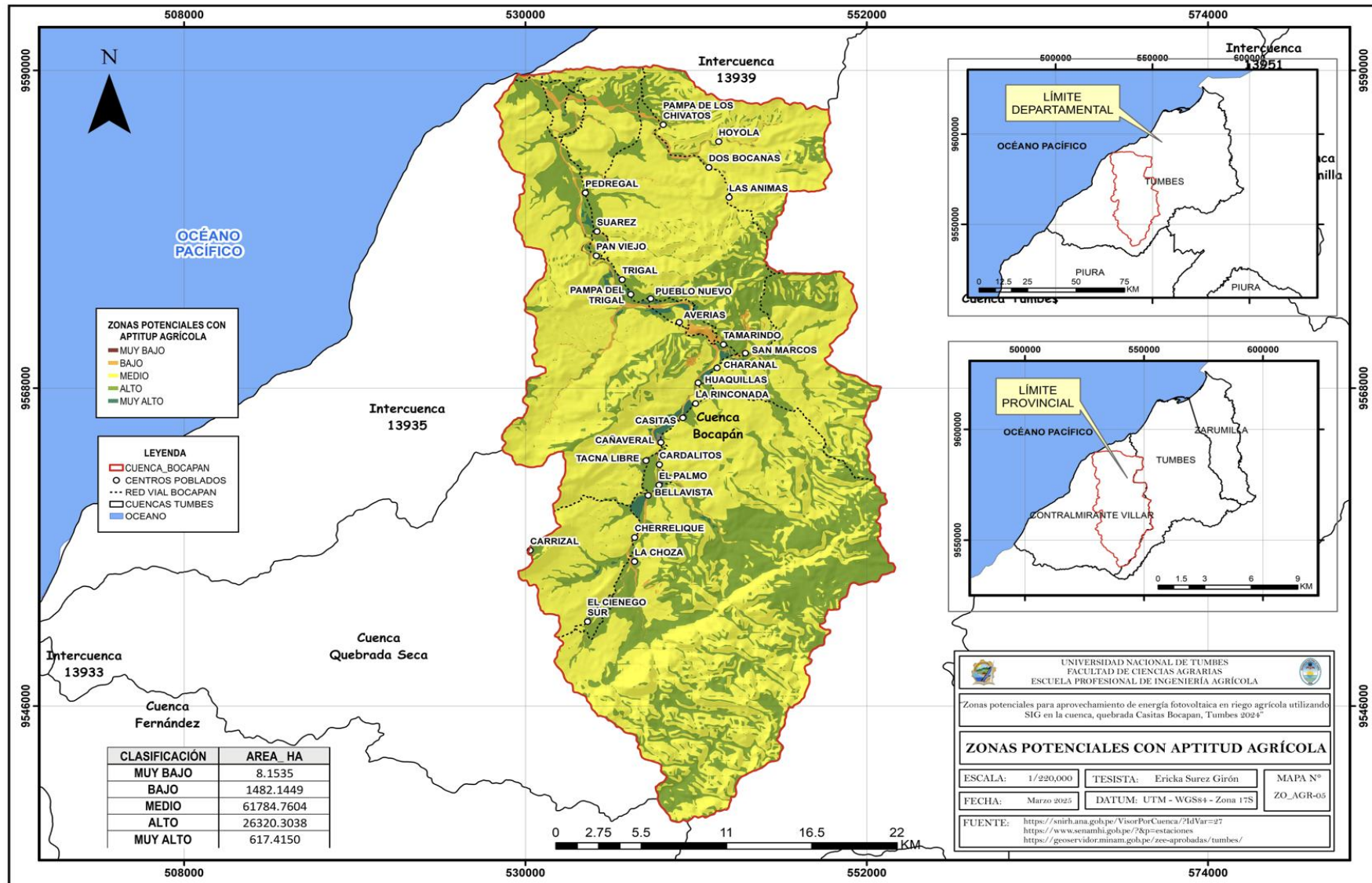
Anexo 18: Mapa de Sombras



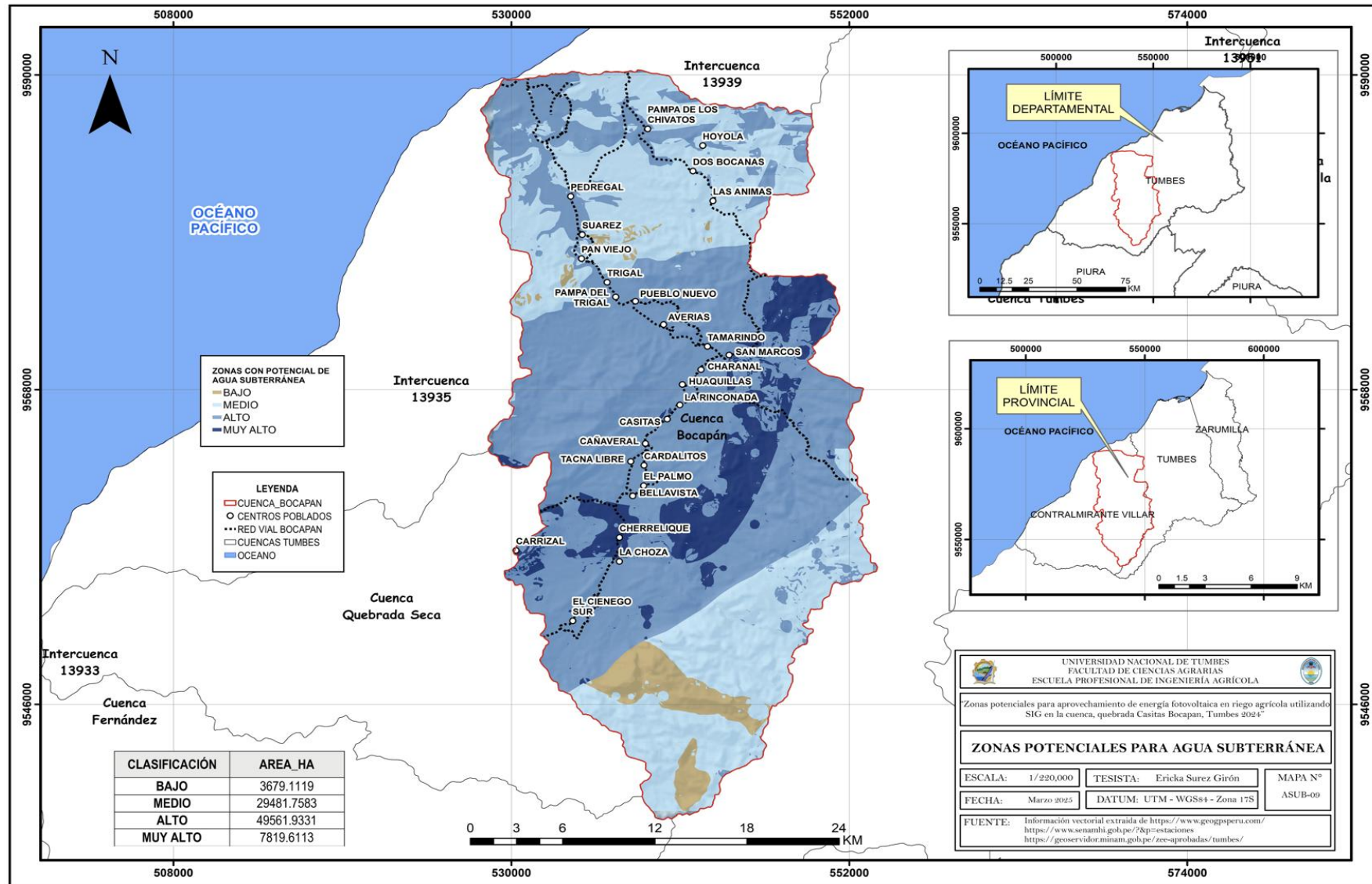
Anexo 19: Mapa de Temperatura



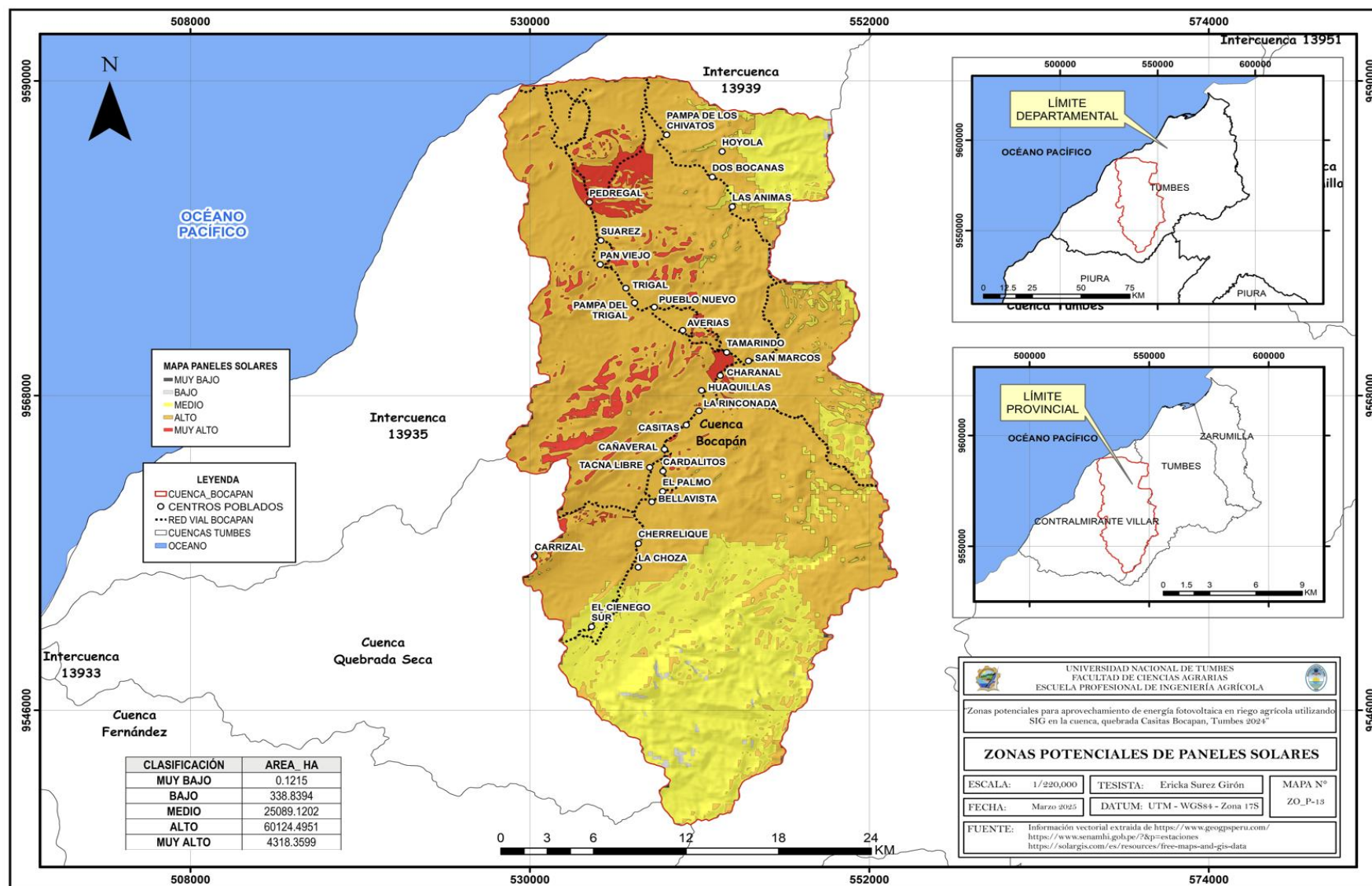
Anexo 20: Mapa de Zonas Potenciales con Aptitud Agrícola



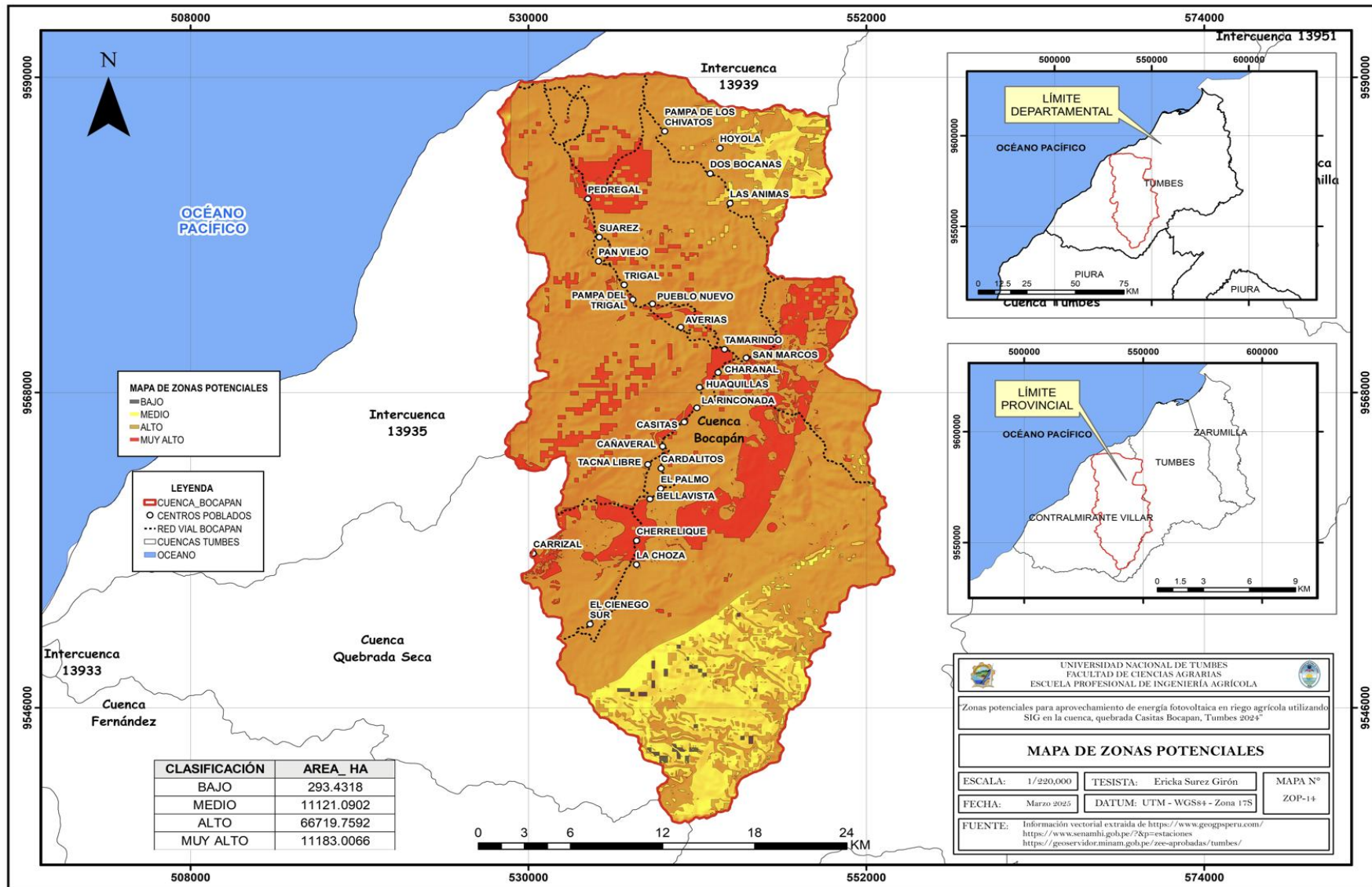
Anexo 21: Mapa de Zonas Potenciales para Agua Subterránea



Anexo 22: Mapa de Zonas Potenciales para Paneles Solares



Anexo 23: Mapa de Zonas Potenciales para el Aprovechamiento de la Energía Fotovoltaica



Anexo 24: Panel fotográfico de validación de resultados



Figura 53: Cobertura vegetal en la parte alta de la cuenca.



Figura 54: Áreas agrícolas de la cuenca Bocapan.



Figura 55: Afloramiento rocoso para caracterización geológica superficial.



Figura 56: Observación de suelos de textura franco.



Figura 57: Pozo anillado tajo abierto existente y en funcionamiento.



Figura 58: Descarga de agua subterránea obtenida mediante el bombeo.



Figura 59: Pozo artesanal anillado de recarga natural y en funcionamiento.



Figura 60: Pozo anillado en zona de vegetación densa.



Figura 61: Validación de Zonas potenciales para energía fotovoltaica mediante análisis cartográfico.



Figura 62: Verificación de áreas con topografía plana y alta radiación solar, favorables para la instalación de paneles fotovoltaicos.



Figura 63: Reconocimiento de zonas potenciales para aprovechamiento de energía fotovoltaica con rango muy alto.



Figura 64: Reconocimiento de zonas potenciales para aprovechamiento de energía fotovoltaica con rango alto.



Figura 65: Reconocimiento de zonas potenciales para aprovechamiento de energía fotovoltaica con rango alto.



Figura 66: exploración Aérea con dron.



Figura 67: Vista aérea panorámica de áreas agrícolas con cobertura densa de cultivos y vegetación. con rango muy alto.



Figura 68: Parcelas agrícolas en la parte baja de la cuenca Bocapán, con mosaico de cultivos diversos.



Figura 69: Vista panorámica de los resultados en zona con rango muy alto, donde se integraron parámetros agrícolas, hídricos y energéticos.



Figura 70: Vista panorámica de las condiciones naturales de terreno con cobertura arbustiva dispersa en la cuenca Bocapan.

Anexo 25 Matriz de consistencia

Tabla 31 Matriz de consistencia

TITULO	PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	POBLACIÓN Y MUESTRA
<p>“Zonas potenciales para aprovechamiento de energía fotovoltaica en riego agrícola utilizando SIG en la cuenca, quebrada Casitas Bocapan, Tumbes 2024.”</p>	<p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿El análisis SIG Permitirá analizar zonas potenciales para el aprovechamiento de la energía fotovoltaica, con el fin de irrigar áreas agrícolas en la cuenca, quebrada Casitas Bocapan, Tumbes 2024?</p> <p>PROBLEMA ESPECÍFICOS</p> <p>a. ¿Se logrará identificar zonas potenciales para la irrigación agrícola, en la cuenca, quebrada Casitas Bocapan, Tumbes 2024?</p> <p>b. ¿Es posible utilizar la metodología análisis multicriterio para determinar las mejores ubicaciones de pozos tubulares en la cuenca, quebrada Casitas Bocapan, Tumbes 2024?</p> <p>c. ¿Existirá posibles zonas potenciales para la adecuación de paneles solares, en la cuenca, quebrada Casitas Bocapan, Tumbes 2024?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Analizar zonas potenciales para el aprovechamiento de la energía fotovoltaica, con el fin de irrigar áreas agrícolas aplicando SIG en la cuenca, quebrada Casitas Bocapan, Tumbes 2024.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>a. Identificar zonas potenciales con aptitud agrícola en la cuenca, quebrada Casitas Bocapan, Tumbes 2024.</p> <p>b. Evaluar y determinar la ubicación de aguas subterráneas mediante el análisis multicriterio en la cuenca, quebrada Casitas Bocapan, Tumbes 2024.</p> <p>c. Identificar zonas potenciales para la adecuación de paneles solares en la cuenca, quebrada Casitas Bocapan, Tumbes 2024.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>Se analizarán zonas potenciales para el uso de energía fotovoltaica, con el fin de irrigar áreas agrícolas en la cuenca, quebrada Casitas Bocapan, Tumbes 2024 utilizando el SIG.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECIFICAS</p> <p>a. Existen zonas potenciales con aptitud agrícola en la cuenca, quebrada Casitas Bocapan, Tumbes 2024.</p> <p>b. Se identificó las mejores ubicaciones de aguas subterráneas mediante el análisis multicriterio en la cuenca, quebrada Casitas Bocapan, Tumbes 2024.</p> <p>c. Existen zonas potenciales para la adecuación de paneles solares, en la cuenca, quebrada Casitas Bocapan, Tumbes 2024.</p>	<p>VARIABLES INDEPENDIENTES</p> <p>Aprovechamiento de energía fotovoltaica para riego agrícola.</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>Zonas potenciales para el uso de energía fotovoltaica</p> <p>OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE (CRITERIOS AHP)</p> <p>Parámetro de Aptitud Agrícola</p> <ul style="list-style-type: none"> • Textura del suelo • Pendiente • Uso actual del suelo • Precipitación <p>Parámetro de Aguas Subterráneas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Permeabilidad • Precipitación • Densidad de drenaje • Pendiente • NDVI <p>Parámetro de Paneles Solares</p> <ul style="list-style-type: none"> • Radiación • Sombras • Temperatura • Pendiente 	<p>POBLACIÓN</p> <p>- Todas las cuencas hidrográficas de la región de Tumbes que sean zonas potenciales para el aprovechamiento de la energía fotovoltaica para la irrigación agrícola.</p> <p>MUESTRA</p> <p>- La muestra está establecida por la Cuenca Bocapan con un área de 986,61 km².</p>