



INFORME N° 02-2024-UNACH/UI/MAST

A : **Dr. Ing. Edwar Cieza Sánchez.**
Presidente del jurado de tesis FCI-UNACH.

ASUNTO : Constancia de Originalidad de Turnitin de CRISTIAN YOMAR SAUCEDO LINARES y REGALADO SAUCEDO GILMER RAMIRO.

FECHA : Colpa Matara, 05 de enero del 2024.

REFERENCIA: i) Envío de tesis en digital en su versión final
ii) Carta N° 002 – 2024 – ECS– JT – UNACH / conformidad por parte del presidente del jurado de tesis.
iii) Carta N° 24.JRC.2023 / Conformidad por parte del secretario del jurado de tesis.
iv) Carta N° 25.CSLV.2023 / Conformidad por parte del vocal del jurado de tesis

De mi mayor consideración

Es grato dirigirme a Usted para expresar mi saludo, y a la vez alcanzar la constancia de originalidad de TURNITIN de la tesis denominada: “**MONITOREO AMBIENTAL DE LAS MICROCUENCAS COLPAMAYO Y SAN MATEO UTILIZANDO ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLÓGICAS AUTOMÁTICAS CON TECNOLOGÍA GSM/GPRS,**”, elaborado por los bachilleres en ingeniería civil **CRISTIAN YOMAR SAUCEDO LINARES y REGALADO SAUCEDO GILMER RAMIRO**, para continuar con sus trámites ante la UNACH.

Sin otro particular, es propicia la ocasión para reiterarle las muestras de mi distinguida consideración y estima.

Atentamente,

Miguel Ángel SILVA TARRILLO
INGENIERO CIVIL
C.O.P. 157732

Ing. Miguel Ángel Silva Tarrillo
Jefe de la unidad de investigación
FCI-UNACH

CC.

Archivo

Adjunto:

- 1) Constancia de originalidad.
- 2) Reporte TURNITIN



Colpa Matara, 05 de enero del 2024.

C.O. N° 02-2024-UI-EPIC

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, Jefe de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, hace constar que el Informe Final de Tesis titulado: **“MONITOREO AMBIENTAL DE LAS MICROCUENCAS COLPAMAYO Y SAN MATEO UTILIZANDO ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLÓGICAS AUTOMÁTICAS CON TECNOLOGÍA GSM/GPRS,”**, elaborado por los bachilleres en ingeniería civil: **CRISTIAN YOMAR SAUCEDO LINARES y REGALADO SAUCEDO GILMER RAMIRO**, para optar el Título Profesional de ingeniero civil, presenta un índice de similitud de 15% excluyendo citas, bibliografía y fuentes que tengan menos de 10 palabras; por lo tanto, cumple con los criterios de evaluación de originalidad establecidos en el acápite g) del artículo 20 del Reglamento de Grados y Títulos UNACH, aprobado mediante la Resolución C.O. N° 120-2022-UNACH con fecha de 03 de marzo de 2022.

Se expide la presente, en conformidad a la directiva antes mencionada, para los fines que estime pertinentes.

Miguel Ángel SILVA TARRILLO
INGENIERO CIVIL

Ing. Miguel Ángel Silva Tarrillo
Jefe de la unidad de investigación
FCI-UNACH

MONITOREO AMBIENTAL DE LAS MICROCUENCAS COLPAMAYO Y SAN MATEO UTILIZANDO ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLÓGICAS AUTOMÁTICAS CON TECNOLOGÍA GSM/GPRS, CHOTA, 2022

INFORME DE ORIGINALIDAD

15%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.senamhi.gob.pe Fuente de Internet	1%
2	saeusceprod01.blob.core.windows.net Fuente de Internet	1%
3	core.ac.uk Fuente de Internet	1%
4	dSPACE.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	<1%
5	revistapolitecnica.epn.edu.ec Fuente de Internet	<1%
6	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1%
7	Submitted to Universidad Nacional Autónoma de Chota Trabajo del estudiante	<1%

repositorio.unfv.edu.pe

8

Fuente de Internet

<1 %

9

library.wmo.int

Fuente de Internet

<1 %

10

Submitted to Universidad Católica de Santa
María

Trabajo del estudiante

<1 %

11

www.repositorio.unach.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

12

repositorio.unach.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

13

repositorio.unc.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

14

Submitted to Universidad Cooperativa de
Colombia

Trabajo del estudiante

<1 %

15

prezi.com

Fuente de Internet

<1 %

16

vsip.info

Fuente de Internet

<1 %

17

Submitted to Universidad Distrital FJDC

Trabajo del estudiante

<1 %

18

repositorio.unh.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

19	revistas.unbosque.edu.co Fuente de Internet	<1 %
20	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
21	Submitted to Universidad San Francisco de Quito Trabajo del estudiante	<1 %
22	repositoriodspace.unipamplona.edu.co Fuente de Internet	<1 %
23	repositorio.uch.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
24	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
25	edoc.pub Fuente de Internet	<1 %
26	pdffox.com Fuente de Internet	<1 %
27	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
28	bibliotecadigital.uns.edu.ar Fuente de Internet	<1 %
29	www.meteoclimatic.com Fuente de Internet	<1 %
30	repositorio.utc.edu.ec	

Fuente de Internet

<1 %

31

www.researchgate.net

Fuente de Internet

<1 %

32

repositorio.ucsg.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

33

Acuña, Julia, Sánchez Bernando, Tannia.
"Caracterización hidrológica de los distritos
de Pampas y Santiago de Tucuma", Servicio
Nacional de Meteorología e Hidrología del
Perú, 2016

Fuente de Internet

<1 %

34

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

<1 %

35

Submitted to Universidad Ricardo Palma

Trabajo del estudiante

<1 %

36

Submitted to Universidad Nacional Abierta y a
Distancia, UNAD, UNAD

Trabajo del estudiante

<1 %

37

Submitted to Universidad Técnica de Machala

Trabajo del estudiante

<1 %

38

repositorio.ana.gob.pe

Fuente de Internet

<1 %

39

livrosdeamor.com.br

Fuente de Internet

<1 %

40	www.dfi.uchile.cl Fuente de Internet	<1 %
41	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
42	www.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
43	www.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
44	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
45	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
46	repositorio.utn.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
47	www.clubensayos.com Fuente de Internet	<1 %
48	ast.wikipedia.org Fuente de Internet	<1 %
49	ERM PERU S.A.. "PMA para la Instalación y Operación de la Planta Compresora KP 127.- IGA0005733", R.D. N° 317-2011-MEM/AAE, 2020 Publicación	<1 %
50	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

51	archive.org Fuente de Internet	<1 %
52	www.sur.iucn.org Fuente de Internet	<1 %
53	www.uncuyo.edu.ar Fuente de Internet	<1 %
54	Submitted to Universidad Politecnica Salesiana del Ecuador Trabajo del estudiante	<1 %
55	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
56	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	<1 %
57	dspace.ucuenca.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
58	www.grafiati.com Fuente de Internet	<1 %
59	Submitted to University of Edinburgh Trabajo del estudiante	<1 %
60	repositorio.uptc.edu.co Fuente de Internet	<1 %
61	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

62 "Gobernanza del agua en territorios agrícolas - Estudio de caso en Perú", Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2021
Publicación <1 %

63 colposdigital.colpos.mx:8080
Fuente de Internet <1 %

64 electromagnetismo2009.blogspot.com
Fuente de Internet <1 %

65 vdocumento.com
Fuente de Internet <1 %

66 www.indecopi.gob.pe
Fuente de Internet <1 %

67 www.tiempo.com
Fuente de Internet <1 %

68 WALSH PERU S.A. INGENIEROS Y CIENTIFICOS CONSULTORES. "EIA-SD del Proyecto de Exploración Minera Antioquía-IGA0012031", R.D. N° 095-2010-MEM/AAM, 2020
Publicación <1 %

69 dspace.unl.edu.ec
Fuente de Internet <1 %

70 pdfcookie.com
Fuente de Internet <1 %

71	www.sabiia.cnptia.embrapa.br Fuente de Internet	<1 %
72	1library.co Fuente de Internet	<1 %
73	INSIDEO SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - INSIDEO S.A.C.. "EIA-SD del Proyecto Línea de Transmisión Eléctrica 220 kV Montalvo - Los Héroes y Subestaciones Asociadas- IGA0006865", R.D. N° 565-2017-MEM/DGAAE, 2020 Publicación	<1 %
74	KNIGHT PIESOLD CONSULTORES S.A.. "EIA del Proyecto Constancia-IGA0006961", R.D. N° 390-2010-MEM-AAM, 2020 Publicación	<1 %
75	bibdigital.epn.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
76	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
77	fr.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
78	memorias.somib.org.mx Fuente de Internet	<1 %
79	repositorio.unal.edu.co Fuente de Internet	<1 %

80	tesis.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
81	worldwidescience.org Fuente de Internet	<1 %
82	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
83	www.indeci.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
84	2R & P CONSULTORES Y EJECUTORES S.A.C.. "Actualización del Plan de Manejo Ambiental de la DAA de la Planta Industrial de Fabricación y Reparación de Productos de Metal-IGA0016035", R.D. N°00619-2021-PRODUCE/DGAAMI, 2022 Publicación	<1 %
85	Submitted to Instituto Superior de Artes, Ciencias y Comunicación IACC Trabajo del estudiante	<1 %
86	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	<1 %
87	Submitted to ipn Trabajo del estudiante	<1 %
88	pubmed.ncbi.nlm.nih.gov Fuente de Internet	<1 %

89

www.artmarketing.es

Fuente de Internet

<1 %

90

Submitted to BENEMERITA UNIVERSIDAD
AUTONOMA DE PUEBLA BIBLIOTECA

Trabajo del estudiante

<1 %

91

Bartolo Cruz Romero, Fernanda Julia Gaspari,
Alfonso Martín Rodríguez Vagaría, Fátima
Maciel Carrillo González et al. "Análisis
morfométrico de la cuenca hidrográfica del
río Cuale, Jalisco, México", Investigación y
Ciencia de la Universidad Autónoma de
Aguascalientes, 2015

Publicación

<1 %

92

Submitted to Universidad Central de
Colombia

Trabajo del estudiante

<1 %

93

Submitted to Universidad Nacional Agraria La
Molina

Trabajo del estudiante

<1 %

94

Submitted to Universidad Tecnologica del
Peru

Trabajo del estudiante

<1 %

95

Submitted to Universidad de Costa Rica

Trabajo del estudiante

<1 %

96

doku.pub

Fuente de Internet

<1 %

97	repositorio.uct.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
98	repositorio.unillanos.edu.co Fuente de Internet	<1 %
99	www.esquelonline.com Fuente de Internet	<1 %
100	ECOLOGY SRL. "DIA del Proyecto Piloto de Recuperación Secundaria por Inyección de Agua de Formación Lote II-IGA0001458", R.D. N° 266-2009-MEM/AAE, 2022 Publicación	<1 %
101	ediciones.inca.edu.cu Fuente de Internet	<1 %
102	link.springer.com Fuente de Internet	<1 %
103	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
104	www.ea3rck.net Fuente de Internet	<1 %
105	www.getxo.net Fuente de Internet	<1 %
106	www.webpositer.com Fuente de Internet	<1 %

107	CONSULCONT SAC. "Plan de Cierre de Minas de la Unidad Minera Agrupamiento Andino B de Huancayo-IGA0012670", R.D. N° 244-2010-MEM-AAM, 2021 Publicación	<1 %
108	Submitted to University of Bucharest Trabajo del estudiante	<1 %
109	badellgrau.com Fuente de Internet	<1 %
110	eprints.ucm.es Fuente de Internet	<1 %
111	redes.ideam.gov.co Fuente de Internet	<1 %
112	ri.ues.edu.sv Fuente de Internet	<1 %
113	transportesynegocios.wordpress.com Fuente de Internet	<1 %
114	aguas.igme.es Fuente de Internet	<1 %
115	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
116	documento.site Fuente de Internet	<1 %
117	dpi.bioetica.org Fuente de Internet	<1 %

118	issuu.com Fuente de Internet	<1 %
119	jp.trane.com Fuente de Internet	<1 %
120	revistas.upel.edu.ve Fuente de Internet	<1 %
121	sired.udenar.edu.co Fuente de Internet	<1 %
122	www.fundacionkoinonia.com.ve Fuente de Internet	<1 %
123	www.geofocus.org Fuente de Internet	<1 %
124	www.ideam.gov.co Fuente de Internet	<1 %
125	www.ptolomeo.unam.mx:8080 Fuente de Internet	<1 %
126	www.toptencasa.es Fuente de Internet	<1 %
127	www.urcat.org Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 10 words

Excluir bibliografía

Activo

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
CHOTA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**MONITOREO AMBIENTAL DE LAS MICROCUENCAS
COLPAMAYO Y SAN MATEO UTILIZANDO ESTACIONES
METEOROLÓGICAS E HIDROLÓGICAS AUTOMÁTICAS CON
TECNOLOGÍA GSM/GPRS, CHOTA, 2022
TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

Presentado por:

**CRISTIAN YOMAR SAUCEDO LINARES
REGALADO SAUCEDO GILMER RAMIRO**

Asesor:

**Dr. Ing. LUIS ALBERTO ORBEGOSO NAVARRO
Co - Asesor: Ing. MARIO VALDIVIESO PALACIOS**

Chota – Perú

2024



FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS Y TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN, PARA OPTAR GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL – UNACH

1. DATOS DEL AUTOR:

Apellidos y nombres: SAUCEDO LINARES CRISTIAN YOMAR

Código del alumno: **2017052033**

Correo electrónico: 2017052033@unach.edu.pe

Teléfono: 975609988

DNI: 73462669

Apellidos y nombres: REGALADO SAUCEDO GILMER RAMIRO

Código del alumno: **2017052027**

Correo electrónico: 2017052027@unach.edu.pe

Teléfono: 76576841

DNI: 76576841

2. MODALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

Trabajo de investigación

Trabajo de suficiencia profesional

Trabajo académico

Tesis

3. TÍTULO PROFESIONAL O GRADO ACADÉMICO:

Bachiller

Licenciado

Título

Magister

Segunda especialidad

Doctor

4. TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

"MONITOREO AMBIENTAL DE LAS MICROCUENCAS COLPAMAYO Y SAN MATEO UTILIZANDO ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLÓGICAS AUTOMÁTICAS CON TECNOLOGÍA GSM/GPRS, CHOTA, 2022"

5. FACULTAD DE: CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

6. ESCUELA PROFESIONAL DE: INGENIERÍA CIVIL

7. ASESOR:

Apellidos y Nombres: ORBEGOSO NAVARRO LUIS A.

Teléfono: 939185560

Correo electrónico: Laorbeguson@unach.edu.pe

D.N.I: 31664516

A través de este medio autorizo a la Universidad Nacional Autónoma de Chota publicar el trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, Repositorio Nacional Digital de Acceso Libre (ALICIA) y el Registro Nacional de Trabajos de Investigación (RENATI).

Asimismo, por la presente dejo constancia que los documentos entregados a la UNACH, versión digital, son las versiones finales del trabajo sustentado y aprobado por el jurado y son de autoría del suscrito en estricto respeto de la legislación en materia de propiedad intelectual.

FIRMA: SAUCEDO LINARES CRISTIAN YOMAR

DNI. 73462669

FIRMA: REGALADO SAUCEDO GILMER RAMIRO

DNI. 76576841

Fecha: 02/02/2024

**MONITOREO AMBIENTAL DE LAS MICROCUENCAS
COLPAMAYO Y SAN MATEO UTILIZANDO
ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLÓGICAS
AUTOMÁTICAS CON TECNOLOGÍA GSM/GPRS,
CHOTA, 2022.**

POR:

CRISTIAN YOMAR SAUCEDO LINARES

GILMER RAMIRO REGALADO SAUCEDO

**Presentada a la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la
Universidad Nacional Autónoma de Chota para optar el título
de
INGENIERO CIVIL**

APROBADA POR EL JURADO INTEGRADO POR



Dr. Ing. Edwar Cieza Sánchez

PRESIDENTE



Mg. Ing. Jefferson Ruiz Cachi

SECRETARIO



Mg. Ing. Cristhian Saúl López Villanueva

VOCAL



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

Ley de Creación N° 29531

LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 160-2018-SUNEDU/CD

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los miembros del jurado de tesis que suscriben, reunidos en la sala de docentes de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería del campus universitario-Colpamatara, para escuchar y evaluar la sustentación presentado por los Bachilleres en Ingeniería Civil Cristian Yomar Saucedo Linares y Gilmer Ramiro Regalado Saucedo, denominado: **“MONITOREO AMBIENTAL DE LAS MICROCUENCAS COLPAMAYO Y SAN MATEO UTILIZANDO ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLÓGICAS AUTOMÁTICAS CON TENOLOGÍA GMS/GPRS, CHOTA, 2022”**; escuchada la sustentación, las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas, la declaramos:

- Aprobado

CON EL CALIFICATIVO (*)

Catorce (14)

En consecuencia, se le declara **EXPEDITO** para conferirle el Título de Ingeniero civil, elevando la presente acta al coordinador de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería a fin de que se emita el acto resolutivo., en conformidad con la ley universitaria y el estatuto de la Universidad.

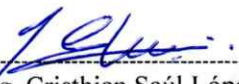
Chota, 15 de enero del 2024



Mg. Edwar Cieza Sánchez
PRESIDENTE



Mg. Jefferson Ruiz Cachi
SECRETARIO



Mg. Cristhian Saúl López Villanueva
VOCAL



Dr. Luis Alberto Orbegoso Navarro
ASESOR

(*) De acuerdo al reglamento específico del proyecto y tesis de investigación de la EPIC, aprobada con Resolución de coordinación N° 141-2020, Artículo 21, cuya calificación es: (20 Summa Cum Laude); (18-19: Aprobado con excelencia); (15-17: Aprobado con mención honrosa); (12-14: Aprobado); (0-11: Desaprobado).



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA

Ley de creación N°29531

LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 160-2018-SUNEDO/CD
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



ACTA DE CONFORMIDAD DE TESIS

Los miembros del jurado, luego de evaluar la tesis denominada: **“MONITOREO AMBIENTAL DE LAS MICROCUENCAS COLPAMAYO Y SAN MATEO UTILIZANDO ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLÓGICAS AUTOMÁTICAS CON TECNOLOGÍA GSM/GPRS, CHOTA, 2022”**; presentado por los Bachilleres en Ingeniería Civil **Cristian Yomar Saucedo Linares** y **Gilmer Ramiro Regalado Saucedo** y sustentado el día 15 de enero del 2024, por resolución de coordinación N°014-2024-FCI/UNACH, la declaramos **CONFORME**.



PRESIDENTE



SECRETARIO



VOCAL



ASESOR

DEDICATORIA

A Dios, por darnos esa fuerza generadora de vida y voluntad que despertó en nosotros deseos de superar las adversidades que se nos presentaron a lo largo de nuestra vida.

A nuestros padres, este logro es para ellos, por su apoyo incondicional, en el transcurrir de nuestra vida, por cada consejo suyo que nos ha servido para llegar a alcanzar esta meta profesional, ellos son nuestra mayor fortaleza y fuente de inspiración.

A nuestros familiares y amigos, por brindarnos apoyo moral a lo largo de este período de nuestras vidas.

Los Autores.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por habernos otorgado familias maravillosas, quienes depositaron su confianza y apoyo desde el primer día de ingreso a la universidad.

A nuestros padres, quienes nos brindan ejemplos de superación, humildad y sacrificio, quienes nos guían día a día y nos motivaron a mantenernos firmes y no decaer durante este gran esfuerzo que comprendió nuestra carrera como ingenieros civiles.

A nuestros docentes, por haber compartido sus conocimientos, experiencias y valores, por su esfuerzo y compromiso que han contribuido de manera extraordinaria en todo el proceso de formación de nuestra carrera universitaria, a ellos nuestra gratitud y respeto.

A nuestro asesor, Dr. Ing. Luis Alberto Orbegoso Navarro, y a nuestro co – asesor, Ing. Mario Valdivieso Palacios por brindarnos la oportunidad de recurrir a sus capacidades y conocimientos científicos que nos guiaron durante todo el desarrollo de la tesis.

Los Autores.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

SIGLAS Y GLOSARIO	xiii
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	18
1.1. Planteamiento del problema.....	18
1.2. Formulación del problema	21
1.2.1. Problema general	21
1.2.2. Problemas específicos.....	21
1.3. Justificación	22
1.4. Delimitación de la investigación.....	24
1.5. Limitaciones.....	25
1.6. Objetivos	26
1.6.1. Objetivo general.....	26
1.6.2. Objetivos específicos	26
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	27
2.1. Antecedentes	27
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	27
2.1.2. Antecedentes nacionales	31
2.1.3. Antecedentes regionales	32
2.2. Bases teórico – científicas	33
2.2.1. Teoría de la tecnología y la comunicación: Teoría de las comunicaciones inalámbricas.....	33
2.2.2. Teoría de la gestión ambiental	34
2.2.3. Teoría higrológica y meteorológica: Teoría de valores extremos para el análisis de precipitaciones	35
2.3. Marco conceptual	38
2.3.1. Monitoreo Ambiental.....	38
2.3.2. Cuenca Hidrográfica.....	39

2.3.3. Estación meteorológica.....	45
2.3.4. Estación hidrométrica	57
2.3.5. Red de Estaciones Meteorológicas e hidrológicas en la Provincia de Chota	61
2.3.6. Georreferenciación de la estación.....	63
2.3.7. Estaciones meteorológicas automáticas (EMA)	64
2.3.8. Transmisión de datos	67
2.3.9. Tecnología GSM.....	68
2.3.10. Tecnología GPRS	70
2.4. Hipótesis	71
2.4.1. Hipótesis General.....	71
2.4.2. Hipótesis Específicas	71
2.5. Operacionalización de variables	71
2.5.1. Variable independiente: Estaciones Meteorológicas e hidrológicas automáticas con tecnología GSM/GPRS	71
2.5.2. Variable dependiente: Monitoreo ambiental de las microcuencas Colpamayo y San Mateo	72
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO	74
3.1. Tipo y nivel de investigación	74
3.2. Diseño de investigación	75
3.3. Métodos de investigación.....	75
3.4. Población, muestra y muestreo	76
3.4.1. Población	76
3.4.2. Muestreo	77
3.4.3. Muestra	77
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	78
3.5.1. Técnicas de recolección de datos.....	78
3.5.2. Instrumentos	79
3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	80
3.6.1. Proceso de obtención de los datos	80
3.6.2. Procesamiento de datos.....	102
3.6.3. Análisis de datos	103

3.7. Aspectos éticos	103
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	104
4.1. Descripción de resultados	104
4.1.1. Determinación del emplazamiento de las estaciones meteorológicas e hidrológicas automáticas equipados con tecnología GSM/GPRS en la microcuenca Colpamayo y/o San Mateo	104
4.1.2. Diseño de las estaciones meteorológicas e hidrológicas automáticas equipados con tecnología GSM/GPRS en la microcuenca Colpamayo y/o San Mateo	124
4.1.3. Monitoreo ambiental en la microcuenca Colpamayo y/o San Mateo	139
4.2. Contrastación de hipótesis.....	170
4.3. Discusión de resultados.....	171
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	175
5.1. Conclusiones	175
5.2. Recomendaciones y/o sugerencias	179
CAPÍTULO VI. REFERENCIAS	180
CAPÍTULO VII. ANEXOS	190
Anexo A. Matriz de consistencia.....	190
Anexo B. Panel fotográfico	191
Anexo D. Diseño de las estaciones meteorológicas	204
Anexo E. Monitoreo ambiental	205
Anexo E. Planos	206

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Categorización de la Cuenca en Base a su Superficie.....	40
Tabla 2	Clasificación del Índice de Compacidad de Gravelius.....	41
Tabla 3	Clasificación del Factor de Forma.....	42
Tabla 4	Clasificación de Pendientes Medias.....	43
Tabla 5	Clasificación de la Red de Drenaje de las Cuencas.....	44
Tabla 6	Operacionalización de Variables: Variable Dependiente e Independiente.	73
Tabla 7	Tipo de Investigación de acuerdo con Criterios del Reglamento de la Universidad Nacional Autónoma de Chota.	74
Tabla 8	Coordenadas del Punto Emisor de las Microcuencas.....	77
Tabla 9	Fuentes, Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos.....	79
Tabla 10	Condiciones de Instalación de una Estación Meteorológica Automática (EMA).....	93
Tabla 11	Escala Likert de Calificación.....	95
Tabla 12	Índices que Determinan la Agresividad Climática y Concentración de Precipitaciones.....	100
Tabla 13	Parámetros fisiográficos de la Microcuenca Colpamayo.....	105
Tabla 14	Parámetros de la Red Hidrográfica de la Microcuenca Colpamayo.....	107
Tabla 15	Pre-Selección de Sitios para Ubicar la Estación Meteorológica Automática en la Estación Colpamayo.....	109
Tabla 16	Ponderación de Criterios para la Selección del Sitio de Ubicación de la EMA en el Ámbito de la Microcuenca Colpamayo.....	111
Tabla 17	Parámetros Fisiográficos de la Microcuenca San Mateo.....	115
Tabla 18	Parámetros Hidrográficos de la Microcuenca San Mateo.....	117
Tabla 19	Pre-Selección de Sitios para Ubicar la Estación Meteorológica Automática en la Estación San Mateo.....	119
Tabla 20	Ponderación de Criterios para la Selección del Sitio de Ubicación de la EMA en el Ámbito de la Microcuenca San Mateo.....	121
Tabla 21	Especificaciones Técnicas para las Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMA).....	124
Tabla 22	Torre 01 y 02 de la Estación Hidrológica de la Microcuenca Colpamayo.....	133
Tabla 23	Cámara de Anclaje 01, Estación Hidrológica de la Microcuenca Colpamayo.....	133
Tabla 24	Torre 01 de la Estación Hidrológica de la Microcuenca San Mateo.....	137
Tabla 25	Cámara de Anclaje 01, Estación Hidrológica de la Microcuenca San Mateo.....	137
Tabla 26	Precipitaciones Pluviales Transferidas a la Microcuenca Colpamayo.....	140
Tabla 27	Precipitación Pluvial según Periodo de Retorno en la Microcuenca Colpamayo	142

Tabla 28	Temperatura en la Microcuenca Colpamayo.....	146
Tabla 29	Humedad Relativa Media Diaria Mensual de la Microcuenca Colpamayo	150
Tabla 30	Nivel de Agua en el Cauce Principal de la Microcuenca Colpamayo.....	151
Tabla 31	Parámetros Ambientales Relacionados con la Climatología, Microcuenca Colpamayo	153
Tabla 32	Precipitaciones Pluviales Transferidas a la Microcuenca San Mateo	155
Tabla 33	Precipitación Pluvial según Periodo de Retorno en la Microcuenca San Mateo.....	157
Tabla 34	Temperatura en la Microcuenca San Mateo.....	161
Tabla 35	Humedad Relativa Media Diaria Mensual de la Microcuenca San Mateo.....	165
Tabla 36	Nivel de Agua en el Cauce Principal de la Microcuenca San Mateo	166
Tabla 37	Parámetros Ambientales Relacionados con la Climatología, Microcuenca San Mateo	168
Tabla 38	Selección de Sitios para Ubicar la Estación Meteorológica Automática en la Estación Colpamayo y San Mateo	175
Tabla 39	Torre 01 y 02 de la Estación Hidrológica de la Microcuenca Colpamayo y San Mateo	176
Tabla 40	Precipitación Pluvial según Periodo de Retorno en la Microcuenca Colpamayo y San Mateo.....	177
Tabla 41	Temperatura en la Microcuenca Colpamayo y San Mateo	177
Tabla 42	Humedad Relativa Media Diaria Mensual de la Microcuenca Colpamayo y San Mateo	178
Tabla 43	Nivel de Agua en el Cauce Principal de la Microcuenca Colpamayo y San Mateo..	178

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Esquema General de una Estación Meteorológica	46
Figura 2	Formas Típicas de los Medidores	50
Figura 3	Pluviómetro de cubeta basculante.....	51
Figura 4	Pluviógrafo de Flotador	52
Figura 5	Croquis de una Estación Meteorológica Automática Tipo	65
Figura 6	Arquitectura de Red GSM	69
Figura 7	Arquitectura de una red GPRS	70
Figura 8	Ubicación de las Microcuencas Colpamayo y San Mateo.....	77
Figura 9	Ubicación Geográfica del Proyecto en el Plano de Sudamérica.....	80
Figura 10	Ubicación Geográfica del Proyecto en el Plano Nacional.....	81
Figura 11	Ubicación Geográfica del Proyecto en el Plano Departamental.....	81
Figura 12	Ubicación Geográfica del Proyecto en el Plano Provincial.....	82
Figura 13	Ubicación Geográfica de la Microcuenca San Mateo.....	82
Figura 14	Ubicación Geográfica de la Quebrada San Mateo.....	83
Figura 15	Ubicación Geográfica de la Microcuenca Colpamayo.....	83
Figura 16	Ubicación Geográfica de la Quebrada Colpamayo.....	84
Figura 17	Visita a las estaciones Chonta – Distritos de baños del inca y la encañada- región Cajamarca.....	85
Figura 18	Delimitación de Microcuenca.....	86
Figura 19	Levantamiento Topográfico de La Quebrada Colpamayo (BM-01).....	89
Figura 20	Levantamiento Topográfico de La Quebrada San Mateo (BM-01).....	89
Figura 21	Emplazamiento Pluviómetro – Pluviógrafo.....	90
Figura 22	Microcuenca Colpamayo.....	104
Figura 23	Mapa de Pendientes de la Microcuenca Colpamayo	106
Figura 24	Curva Hipsométrica y Polígono de Frecuencias de la Microcuenca Colpamayo ...	106
Figura 25	Red Hídrica de la Microcuenca Colpamayo	108
Figura 26	Pre Selección de Sitios para Ubicar la Estación Meteorológica Automática en la Estación Colpamayo.....	109
Figura 27	Ubicación Geográfica de 01 EMA en el ámbito de la Microcuenca Colpamayo....	113
Figura 28	Ubicación Geográfica de 01 EMA en el ámbito de la Microcuenca Colpamayo. (Fotografía In Situ).....	113
Figura 29	Microcuenca de la Quebrada San Mateo	114
Figura 30	Curva Hipsométrica y Polígono de Frecuencias de la Microcuenca San Mateo	116
Figura 31	Red Hídrica de la Microcuenca San Mateo	118

Figura 32 Pre Selección de Sitios para Ubicar la Estación Meteorológica Automática en la Estación San Mateo.....	119
Figura 33 Ubicación Geográfica de 01 EMA en el ámbito de la Microcuenca San Mateo.	123
Figura 34 Ubicación Geográfica de 01 EMA en el ámbito de la Microcuenca San Mateo. (Fotografía In Situ).....	123
Figura 35 Detalle en Planta de la Estación Meteorológica	127
Figura 36 Detalle de Cerco Perimetral de la Estación Meteorológica	128
Figura 37 Detalle en Perfil de la Estación Meteorológica.....	128
Figura 38 Pozo tierra.....	129
Figura 39 Detalle de Cimentación de Pluviómetro	129
Figura 40 Detalle de cimentación de mástil principal.....	130
Figura 41 Detalle en Perfil de la Estación Hidrológica Colpamayo	133
Figura 42 Detalle del Censor de Nivel de Agua la Quebrada Colpamayo.....	134
Figura 44 Detalle en Perfil de la Estación Hidrológica San Mateo.....	137
Figura 43 Detalle en Perfil de la Estación Hidrológica San Mateo.....	138
Figura 45 Detalle del Sensor de Nivel de Agua la Quebrada San Mateo	138
Figura 46 Precipitaciones Pluviales Transferidas a la Microcuenca Colpamayo.....	139
Figura 47 Máxima Precipitación Pluvial según Mes en la Microcuenca Colpamayo.....	141
Figura 48 Mapa de Calor de las Máximas Precipitaciones Pluviales según Mes en la Microcuenca Colpamayo	141
Figura 49 Frecuencia de Precipitaciones Pluviales de la Microcuenca Colpamayo	142
Figura 50 Hietograma de Precipitaciones de la Microcuenca Colpamayo para Tr 10 años....	143
Figura 51 Hietograma de Precipitaciones de la Microcuenca Colpamayo para Tr 25 años....	143
Figura 52 Hietograma de Precipitaciones de la Microcuenca Colpamayo para Tr 50 años....	144
Figura 53 Hietograma de Precipitaciones de la Microcuenca Colpamayo para Tr 100 años..	144
Figura 54 Hietograma de Precipitaciones de la Microcuenca Colpamayo para Tr 200 años..	145
Figura 55 Hietograma de Precipitaciones de la Microcuenca Colpamayo para Tr 500 años..	145
Figura 56 Temperatura en la Microcuenca Colpamayo	147
Figura 57 Temperatura Máxima en la Microcuenca Colpamayo.....	147
Figura 58 Temperatura Mínima en la Microcuenca Colpamayo	147
Figura 59 Histograma de la Temperatura Máxima en la Microcuenca Colpamayo.....	148
Figura 60 Histograma de la Temperatura Mínima en la Microcuenca Colpamayo	148
Figura 61 Humedad Relativa Mensual en la Microcuenca Colpamayo.....	149
Figura 62 Humedad Relativa Mensual Máxima en la Microcuenca Colpamayo.....	149
Figura 63 Distribución de Frecuencias de la Humedad Relativa Media Mensual de la Microcuenca Colpamayo.....	150
Figura 64 Representación de la Sección de Mayor Nivel de Agua, Microcuenca Colpamayo	151

Figura 65	Nivel de Agua en el Cauce Principal de la Quebrada Colpamayo según Año	152
Figura 66	Nivel de Agua en el Cauce Principal de la Quebrada Colpamayo según Mes	152
Figura 67	Precipitaciones Pluviales Transferidas a la Microcuenca San Mateo.....	154
Figura 68	Máxima Precipitación Pluvial según Mes en la Microcuenca San Mateo.....	156
Figura 69	Mapa de Calor de las Máximas Precipitaciones Pluviales según Mes en la Microcuenca San Mateo.....	156
Figura 70	Frecuencia de Precipitaciones Pluviales de la Microcuenca San Mateo	157
Figura 71	Hietograma de Precipitaciones de la Microcuenca San Mateo para Tr 10 años.....	158
Figura 72	Hietograma de Precipitaciones de la Microcuenca San Mateo para Tr 25 años.....	158
Figura 73	Hietograma de Precipitaciones de la Microcuenca San Mateo para Tr 50 años.....	159
Figura 74	Hietograma de Precipitaciones de la Microcuenca San Mateo para Tr 100 años...	159
Figura 75	Hietograma de Precipitaciones de la Microcuenca San Mateo para Tr 200 años...	160
Figura 76	Hietograma de Precipitaciones de la Microcuenca San Mateo para Tr 500 años...	160
Figura 77	Temperatura en la Microcuenca San Mateo	162
Figura 78	Temperatura Máxima en la Microcuenca San Mateo	162
Figura 79	Temperatura Mínima en la Microcuenca San Mateo.....	162
Figura 80	Histograma de la Temperatura Máxima en la Microcuenca San Mateo.....	163
Figura 81	Histograma de la Temperatura Mínima en la Microcuenca San Mateo	163
Figura 82	Humedad Relativa Mensual en la Microcuenca San Mateo	164
Figura 83	Humedad Relativa Mensual Máxima en la Microcuenca San Mateo.....	164
Figura 84	Distribución de Frecuencias de la Humedad Relativa Media Mensual de la Microcuenca San Mateo.....	165
Figura 85	Representación de la Sección de Mayor Nivel de Agua, Microcuenca San Mateo.	166
Figura 86	Nivel de Agua en el Cauce Principal de la Quebrada San Mateo según Año.....	167
Figura 87	Nivel de Agua en el Cauce Principal de la Quebrada San Mateo según Mes.....	167

SIGLAS Y GLOSARIO

Estaciones automáticas. Según el Manual del Sistema Mundial de Observación [OMM], 1997, citado en Ureña (2011, p. 6) es “un observatorio en el que la instrumentación realiza, transmite o registra observaciones automáticamente, enviando cada sensor una señal eléctrica a un microprocesador, si es necesario”. Se define como “la conversión directa o la realización de dicha conversión en la estación de transcripción”. Esto permite a los investigadores obtener datos libres de errores técnicos e identificar fenómenos difíciles de medir con instrumentos convencionales, principalmente relacionados con el intervalo de muestreo de las variables meteorológicas (Ureña, 2011, p. 5).

Estaciones hidrológicas automatizadas (EHA). Registran y transmiten automáticamente datos sobre el nivel del agua y la precipitación líquida (Senamhi, 2021, p. 27).

Estación hidrométrica. Según Vera (2002), un observatorio hidrológico es un conjunto de estaciones en la sección transversal de un río donde se realizan una serie de operaciones para determinar el caudal de agua que circula por el río en un momento dado.

Estaciones meteorológicas. Lugar donde se realizan observaciones y mediciones periódicas de diversos parámetros meteorológicos utilizando instrumentos adecuados, con el objetivo de determinar las condiciones atmosféricas en diferentes zonas de la región (Instituto de Hidrología, 2005, p. 4). Las estaciones meteorológicas miden y registran fenómenos atmosféricos. Estos datos se usan tanto para la predicción del tiempo basada en modelos numéricos como para estudios climatológicos (Paredes Patín & Pérez Acosta, 2008, p. 5).

Estaciones Meteorológicas Automatizadas (EMA). Las estaciones meteorológicas automatizadas son estructuras o dispositivos equipados con sensores que responden a estímulos electrónicos para registrar y recolectar información meteorológica de manera

automática y en tiempo real, mediante el monitoreo de cambios en la temperatura, humedad relativa, radiación solar, humedad foliar, dirección y velocidad del viento, precipitación pluvial, temperatura del suelo y presión barométrica. (Medina García et al., 2008, p. 3).

DRD - Dirección de Redes de Observación y Datos

Dirección y velocidad del viento: Conocido como turbulencia una de las características básicas del viento es la fluctuación continua, causada por variaciones impredecibles, aleatorias y caóticas en los valores instantáneos de la dirección, velocidad, presión, temperatura y densidad del viento (Di Leo y Delnero, 2018, p. 10).

Humedad. Propiedad que caracteriza el contenido de vapor de agua de un gas y puede expresarse en varias cantidades. Algunas de ellas pueden medirse directamente, otras pueden calcularse a partir de valores medidos. (Martines L, 2007, p. 1).

Microcuena. Una microcuena se define como una pequeña unidad geográfica donde viven muchas familias que utilizan y manejan los recursos disponibles, principalmente suelo, agua y vegetación (Bendezú, 2018, p. 14). Son unidades geográficas que dependen principalmente del concepto hidrológico de zonificación del suelo. Los procesos relacionados con el agua, como la escorrentía, la calidad del agua, la erosión hídrica y la sedimentación, suelen analizarse dentro de estas unidades geográficas. (TLBG/UP, 2004)

Monitoreo ambiental. Según Sors (1987), citado en López et al. (2012, p. 2), la vigilancia ambiental es “un sistema de mediciones y evaluaciones observacionales continuas, con un propósito claramente definido, como proceso de evaluación de los impactos ambientales y de las acciones y planes de gestión subsiguientes”.

Presión atmosférica o presión barométrica. Fuerza ejercida por unidad de superficie por una columna de aire atmosférico. Esta magnitud simboliza el peso del aire que circula por la superficie de la tierra o atmósfera (Negrete Valera, 2013, p. 21).

Puntos de control. Un punto de control hidrológico es un área o espacio que registra todo el flujo de agua a través de una sección transversal hidrológica e incluye: estaciones hidrológicas, estructuras hidráulicas, compuertas, alcantarillas, aliviaderos, estaciones hidrológicas localizadas, estaciones hidrológicas RBC (estaciones hidrológicas de cuello largo), ASC (estaciones hidrológicas sin cuello), estaciones de seguimiento, etc. (Ministerio de Agricultura, 2005).

Red meteorológica. Conjunto de estaciones convenientemente distribuidas que observan, miden y/o registran diversos fenómenos y elementos atmosféricos con el fin de determinar el tiempo y el clima de una zona determinada y posteriormente utilizarlos para diferentes fines y objetivos (Paredes & Pérez, 2008, p. 6).

SENAMHI - Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú

Tecnología GSM (Global System for Mobile Communications). Como su nombre lo indica, la tecnología GSM es un sistema de comunicación global, como tecnología satelital, a través del cual se pretende permitir el roaming internacional y la comunicación clara con países de todo el mundo sin interceptación (Guerreo & Avila, 2007, p. 17).

Tecnología GPRS (Sistema Global para Comunicaciones Móviles, por sus siglas en inglés, System for Mobile Communications). GPRS es una tecnología que utiliza la conmutación de paquetes para transmitir datos a través de redes de telefonía móvil a velocidades de hasta 115 kbps (Zhunio, 2008, p. 21).

Temperatura. Se expresa subjetivamente en términos como "caliente" y "frío", "caliente" corresponde a una temperatura más alta que "frío". (Belendés, 2017, p. 4).

UNE - Asociación Española de Normalización.

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo general: “Intervenir en el Monitoreo Ambiental de las Microcuencas Colpamayo y San Mateo utilizando Estaciones Meteorológicas e Hidrométricas Automáticas Equipados con Tecnología GSM/GPRS como parte de la Gestión de los Recursos Hídricos, Chota”. El tipo de investigación fue aplicada, descriptiva. La metodología consistió en tomar como muestra de investigación las microcuencas San Mateo y Colpamayo, buscando identificar la mejor ubicación para dos estaciones meteorológicas e hidrométricas computarizadas usando enlace serial a un módem de Servicio General de Paquete de Radio (GPRS). Elegir el emplazamiento para la estación meteorológica dentro de la microcuenca Colpamayo fue difícil por su accidentada topografía, sin embargo, se optó por un lugar cercano al centro poblado Choctapata Alto en las coordenadas UTM: 765333.252 m E, 9274429.03 m S, a 3132 msnm; mientras que, en la microcuenca San Mateo el lugar corresponde a las coordenadas 761445.00 m E y 9275061.00 m S, a 2531 msnm en la comunidad de Pacchapampa, dentro de un emplazamiento de 3.15 x 3.15 m; las estaciones hidrométricas de las microcuencas Colpamayo y San Mateo, tienen longitudes de 30 y 25 m en cuanto a sus casetas de protección, pues están proyectadas con sensores para caudales. Por otro lado, para cumplir con el tercer objetivo específico de la tesis, se ha tenido que analizar parámetros de precipitaciones y de temperaturas de estaciones vecinas como la Estación Chota y la de Chotano – Lajas, específicamente para estimar valores del índice de Fourier relacionados a la agresividad climática, resultando que esta es muy alta: 575.87 y 235.61 para las microcuencas Colpamayo y San Mateo, respectivamente, alcanzando la precipitación pluvial por su carácter estacional un índice de 34.4%.

Palabras clave: Emplazamiento, enlace serial, índice Fourier

ABSTRACT

The objective of the research was to “Evaluate the Environmental Monitoring of the Colpamayo and San Mateo Microbasins using Automatic Meteorological and Hydrometric Stations Equipped with GSM/GPRS Technology as part of Water Resources Management, Chota”. The sample of this research was the San Mateo and Colpamayo streams in which two computerized meteorological and hydrometric stations have been located and designed using serial link to a General Packet Radio Service (GPRS) modem in Chota. In the Colpamayo micro-watershed, the choice of location was difficult due to the rugged topography, but finally a point was chosen in the Choctapata Alto population center at UTM coordinates: 765333.252 m E, 9274429.03 m S, at 3132 masl, while in the San Mateo micro-watershed it was 761445.00 m E and 9275061.00 m S, at 2531 masl in the Pacchapampa. The design of the automatic meteorological and hydrological stations with GSM/GPRS technology for the Colpamayo and San Mateo micro-watersheds was a complex but successful process, in a 3.15 x 3.15 m site, while the hydrological station of the Colpamayo and San Mateo micro-watersheds have lengths of 30 and 25 m, with sensors to measure flow rates. They concluded that the Fourier index in the Colpamayo and San Mateo micro-watershed was 575.87 and 235.61, respectively, therefore, the climatic aggressiveness in both cases is very high and the concentration of rainfall reaches an index of 34.43%, therefore, it is strongly seasonal.

Key words: Location, design of meteorological and hydrological stations, environmental monitoring.

CAPÍTULO I.

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

El clima y la hidrología son los principales impulsores de las conexiones físicas y ecológicas entre la tierra y el mar (Korver et al., 2022), pero el cambio climático y las actividades humanas tienen un fuerte impacto en las cuencas, por lo que, para comprender los procesos en curso es fundamental monitorear las variables ambientales con una red espacialmente bien distribuida y de alta frecuencia, para compartir datos de manera eficiente (Ciampittiello et al., 2021). En una microcuenca hidrográfica, el proceso de urbanización altera la respuesta hidrológica, la impermeabilización del suelo a través de actividades humanas, como por ejemplo la construcción de viviendas, pavimentos rígidos, flexibles, alcantarillas, por el uso de cemento, zinc, entre otros, traen consigo el aumento significativo de la escorrentía, disminuyen la capacidad de infiltración e incrementan el riesgo de inundación. Siendo así, el diseño de una red óptima de estaciones hidrometeorológicas e hidrométricas constituye un factor clave para la recopilación de datos hidrometeorológicos y de caudal completos y confiables, necesarios tanto para la toma de decisiones en la política y gestión de los recursos hídricos, como para la evaluación del riesgo hidrometeorológico (Theochari et al., 2021).

El agua es el bien esencial para el desarrollo socioeconómico de cualquier país (Tikhomirov et al., 2022). Por lo tanto, es imperativo que, en Perú, se dispongan de los instrumentos hidrometeorológicos y de calidad del agua adecuados, para lograr una gestión avanzada de los recursos hídricos. En este contexto, las estaciones meteorológicas automáticas (GPRS) tienen una gran

demanda por diversas razones. La tecnología avanzada, la recepción y transmisión de datos en tiempo real con una mínima intervención humana lo colocan en la primera línea del sistema confiable de adquisición de datos meteorológicos en la superficie que sus contrapartes convencionales (Patra et al., 2022). Estos se utilizan de manera efectiva para proporcionar datos en línea y fuera de línea para estimar la profundidad de lluvia, potencial de evaporación, duración de insolación, viento, humedad, advertencias de clima severo como explosión de nubes, precipitaciones ciclónicas de baja presión, tormentas, etc. Todos estos parámetros son esenciales para la estimación de inundaciones, el pronóstico de inundaciones y disponibilidad de agua en los embalses. Por lo tanto, la adquisición de datos confiables y precisos de todos estos parámetros solo se puede lograr con un conocimiento adecuado del diseño, implementación y manejo de la estación meteorológica (He & Zhu, 2020).

La ciudad de Chota se encuentra ubicada a 2388 msnm en la meseta de Acunta, y a su vez se encuentra circundada por las quebradas: San Mateo por el Norte y Colpamayo por el Sur – Este; dichas quebradas no cuentan con estructuras de control hidrométrico que permitan proyectar el desarrollo de proyectos civiles adecuados. Además, se observa que el riesgo a desastres por inundación debido a que muchas viviendas están siendo ubicadas en el cauce o faja marginal de estas quebradas disminuyendo su ancho natural es elevado.

En la ciudad de Chota, el fenómeno de urbanización es evidente provocando la alteración de su cobertura original y su dinámica fluvial. Por la ciudad de Chota, geográficamente, discurren las microcuencas San Mateo y Colpamayo, las mismas que drenan sus aguas al río Chotano a través de las quebradas del mismo nombre, la exposición y pérdida de ecosistemas que sufren

a causa de la impermeabilización de sus suelos es considerable y puede traer efectos negativos en la intensidad, velocidad y volumen de las precipitaciones pluviales.

Así mismo, en los últimos años el cambio climático, la expansión urbana, la contaminación de los ríos, la reciente y aún latente pandemia, entre otras cuestiones, nos hacen sentir expuestos y a la vez obligados a contar con información confiable y oportuna del recurso hídrico para su adecuada gestión. Motivo por el cual es necesario contar con registros y monitoreo del comportamiento del clima a través no sólo de valores de temperatura, sino a nivel de otras variables como las precipitaciones, humedad relativa, velocidad y dirección del viento, radiación solar diaria, caudal de aporte, entre otras.

En ese sentido, En el Departamento de Cajamarca, especialmente a nivel del distrito Namora, provincia de Cajamarca, para modernizar la gestión de los recursos hídricos en la cuenca del río Cajamarquino, se ha instalado en la localidad de San José un observatorio hidrológico automatizado y un sistema hidrológico mecanizado que proporcionan información básica, oficial, fiable y en tiempo real sobre la fluctuación de los niveles de agua del río, así como información técnica para la toma de decisiones sobre el aprovechamiento, protección y uso de los recursos hídricos. Así mismo, el sistema permite obtener información en tiempo real para optimizar las operaciones e identificar y prevenir posibles riesgos (Autoridad Nacional de Agua [ANA], 2022).

Dentro de esta perspectiva y atendiendo que a nivel del ámbito geográfico de la ciudad de Chota se están presentando en estos últimos años (2021-2022), diversos eventos extremos de precipitaciones, especialmente por un incremento en el tiempo de lluvias, tal como se pone de manifiesto en el Boletín de

Precipitaciones y Temperaturas Extremas del aire según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI, 2022, p. 4), es necesario contar con registros y monitoreo del comportamiento del clima, por esta razón, planteamos, una propuesta de diseño para la instalación de dos estaciones meteorológicas e hidrológicas ubicadas en lugares estratégicos que nos permitan evaluar patrones de comportamiento de variables meteorológicas e hidrológicas, que representen adecuadamente las condiciones de las microcuencas en estudio y proporcionen mediciones precisas de variables meteorológicas que identifiquen patrones y tendencias para obtener conclusiones relevantes hacia la gestión y planificación de recursos hídricos en la zona de estudio.

Finalmente, en el presente documento se intenta resaltar los desafíos que se enfrentan para instalar estaciones meteorológicas e hidrometeorológicas automatizadas para obtener estimaciones confiables de los parámetros meteorológicos en tiempo real. Los puntos de posible preocupación incluyen la calibración adecuada; mantenimiento e instalación de sensores con nivelación adecuada; también se destaca como factor clave, la selección adecuada del sitio de instalación de las estaciones, para la gestión del agua (Ngô et al., 2021).

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo monitorear el ambiente de las microcuencas Colpamayo y San Mateo utilizando estaciones Meteorológicas e hidrológicas automáticas equipados con tecnología GSM/GPRS, Chota.?

1.2.2. Problemas específicos

¿Qué características estratégicas debe tener el lugar o lugares donde se tendrían que instalar las estaciones meteorológicas e hidrométricas automáticas equipadas

con tecnología GSM/GPRS en el ámbito de las microcuencas Colpamayo y San Mateo?

¿Cómo se diseñan las estaciones Meteorológicas e hidrológicas automáticas equipadas con tecnología GSM/GPRS para las microcuencas Colpamayo y/o San Mateo?

¿Cómo el comportamiento climatológico, hidrológico e hidráulico (temperatura, precipitación, humedad relativa y caudales aportantes) en las microcuencas Colpamayo y San Mateo, garantizará el monitoreo ambiental?

1.3. Justificación

Las observaciones hidrometeorológicas de pequeñas cuencas hidrográficas son importantes para comprender las conexiones ecológicas tierra – océano, así como también proporciona la base científica para las decisiones regionales de gestión ambiental (Korver et al., 2022). Siendo así, el aporte teórico que brinda el presente estudio es la calibración adecuada; mantenimiento e instalación de sensores con nivelación adecuada; asimismo se destaca como factor clave, la selección adecuada del sitio de instalación de las estaciones, para la gestión del agua, pues, llena el vacío del conocimiento sobre el procedimiento que se tiene que seguir para la correcta instalación de estaciones meteorológicas e hidrométricas, por tanto, se ha apoyado en la teoría de precipitaciones extremas, conjunto numérico, que destaca la importancia de los datos de precipitaciones para poder estimar las intensidades máximas y caudales máximos en una microcuenca.

El procedimiento que se ha seguido puede generalizarse para la implementación de estaciones meteorológicas e hidrométricas en otras microcuencas de la región.

Debido a que la Universidad Nacional Autónoma de Chota (UNACH), cuenta con presupuesto necesario para la adquisición de equipos Meteorológicos e Hidrológicos equipados con tecnología GSM/GPRS para el Monitoreo Ambiental de las Microcuencas Colpamayo y San Mateo que discurren paralelamente y albergan la gran urbe de la ciudad de Chota, las mismas que no cuentan con ningún tipo de control meteorológico e hidrológico motivo por el cual los proyectos de inversión se diseñan a base de parámetros que no están acorde con el tipo de clima y relieve que dispone nuestra ciudad, generando elevados presupuestos y sufriendo alteraciones en el tiempo de su ejecución. Consideramos de suma importancia determinar los lugares donde se deben instalar dos Estaciones Meteorológicas Automáticas y dos Estaciones Hidrológicas Automáticas computarizadas con tecnología GSM/GPRS, así como proyectar el diseño y la ubicación más estratégica de estas estaciones a lo largo de las quebradas San Mateo y Colpamayo, de tal manera que se pueda ir analizando a través del tiempo la producción del recurso hídrico y su contribución al sostenimiento de la población, contaríamos con una data más precisa de parámetros que beneficiaran a futuras obras civiles, asimismo se favorece a engrandecer la Red de Estaciones Meteorológicas Nacional del SENAMHI, entidad con la cual se establecerá un probable convenio de puesta en funcionamiento de estas estaciones para la transferencia de información, así como para el uso de esta data.

Según los avances tecnológicos, las tecnologías GSM y GPRS a comparación de otro tipo de equipos son conocidos por su eficiencia energética, lo que permite una mayor duración de la batería en los dispositivos móviles y mayor confiabilidad en la data obtenida. Esto es especialmente importante para

aplicaciones y dispositivos de bajo consumo energético. Además, la amplia adopción de GSM ha llevado a la reducción de costos de hardware y servicios relacionados. Con la tecnología GSM y GPRS como objeto de investigación y desarrollo nos permitirá aprovechar una tecnología ampliamente adoptada, confiable y versátil.

Con este estudio se pretende que la Universidad Nacional Autónoma de Chota obtenga una data fiable para futuras investigaciones que beneficien a la disminución de los niveles de riesgo y generación de coeficientes de escorrentía superficial confiables para el diseño de obras civiles en el ámbito de las microcuencas en estudio.

1.4. Delimitación de la investigación

En esta investigación, se ha trabajado sobre la base de la delimitación de las microcuencas Colpamayo y San Mateo, que se constituyen en los elementos sobre los cuales se ha definido la mejor estrategia y selección del lugar para la ubicación de las estaciones meteorológicas e hidrológicas automáticas conforme a la normatividad del SENAMHI (Manual Técnico: MT – DRD - 001).

La propuesta del diseño de los puntos de control hidrométrico (puntos de aforo), se realizó en base a la Norma Europea: UNE-EN_ISO_4375=2015 (Sistemas de Suspensión Por Cables Aéreos para Aforos de Cursos de Agua, publicada en mayo del 2015), se tomó esta normativa porque el Perú no se cuenta con una norma para el diseño de este tipo de sistemas.

El monitoreo ambiental de las microcuencas en estudio se ha realizado en base a los datos obtenidos de la página web del SENAMHI, de la Estación Meteorológica Chota, ubicada en la comunidad de Rambran, la misma que nos registra datos de temperatura máxima, temperatura mínima, humedad relativa y

precipitaciones, y la estación hidrológica Chotano-Lajas, la misma que registra datos sobre el nivel de agua en el cauce del río Chotano.

1.5. Limitaciones

La falta de equipamiento meteorológico e hidrométrico es un tema crucial a nivel de cuencas altoandinas, es escasa y, la poca existente, está disponible en la página web del SENAMHI, pero para su uso oficial, esta debe ser solicitada y tiene un costo por año y por parámetro, lo que muchas veces la hace inaccesible al usuario.

La Estación Meteorológica que se utilizó para el monitoreo ambiental de las microcuencas fue la Estación Chota (760025.00 m E, 9275705.00 m S, a 2468 msnm) que, solo registra valores de temperatura máxima y temperatura mínima (data del año 1993 al 2018, 25 años) y humedad relativa (data del año 1993 al 2000, 7 años).

La Estación Hidrológica Chotano-Lajas (750651.94 m E, 9275430.83 m S, a 2148 msnm); esta estación recoge datos sobre el nivel de agua en el cauce del río Chotano (data del año 1970 al 2022, 52 años), estos datos proporcionan información esencial sobre los cambios en el nivel de agua, lo cual es importante para comprender los flujos de agua en la microcuenca.

Se ha utilizado normatividad extranjera por la falta de normatividad técnica peruana para el diseño de las diferentes estructuras.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Realizar el monitoreo ambiental de las microcuencas Colpamayo y San Mateo utilizando estaciones Meteorológicas e hidrológicas automáticas equipados con tecnología GSM/GPRS, Chota.

1.6.2. Objetivos específicos

- Definir la ubicación geográfica en el ámbito de las microcuencas Colpamayo y/o san mateo donde se tendrían que instalar las estaciones Meteorológicas e hidrológicas automáticas equipados con tecnología GSM/GPRS.
- Seleccionar el equipamiento de las estaciones Meteorológicas e hidrológicas automáticas equipados con tecnología GSM/GPRS para las microcuencas Colpamayo y/o San Mateo.
- Simular el comportamiento climatológico, hidrológico e hidráulico (temperatura, precipitación, humedad relativa y caudales aportantes) en las microcuencas Colpamayo y San Mateo, como parte del monitoreo ambiental.

CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. *Antecedentes internacionales*

Ciampittiello et al. (2021) en su estudio “Meteo-hydrological sensors within the Lake Maggiore catchment: system establishment, functioning and data validation” diseñaron, establecieron y verificaron el funcionamiento y validación de datos de sensores meteo-hidrológicos dentro de la cuenca del Lado Maggiore. El principio del proyecto fue comprar los sensores y los componentes electrónicos por separado, con el fin de ensamblar un sistema multiparamétrico que se pueda adaptar a necesidades específicas, que se pueda implementar y modificar con el tiempo y con costos muy bajos. Los sensores se seleccionaron para que fueran lo suficientemente resistentes como para soportar un uso prolongado en el campo. Por lo tanto, se implementó una solución totalmente escalable, capaz de soportar volúmenes crecientes de datos de acuerdo con los paradigmas de escenarios de datos grandes y rápidos

Theochari et al. (2021) en su artículo científico “Hydrometeorological-hydrometric station network design using multicriteria decision analysis and GIS techniques” diseñaron las redes de estaciones hidrometeorológicas hidrométricas utilizando análisis de decisión multicriterio y técnicas GIS, que combina varios criterios espaciales para proponer ubicaciones adecuadas para la instalación de una red de estaciones de este tipo en la cuenca del río Sarantapotamos en la parte occidental de Región de Ática, Grecia. Concluyeron que, de acuerdo con los umbrales de densidad de estaciones propuestos por la Organización

Meteorológica Mundial, una red óptima de estaciones hidrometeorológicas e hidrométricas para la región debería tener tres y dos estaciones, respectivamente.

Nord et al. (2020) en su investigación “An autonomous low-power instrument platform for monitoring water and solid discharges in mesoscale rivers” presentan el desarrollo de la Plataforma Fluvial para el Monitoreo de la Erosión (RIPLÉ) diseñada para el monitoreo a alta frecuencia temporal (~ 10 min) de la descarga de agua, flujos sólidos y propiedades de las partículas finas en ríos de mesoescala, es decir, que drenan cuencas de mesoescala ($\approx 10 - 10.3$ km²). Esta plataforma responde a una demanda de medir de forma continua estas variables en los ríos mediante un único dispositivo centralizado, y hacerlo de la forma más directa posible. La plataforma integra los siguientes instrumentos: (i) para descarga de agua, radar de nivel de agua y radar de velocidad de superficie, cámaras digitales y un ecosonda; (ii) para la carga de sedimentos finos, turbidímetros y muestreadores automáticos, incluido el SCAF (un dispositivo de caracterización de la velocidad de sedimentación de sedimentos); (iii) para la carga de fondo, un hidrófono; y (iv) para la calidad del agua, una sonda de conductividad y muestreo de agua. En cuanto a la monitorización de vertidos de agua, se ha dado prioridad a los instrumentos no intrusivos para mejorar la robustez del sistema.

Antonino (2019) en su informe “Instalación de estaciones hidrométricas y meteorológicas” describieron el proceso de calibración e instalación de las estaciones hidrométricas en los cauces de los ríos: Los Reartes, del Medio, Santa Rosa, Quillinzo, la Cruz, Tercero, el Saladillo, las Tortugas, Carcaraña, de las Barrancas y Piedras Blancas; y la estación meteorológica instalada en la localidad de los Reartes. Utilizaron como instrumentos: Sensor RKL-02 Radar transmisor

de nivel de líquido, Tablero de Monitoreo de nivel hídrico, Sensor BERTSCHI RD92, el resto de sensores eran TECMES, pero para temperatura y humedad modelo TS251-T, para velocidad y dirección del viento EP0233, para lluvia TS220-B, para presión atmosférico TS290. Concluyeron que, es importante contar con datos meteorológicos e hidrológicos para comprender el ciclo hidrológico.

Barriga et al. (2015) en su artículo científico “Implementación De Una Red De Estaciones Meteorológicas Utilizando Transmisión GPRS En La Región Centro Andina Ecuatorial” detalla la implementación de nueve estaciones meteorológicas automáticas en la región centro andina del Ecuador. Las estaciones meteorológicas tienen sensores electrónicos para medir información meteorológica en tiempo real, que, es interconectada por el sistema GPRS. Como resultado se obtuvo una red de estaciones meteorológicas automáticas generando datos de cada hora las 24 horas del día y transmitiendo a un servidor FTP. Mediante su página web, y generar gráficas del comportamiento de cada variable meteorológica. Los autores concluyeron que, la transmisión GPRS permitió contar con un histórico de variables para la determinación de la potencia solar o geotermal en las zonas centro andinas del Ecuador.

Este artículo científico describe el proceso de instalación de la red de estaciones meteorológicas automáticas con tecnología GPRS para un posterior monitoreo ambiental de las zonas.

Agressoth (2022) en su investigación “Propuesta de mejora operativa para el radar meteorológico Vaisala Wrm200, integrado a la red de radares meteorológicos de la aeronáutica civil para la prestación del servicio meteorológico aeronáutico en Colombia” desarrollo cómo objetivo, la mejora operativa en el Radar Vaisala WRM200 que permita la ampliación de las tareas

técnicas que este efectúa, para su uso por parte de la “Dirección de Telecomunicaciones y Ayudas a la Navegación Aérea de la Aeronáutica Civil”. Concluyendo que el nivel de operatividad mejoró en rendimiento en un 70%. Este aumento del rendimiento se debió al aprovechamiento de la energía del radar al reducir la duración de los pulsos recortando el alcance máximo de los haces disparados por el radar hacia la atmósfera. Con dicha reducción se contribuyó a alcanzar una mayor precisión de los datos recolectados por el radar, mejorando la calidad de los pronósticos realizados por el CNAP

Buriticá et al. (2015) en su artículo “Estación Meteorológica para la Conformación de Redes. Proceso de Instalación” de la Universidad Tecnológica de Pereira en Colombia, tuvieron como objetivo instalar una estación meteorológica en dicha universidad. La metodología utilizada se basó en caracterizar a la estación meteorológica, determinar sus componentes, y la escogencia del sitio de ubicación, dentro de este último se realizó la preselección de probables puntos para situar la unidad externa, se analizaron los criterios para la selección en los que se tomaron aspectos de seguridad y mantenimiento, así como también aspectos técnicos, criterios de selección y ponderación y por último se realizó la adecuación del sitio seleccionado. Como resultados y conclusiones más importantes obtenidos se muestra la localización final de los componentes de la estación y las gráficas de la radiación solar diaria promedio.

Medina & Ramírez (2019) en su trabajo de obtención de grado académico de Ingeniero Civil, “Diseño y construcción de estación meteorológica, ubicada en la vereda El Callejon, Ricauarte - Cundinamarca” presentado en la Universidad Católica de Colombia, Colombia, tuvieron como fin diseñar y construir una EM en la “finca de las dos palmas” en la vereda El Callejón. La metodología de la

investigación fue dividida en 8 fases, fase 1 abarca la Pre – Factibilidad del proyecto, fase 2 contiene el diseño, fase 3 ubicación de la información, fase 4 construcción, fase 5 calibración, fase 6 recolección de datos, fase 7 análisis de datos y, fase 8 entrega de la data al IDEAM. Concluyeron que el emplazamiento de la Granja Dos Palmas cumplía los requisitos de la Organización Meteorológica Mundial para el diseño y la construcción de estaciones meteorológicas. Este proyecto proporciona data precisa para adecuar los sitios de instalación de la red de estaciones con tecnología GPRS para un posterior monitoreo ambiental de los recursos hídricos.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Lujan (2021) en su tesis “Desarrollo y validación de prototipo de estación meteorológica de bajo costo para el registro de mediciones meteorológicas en zonas de alta montaña” efectuó otra instalación en el glaciar de roca San Felix – Arequipa – Perú para cotejar la velocidad y dirección de viento por medio de una estación HOBO. Determinó que, la data compilada en el prototipo es semejante al de las estaciones cotejadas. La discrepancia media en temperatura es de 0.193 °C, en humedad de 1.3% HR, en presión atmosférica 0.14 mbar, en radiación solar del 5.8%, temperatura del suelo de 0.127 °C y en la de velocidad y dirección del viento eran 0.485 m/s y 1.33 correspondientemente. Por lo que, concluyó que, el costo beneficio es de 5 a 18 veces menor, no obstante, dejó a disposición de la población esta herramienta precisa, económica y personalizada según cada caso.

Solano (2021) en su tesis “Diseño e implementación de una estación meteorológica con acceso a internet para lugares remotos” plantearon una estación meteorológica de acuerdo al cumplimiento de criterios de diseño y la disposición de la conexión inalámbrica a Internet. Sobre el diseño de la estación, esta realiza

mediciones de temperatura, humedad, velocidad de viento y radiación UVA/B, luego las envía inalámbricamente a una estación base. Este proceso transmite vía radiofrecuencia la información obtenida por la estación meteorológica con una distancia mínima de 1000 m y luego envía automáticamente los valores a Internet.

2.1.3. Antecedentes regionales

Céspedes (2020) en su investigación “Comparación de los modelos hidrológicos de Lutz Scholz y similitud hidráulica de sistemas hidrológicos Altoandinos, en las cuencas de los ríos cajamarquinos y namora para el periodo: 1973-2015”, en el cual desarrollo diferentes modelos hidrológicos en la cuenca del Río Cajamarquino, para comparar los caudales medios mensuales medidos y los derivados a través del modelo de “Lutz Scholz” de acuerdo a la “Similitud Hidráulica”. Ultimando que, el modelo que arroja mejores resultados para los meses de marzo, abril y octubre; mientras que la metodología de “Similitud Hidráulica”, en general, da resultados más precisos a lo largo del año. Siendo así contribuye a obtener información meteorológica simulando data de otras estaciones, para aquellas microcuencas sin EM.

Silva (2019) en su tesis “Generación de información Hidrométrica con fines de Aprovechamiento Hídrico para la Cuenca el Porvenir Distrito de Huarango” tuvo como objetivo generar data hidrométrica en la cuenca “El Porvenir”, Huarango. Concluyendo que la cuenca pilotos (Tabaconas y Manchara) tiene similitud geométrica, dinámica y cinemática con la cuenca El Porvenir con variaciones de 4.62%, 11.82% y 3.70% correspondientemente. Por tanto, dichos valores se encuentran dentro de los límites aceptables, siendo así, fue viable la transferencia de data hidrometereológica (1964-1987) obteniendo un caudal medio anual de 24.36 m³/s.

2.2. Bases teórico – científicas

2.2.1. *Teoría de la tecnología y la comunicación: Teoría de las comunicaciones inalámbricas*

La teoría de la tecnología y comunicaciones en estaciones meteorológicas e hidrológicas automatizadas se refiere al conjunto de principios y conceptos que fundamentan el funcionamiento y la transferencia de datos en estos sistemas (Otero, 2008). Esta teoría se aplica a la transmisión de datos a través de tecnología GSM/GPRS. Estas tecnologías permiten la comunicación remota entre las estaciones automáticas y el centro de monitoreo, lo que facilita la recolección constante de datos y su análisis en tiempo real.

En cuanto a la comunicación inalámbrica, existen diferentes tecnologías utilizadas en las estaciones meteorológicas e hidrológicas automatizadas. La más común es la comunicación vía radio, donde se utilizan ondas electromagnéticas para transmitir datos entre la estación y un receptor central. El radio tiene la ventaja de poder cubrir grandes distancias y ser resistente a las barreras físicas que se puedan presentar en el terreno. Otra tecnología ampliamente utilizada es la comunicación vía satélite. En este caso, los datos recopilados por las estaciones se transmiten a través de una red de satélites que orbitan la Tierra. Estos satélites reciben los datos y los retransmiten a una estación terrestre, desde donde pueden ser analizados y utilizados. La comunicación vía satélite permite acceder a zonas remotas donde la infraestructura terrestre podría ser limitada o inexistente.

En resumen, la teoría de la tecnología y comunicaciones en estaciones meteorológicas e hidrológicas automatizadas abarca el estudio y la aplicación de diferentes tecnologías de comunicación inalámbrica, como la radio y la comunicación vía satélite, así como los protocolos de transferencia de datos

necesarios para garantizar la entrega precisa y en tiempo real de la data recopilada por estas estaciones. Estos avances tecnológicos son fundamentales para mejorar la capacidad de monitoreo y la toma de decisiones en áreas relacionadas con el clima y el agua.

2.2.2. *Teoría de la gestión ambiental*

Esta teoría busca comprender y gestionar los impactos ambientales de las actividades humanas. El monitoreo ambiental de microcuencas con estaciones automáticas proporciona información relevante para la evaluación de los recursos naturales, la implementación de prácticas de conservación y la toma de decisiones basadas en datos científicos (Huerta & García, 2009). La teoría de la gestión ambiental aplicada al monitoreo ambiental con estaciones meteorológicas e hidrológicas automatizadas se centra en el seguimiento y la evaluación continua de los parámetros ambientales clave para comprender y gestionar los impactos ambientales. La gestión ambiental aplicada al monitoreo ambiental con estaciones automatizadas también implica el establecimiento de objetivos y metas ambientales claras. Estos objetivos pueden incluir la reducción de la contaminación del agua, la conservación de la biodiversidad o la mitigación de los impactos del cambio climático. Una parte clave de la teoría de la gestión ambiental es el proceso de toma de decisiones informadas. Una vez que se recopilan y analizan los datos de las estaciones automatizadas, se pueden tomar decisiones basadas en evidencia para implementar medidas correctivas o preventivas. Por ejemplo, si se detecta un aumento en los niveles de contaminación del agua, se puede implementar un programa de monitoreo más intensivo o técnicas de mitigación para reducir el impacto. Además, la gestión ambiental también incluye la participación activa de las partes interesadas y la

coordinación entre diferentes actores involucrados. Esto es fundamental para asegurar que todas las voces sean escuchadas y se tomen en cuenta al desarrollar estrategias de gestión sostenibles.

2.2.3. Teoría higrológica y meteorológica: Teoría de valores extremos para el análisis de precipitaciones

La teoría de la hidrología se basa en el estudio de la distribución, circulación y propiedades del agua en la Tierra. A través del monitoreo hidrológico automático, se puede recopilar datos sobre la precipitación, el caudal de los ríos, la humedad del suelo, entre otros parámetros, para comprender mejor la dinámica del agua en una microcuenca. Así mismo, la teoría de la meteorología se centra en el estudio de la atmósfera y los fenómenos climáticos. Las estaciones meteorológicas automáticas miden variables como la temperatura, la humedad, la presión atmosférica y la velocidad y dirección del viento. Estos datos son importantes para comprender y predecir los patrones climáticos en una microcuenca. Ambas teorías dan paso a la teoría de valores extremos aplicada al análisis de precipitaciones en una estación meteorológica como parte del monitoreo ambiental.

La teoría de valores extremos se utiliza en el análisis de precipitaciones para identificar y caracterizar eventos de máxima magnitud, es decir, aquellos eventos que están por encima de los valores normales y que pueden tener un gran impacto en el monitoreo ambiental de microcuencas.

Sean X_1, \dots, X_n variables aleatorias independientes e idénticamente distribuidas, con función de distribución F . Sea el máximo de las observaciones $M_n = \max \{X_1, \dots, X_n\}$ El teorema de Fischer Tippe. (Vargas, 2021)

$$\left[\lim_{n \rightarrow \infty} P \left(\frac{M_n - a_n}{b_n} \leq z \right) \rightarrow G(z) \right] \quad (1)$$

Donde: $[a_n] \in R$ y $[b_n >]$,

$$G(z) = \exp \left\{ \exp \left\{ - \left[1 + \xi \frac{-\exp \left[- \left(\frac{z-u}{\sigma} \right) \right], \xi=0}{\frac{z-u}{\sigma}} \right]^{\frac{-1}{\xi}}, \xi \neq 0, 1 \right. \right. \quad (2)$$

Donde: $G(z)$ Distribución de Valores Extremos Generalizada (DVEG), μ localización, σ escala y ξ forma. Según el límite de DGEV (1), cuando $\xi \rightarrow 0$, es llamada distribución Gumbel, Fréchet con $\xi > 0$ y Weibull con $\xi < 0$.

Primer teorema fundamental. Refiera a la distribución del estadístico de orden máximo.

$$H(x, \xi) = \left\{ \exp \left(- (1 + \xi x)^{-\frac{1}{\xi}} \right), \xi \neq 0 \right. \quad (3)$$

$$\exp(-e^{-x}), \xi = 0 \quad (4)$$

Donde: $1 + \xi x > 0$. La familia tri-paramétrica GEV corresponde a la familia de distribuciones descritas por:

$$H(x, \xi, u, \sigma) = H\left(\frac{x-u}{\sigma, \xi}\right) \quad (5)$$

con $\mu \in \mathbb{R}$ un parámetro de localización y $\sigma > 0$ un parámetro de escala.

Segundo teorema fundamental. Considera la distribución de todos los valores que superan el umbral fijado para el estudio. (Vargas, 2021)

$$G(x, \xi, \varphi) = \left\{ 1 - \left(1 + \xi x / \varphi \right)^{-\frac{1}{\xi}} \right\}, \xi \neq 0 \quad (6)$$

$$1 - \exp\left(-\frac{x}{\varphi}\right), \xi = 0 \quad (7)$$

Donde: $\xi \in \mathbb{R}$ y $\psi > 0$, son los parámetros de forma y escala respectivamente. Para $\xi < 0$ el rango de x es $0 < x < -\psi \xi$ y $x > 0$ para $\xi > 0$. Denotado por $(x; \xi, \psi)$ los elementos de la correspondiente familia de funciones de densidad.

En el contexto de la investigación sobre el monitoreo ambiental de microcuencas utilizando estaciones meteorológicas e hidrológicas automáticas con tecnología GSM/GPR, la teoría de valores extremos se aplica para: recopilar datos (se deben recopilar datos de precipitación utilizando las estaciones meteorológicas

automáticas. Estos datos deben ser registrados con la mayor frecuencia posible para obtener una serie temporal completa y precisa), análisis exploratorio (Se realiza un análisis exploratorio de los datos para identificar valores extremos. Esto implica identificar los mayores valores de precipitación registrados en la serie temporal y compararlos con los valores normales o promedios. Esto puede hacerse mediante gráficos de dispersión o histogramas), selección de distribución de valores extremos (Una vez identificados los eventos de precipitación extrema, se selecciona la distribución estadística que mejor se ajuste a los datos extremos. Las distribuciones más comúnmente utilizadas para este propósito son la distribución de valores máximos o la distribución de valores mínimos), estimación de parámetro (Una vez seleccionada la distribución, se estiman los parámetros que mejor describan los datos extremos. Esto puede hacerse utilizando métodos estadísticos como el método de máxima verosimilitud o el método de momentos), análisis de frecuencia (se utiliza la distribución de valores extremos ajustada para realizar análisis de frecuencia. Esto implica estimar la probabilidad de ocurrencia de eventos extremos de diferentes magnitudes en un determinado período de tiempo. Por ejemplo, se puede estimar la probabilidad de ocurrencia de una precipitación máxima de 100 mm en un año). En resumen, la teoría de valores extremos se utiliza para identificar, caracterizar y estimar la probabilidad de ocurrencia de eventos extremos de precipitación en el monitoreo ambiental de microcuencas utilizando estaciones meteorológicas e hidrológicas automáticas con tecnología GSM/GPR. Esto permite tomar decisiones informadas sobre el manejo de los recursos hídricos y prevenir posibles impactos ambientales.

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Monitoreo Ambiental

De acuerdo con Sors, 1987, citado en López et al (2012, p. 2): define que el monitoreo ambiental “es un sistema continuo de observación de medidas y evaluaciones para propósitos definidos; una herramienta importante en el proceso de evaluación de impactos ambientales y en cualquier programa de seguimiento y control”. Según la OEFA “El monitoreo ambiental se realiza a efectos de medir la presencia y concentración de contaminantes en el ambiente, así como el estado de conservación de los recursos naturales”.

De acuerdo con las definiciones anteriores, observamos que el monitoreo ambiental toma una importancia muy significativa en los diferentes procesos de toda actividad humana; el monitoreo ambiental es pues una herramienta que juega un papel esencial.

El monitoreo de la temperatura, humedad del aire, radiación solar, precipitación, evaporación y radiación activa fotosintética, etc., es sumamente importante, para estudiar procesos biofísicos tales como el crecimiento y desarrollo de las plantas, la captura y retención de agua, aumento de nutrientes y aprovechamiento de servicios ambientales. La vigilancia del clima ayuda a comprender el comportamiento de los fenómenos y sus repercusiones mediante el seguimiento de variables climáticas como las temperaturas extremas y las precipitaciones. De este modo, se pueden identificar las zonas afectadas por fenómenos climáticos extremos y adoptar medidas que contribuyan a reducir los daños y las pérdidas.

El Perú, país rico en agua dulce, esencial para mantener y/o incrementar la productividad de los cultivos, fundamental para la regulación del clima y el

desarrollo de los ecosistemas, de tal manera que debe ser un recurso altamente tecnificado en su uso y manejo por las poblaciones urbanas y rurales.

A nivel del ámbito geográfico de la ciudad de Chota, se están presentando en estos últimos años (2021-2022-2023) diversos eventos extremos de precipitaciones, especialmente por un incremento en el tiempo de lluvias, consideramos que delimitar las microcuencas San Mateo y Colpamayo que discurren, geográficamente, por dicha ciudad aportando sus aguas al río Chotano, es de suma importancia para determinar sus parámetros fisiográficos, curvas características y parámetros de la red hidrográfica, este estudio hidrográfico, realizado a través de los programas ArcGIS 10.8 y Excel, nos permitirá monitorear el ambiente de las mismas, así como también nos ayudará a caracterizar a los elementos sobre los cuales se definirá la mejor estrategia y selección del lugar donde deberán instalarse las estaciones meteorológicas e hidrológicas automáticas, conforme a la normatividad del SENAMHI.

2.3.2. *Cuenca Hidrográfica*

Área geográfica en la que las aportaciones hídricas naturales están nutridas de manera exclusiva por precipitaciones, en donde las cantidades excedentes en materias sólidas o agua transportados esta última forman en un punto espacial único una desembocadura. Las cuencas, subcuencas, y microcuencas son muy importantes, sirven como unidad de planificación de recursos hídricos, son áreas naturales en las que los procesos ambientales se relacionan estrechamente con los procesos sociales.

Para el Ingeniero Agrícola Máximo Villón Béjar, a una cuenca hidrográfica se la puede clasificar en base a su tamaño: cuenca grande cuando su superficie es superior a 250 km², en cambio, pequeña si su área es inferior a 250 km².

2.3.2.1. Parámetros de una cuenca

López (1998) y Gaspari et al. (2012) concuerdan en la pertinencia de determinar:

Parámetros fisiográficos de una cuenca

a. Área de una cuenca.

La superficie de una cuenca es el espacio limitado por una curva perimetral (P). Esta línea suele determinarse mediante la interpretación de fotografías aéreas que muestran el terreno o mediante curvas de nivel dibujadas en mapas topográficos (Ibáñez et al., 2011).

Para calcular el área de una cuenca se realiza de manera automática mediante el uso de programas computacionales como ArcGIS 10.8, QGIS, entre otros, o también mediante otros métodos tal y como lo pone de manifiesto el Ing. Máximo Villon Béjar (2002). Según DSMC – DGASI / Lima, 1983 las cuencas se dividen en tres categorías basadas en la dimensión de la cuenca.

Tabla 1

Categorización de la Cuenca en Base a su Superficie

Unidad hidrográfica	Área (km ²)	Nº de orden del río
Microcuenca (pequeña)	10 – 100	1º, 2º ó 3º
Subcuenca (mediana)	100 – 700	4º ó 5º
Cuenca (grande)	700 – 6000	6º a más

Nota: DSMC – DGASI / Lima, 1983.

b. Perímetro de una cuenca.

Para Mariano A. Camino et al. (2018) “El perímetro de una cuenca es la extensión de la línea que circunscribe la cuenca hidrográfica”.

Cuando se habla de perímetro de cuenca, subcuenca o microcuenca nos estamos refiriendo al borde o margen de la forma de éstas proyectadas en un plano horizontal, su forma es muy irregular, y se obtiene después de delimitar la cuenca, subcuenca o microcuenca de manera automática mediante el uso de programas

computacionales como ArcGIS 10.8, QGIS, entre otros, o también mediante otros métodos tal y como lo pone de manifiesto el Ing. Máximo Villon Béjar (2002), el de un mecate (hilo) o también mediante el uso de un curvómetro.

c. Longitud del río principal de una cuenca (L) (km)

De acuerdo con Camino et al. (2018) la longitud del cauce o río principal viene a ser la medida entre el punto más lejano (el mayor orden) hasta el punto de aforo final o desembocadura de la cuenca.

d. Ancho promedio de una cuenca (Ap) (km)

Este parámetro viene a ser la relación existente entre el área de la cuenca y la longitud del cauce principal.

$$A_p = \frac{A}{L}$$

Donde: Ap = Ancho medio de la Microcuenca (km), A = Superficie de la microcuenca (km²), L = Longitud del cauce principal (km).

e. Coeficiente de compacidad (kc) o índice de Gravelius

Según Breña & Jacobo (2006) señalan que “Es un parámetro adimensional que mide la relación entre el perímetro de la cuenca y la circunferencia del círculo”.

$$k_c = 0.282 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Donde: Kc índice de Gravelius, el mismo que viene a ser adimensional. P Perímetro de la cuenca, expresado en m. A Superficie de la cuenca, expresada en m².

Tabla 2

Clasificación del Índice de Compacidad de Gravelius

K	1-1.25	1.25-1.5	1.5-1.75	Mayor a 1.75
Categoría	Casi redonda – oval/redonda	Oval/redonda – oval/oblonga	Oval/oblonga – rectangular/oblonga	Rectangular

Nota: Gaspari et al. (2012).

f. Razón de elongación

Este parámetro viene a ser la correlación entre el diámetro de un círculo de igual superficie que la cuenca y el cauce principal. Para determinar dicha razón se usa la ecuación de Schumm (1956).

$$Re = (1.128\sqrt{A})L$$

g. Factor de forma (Ff)

Este parámetro es adimensional es expresado mediante el cociente entre la superficie y el cuadrado del cauce principal. Es expresado por:

$$Ff = \frac{A}{L^2}$$

Donde: Ff = Factor de Forma. A = Área de la cuenca en km². L = Longitud de la cuenca en km.

Para caracterizar a las microcuencas en estudio se ha utilizado la clasificación propuesta por Pérez 1979, la misma que se muestra en la tabla 3.

Tabla 3

Clasificación del Factor de Forma

Factor de forma	Menor a 0.22	0.22-0.3	0.3-0.37	0.37-0.45	0.45-0.6	0.6-0.8	0.8-1.2	Mayor a 1.2
Forma	Muy alargada	Alargada	Ligeramente alargada	Ni alargada ni ensanchada	Ligeramente ensanchada	Ensanchada	Muy ensanchada	Rodeando el desagüe

Nota: (Pérez, 1979).

h. Curvas características de una cuenca: Curva hipsométrica

Según el Ing. Máximo Villon Béjar (2002) este parámetro se puede calcular de manera automática mediante el uso de programas computacionales como ArcGIS 10.8, QGIS, entre otros, o también mediante la utilización de un mapa con curvas de nivel.

2.3.2.2. Parámetros de relieve de una cuenca

Altura máxima de la cuenca (HM) (m). Es la elevación máxima que se encuentra dentro de dicha cuenca hidrográfica. Se refiere al punto más alto del terreno en el área delimitada por los límites de la cuenca.

Altura mínima (Hm) (m). Es la elevación mínima que se encuentra dentro de la cuenca hidrográfica. Es el punto más bajo del terreno dentro del área de la cuenca.

Altura media (Hmed) (m). Es la media de todas las alturas que se hallan dentro del área de la cuenca hidrográfica.

Desnivel absoluto (d) (m). Es la diferencia de alturas entre la altura máxima y la altura mínima de la cuenca. Representa el rango de elevación en la cuenca hidrográfica.

Pendiente media del cauce principal (i) (%). De acuerdo con Camino et al. (2018) es una medida de la inclinación promedio del cauce principal de un río dentro de una cuenca hidrográfica. Se calcula dividiendo el desnivel absoluto del cauce principal entre la longitud total del cauce.

Pendiente media de la cuenca (Pend) (%). Medida de la inclinación promedio del terreno dentro de la cuenca hidrográfica. Se calcula dividiendo el desnivel absoluto de la cuenca entre la superficie total de la cuenca. De acuerdo con Horton, (1945); Strahler, (1964), citado en Camino et al. (2018), si la cuenca tiene pendiente mayor, también será mayor la celeridad de la precipitación e incrementará el caudal.

Tabla 4 *Clasificación de Pendientes Medias*

Pendiente (%)	0-3	3-7	7-12	12-35	35-50	50-75	Más de 75
Relieve	Plano	Suave	Mediano	Accidentado	Fuerte	Muy fuerte	Escarpado

Nota: Ortiz Vera (2004).

2.3.2.3. Parámetros de la red de drenaje de una cuenca

a. Densidad de drenaje (Dd) (km/km²)

Fuentes (2004) y Delgadillo & Páez (2008) afirman que este es una medida de la cantidad y distribución de los cursos de agua en relación con el área de la cuenca. Representa la cantidad de canales que drenan una unidad de superficie y proporciona información sobre la eficiencia del drenaje de la cuenca.

La red de drenaje de una cuenca se ve condicionada de una u otra forma por la misma topografía de la cuenca, así como también por las precipitaciones, entre otros factores (Fuentes, 2004).

Para Horton (1932, 1945) es una medida de la relación entre la longitud total de los cursos de agua dentro de la cuenca y el área de la cuenca. Proporciona información sobre la cantidad de flujo de agua que puede ser drenado desde la cuenca y ayuda a caracterizar su compacidad y eficiencia en el drenaje.

$$Dd = \frac{Lt}{A}$$

Tabla 5

Clasificación de la Red de Drenaje de las Cuencas

Clase	Rangos (Km/Km ²)	
	Fuentes (2004)	Delgadillo & Páez (2008)
Baja	0.1-1.8	Menor a 1
Moderada	1.8-3.6	1-2
Alta	3.7-5.6	2-3
Muy alta		Mayor a 3

Nota: Fuentes Junco (2004) y Delgadillo & Páez (2008).

b. Numero de Orden de la Cuenca (O) (N°)

Según Strahler, (1964) este parámetro es representado por un número, concerniente a la cuantía de ramificación de la red hídrica (cuenca, subcuenca o microcuenca).

c. Relación de bifurcación (Rb)

De acuerdo con Summerfield (1991) citado en Camino et al. (2018) este parámetro viene a ser la división existente entre la cuantía de cauces de un orden dado (Nr (n)) y la cuantía del orden inmediato superior.

$$Rb = \frac{Nr_{(n)}}{Nr_{(n-1)}}$$

d. Extensión media de esorrentía (EME) (km)

De acuerdo con Camino et al. (2018) la extensión media de esorrentía (EME) (km) se puede definir como la medida media en la que el agua tendría que recorrer sobre el terreno en el caso de que el escurrimiento se diera en línea recta.

e. Coeficiente de torrencialidad (Ct)

Es una medida que indica el grado de respuesta de una cuenca ante una precipitación intensa. Se calcula dividiendo el caudal máximo de esorrentía en un evento de lluvia por la precipitación promedio durante ese mismo período (Romero & López, 1987). Es una medida que permite estimar la facilidad con la cual el agua de lluvia se convierte en esorrentía, lo que puede tener implicaciones para la erosión del suelo y el flujo de agua en un área determinada (Busnelli & Horta, 2014).

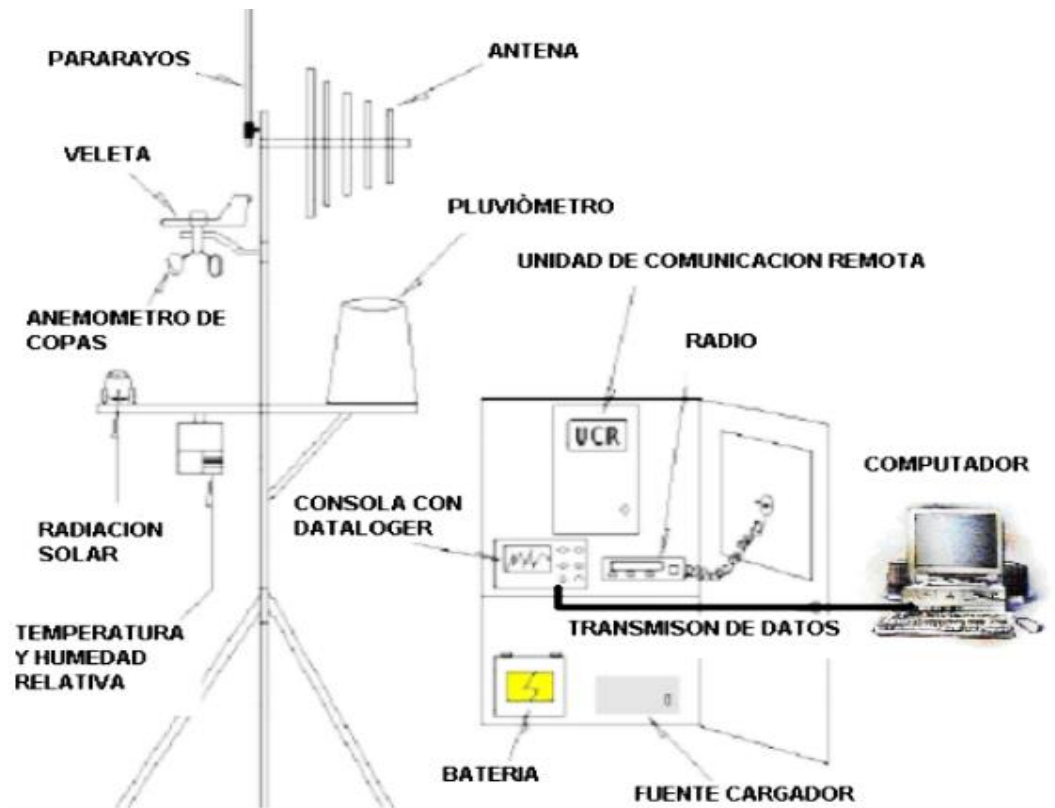
$$Ct = \frac{Nc1}{A}$$

2.3.3. Estación meteorológica

Instalación con equipos para la medición y el registro periódicos de diversos parámetros climáticos, equipados con sensores para medir diversas magnitudes físicas y sistemas de adquisición de datos. Los principales instrumentos de medición son: termómetros, barómetros, manómetros, higrómetros, pirómetros y termómetros (Bravo, 2012)

Figura 1

Esquema General de una Estación Meteorológica



Nota: (Bravo, 2012).

2.3.3.1. Clasificación de estaciones meteorológicas

En función de su modo de funcionamiento, las estaciones meteorológicas se clasifican en estaciones automáticas, en las que las mediciones se adquieren y transmiten automáticamente, y estaciones manuales, en las que los observadores se encargan de observar y transmitir los datos (Antonino, 2019).

Las estaciones meteorológicas se clasifican según su finalidad: (Lezama, 2013)

- Estaciones climatológicas. Estas estaciones meteorológicas se utilizan para recolectar y medir datos obtenidos de instrumentos que registran diversos fenómenos meteorológicos que ocurren en la atmósfera. Las observaciones se realizan cada hora y se transmiten inmediatamente al centro de recogida de datos en forma de mensajes codificados a través de los medios de

comunicación más rápidos. Las estaciones meteorológicas de este tipo se instalan en viviendas, casas de campo y escuelas de ranchos.

- Uso agrícola. El objetivo es obtener datos sobre las condiciones meteorológicas relevantes para el desarrollo y la gestión de los cultivos. Los avances tecnológicos han demostrado que la variabilidad climática afecta a la mayoría de los procesos físicos y biológicos que determinan la calidad y cantidad de los productos agrícolas. El conocimiento oportuno o la predicción adecuada de las condiciones meteorológicas son necesarios para aumentar los rendimientos y minimizar los impactos negativos en los cultivos.
- Estaciones meteorológicas especializadas Se encargan de medir variables marinas. Son más especializadas ya que están equipadas con instrumentos como radares meteorológicos para medir la turbulencia atmosférica y la actividad de las tormentas, perfiladores de viento y sistemas acústicos para medir los patrones verticales de temperatura.
- Aeronáuticas. Las estaciones aeronáuticas están ubicadas en aeropuertos, aeródromos civiles y militares, donde se realizan mediciones meteorológicas a diferentes horas del día y se transmiten inmediatamente a los centros de recopilación de datos.
- Satelitales. Satélite que se usa primordialmente para observar el tiempo y el clima de la Tierra. La configuración básica de un satélite meteorológico consiste en una cámara capaz de monitorizar electrónicamente los sistemas nubosos. Dado que las condiciones meteorológicas pueden cambiar en poco tiempo, la información obtenida se transmite rápidamente a la Tierra. La transmisión de estas imágenes proporciona una resolución suficiente para las operaciones meteorológicas.

2.3.3.2. Componentes usuales de una estación meteorológica

Los instrumentos que componen una estación meteorológica dependen de su finalidad, pero se componen principalmente de los siguientes instrumentos: anemómetros, barómetros, termómetros y pluviómetros. Un anemómetro forma parte de una estación meteorológica y se usa para medir la velocidad del viento. Existen varios tipos de anemómetros: (Lezama, 2013)

Anemómetro giratorio o anemómetro de Robinson.

Anemómetro de tensión. El principio de funcionamiento de este tipo de anemómetro es el siguiente: la superficie situada en el extremo del péndulo se ajusta a la fuerza del viento, y el empuje resultante eleva el péndulo en función de la velocidad del viento. La escala correspondiente inscrita en la superficie paralela al movimiento del péndulo es un indicador, utilizando el propio péndulo como aguja indicadora.

Anemómetro Doppler. Los anemómetros Doppler láser utilizan un rayo láser dividido en dos haces. Las partículas de aire cercanas a la salida del haz se reflejan en el detector y se miden en relación con el haz original. El movimiento de las moléculas de aire produce un desplazamiento que se utiliza para medir la velocidad del viento y calcular el desplazamiento y la velocidad de las partículas de aire en las proximidades del anemómetro.

Anemómetro giratorio. También conocido como anemómetro de cazoleta, se utiliza para medir la velocidad del viento. Consta de cuatro semiesferas que giran independientemente de la dirección del viento. La información sobre el movimiento se transmite a un sensor especial que cuenta el número de revoluciones o a un pequeño generador que proporciona un voltaje proporcional a la velocidad de rotación.

2.3.3.3.Emplazamiento

El emplazamiento de una estación meteorológica tiene por objeto proporcionar mediciones (observaciones) representativas de un determinado tipo de estación meteorológica. Generalmente, las características de un lugar de observación pueden cambiar con el tiempo. Los lugares de observación deben seleccionarse para minimizar estos efectos. Los registros de las características geográficas y de exposición de los puntos de observación deben mantenerse como parte de los metadatos y actualizarse periódicamente (Antonino, 2019).

2.3.3.4.Observaciones meteorológicas

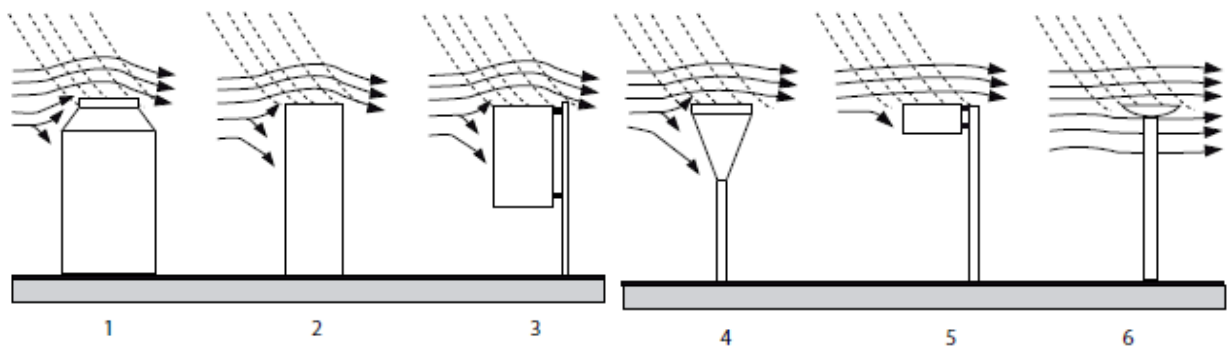
Las observaciones atmosféricas consisten en la medición y determinación de las condiciones atmosféricas en un momento y lugar determinados utilizando instrumentos de medición apropiados. Estas observaciones se llevan a cabo de manera sistemática, uniforme y continua en un momento dado para comprender las características y variaciones de los elementos atmosféricos que constituyen los datos fundamentales en tiempo real y diferido utilizados en las operaciones meteorológicas. Las observaciones deben realizarse siempre lo antes posible a la hora prevista. El observador debe prestar atención a estas dos instrucciones. Si no se cumplen estas dos condiciones, los elementos medidos u observados cambiarán constantemente, dando lugar a datos que no están sincronizados con los datos observados en otros lugares, ya sea porque las observaciones se realizan en momentos diferentes o porque son demasiado largas. De hecho, si estas condiciones no se cumplen, los intereses de las entidades que la utilizan se ven comprometidos (Miranda & Camachllanqui, 2015). Según Antonino (2019), las estaciones meteorológicas pueden recibir los siguientes datos: Precipitaciones, temperatura, presión atmosférica, humedad, viento, evaporación y radiación.

2.3.3.5.Precipitaciones

Este término incluye tanto la precipitación líquida, como la lluvia, como la precipitación sólida, como la nieve y el granizo. La precipitación puede medirse con instrumentos sin función de registro (pluviómetros) o con función de registro (pluviómetros). Pluviómetro : Dispositivo sumador que no refleja el fenómeno. Pluviómetro : $P = f(t)$, refleja la intensidad de las precipitaciones y puede caracterizar el fenómeno pluviométrico (Carrasco, 2018).

Figura 2

Formas Típicas de los Medidores



Nota: (Antonino, 2019).

a. Pluviómetro

Un pluviómetro convencional consiste en un colector situado en la parte superior de un embudo que desemboca en una cisterna en la que se acumula el agua de deshielo o las precipitaciones sólidas durante el periodo de observación (Antonino, 2019)

b. Pluviómetro de gravedad

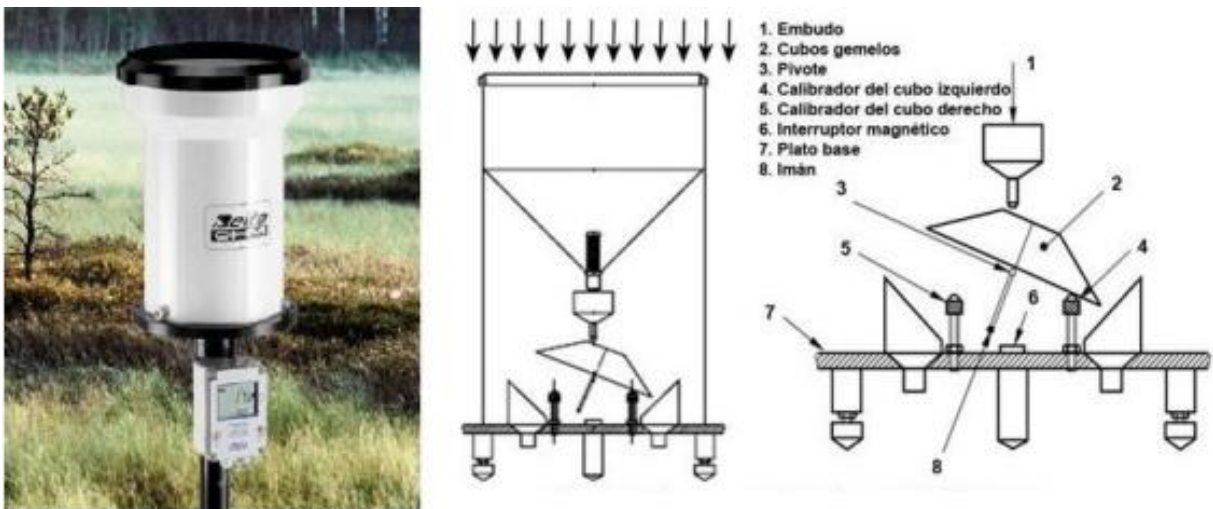
Estos pluviómetros registran continuamente el peso de la cisterna y la cantidad de sedimentos acumulados en ella mediante un dispositivo accionado por resorte o un sistema equilibrado por gravedad. De este modo, se registran todos los sedimentos, tanto líquidos como sólidos.

c. Pluviómetro de cubo basculante

El pluviómetro de cubo basculante (también conocido como cubo oscilante) se utiliza para medir la intensidad y la cantidad total de precipitaciones, pero tiene un gran error no lineal y su precisión no está a la altura, especialmente en situaciones de precipitaciones intensas.

Figura 3

Pluviómetro de cubeta basculante



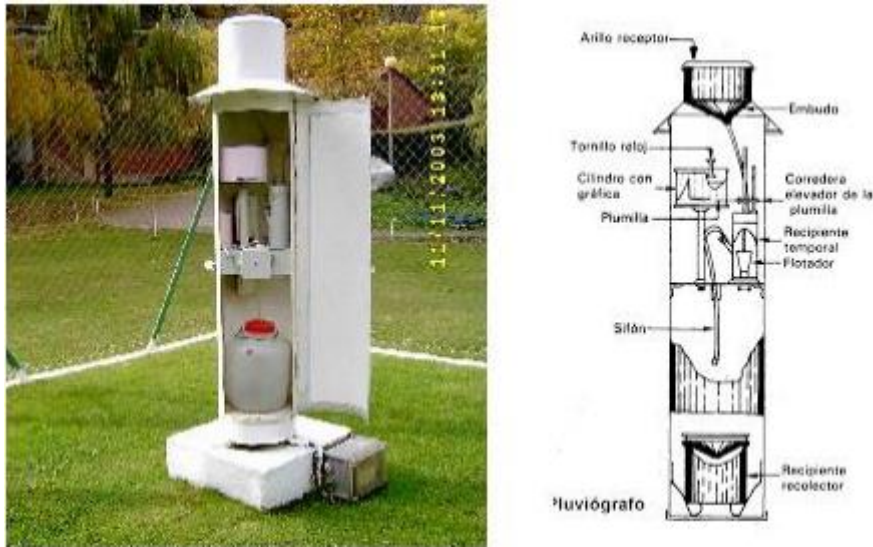
Nota: (Antonino, 2019).

d. Pluviógrafo flotante

En este tipo de instrumento, la precipitación pasa a través de un recipiente, que en realidad es una cámara con un pequeño número de flotadores. A medida que sube el nivel del agua en el recipiente, el movimiento vertical del flotador se transmite a través de un dispositivo adecuado a una pluma o sensor digital que se desliza sobre una cinta. Las dimensiones adecuadas de la boca del colector, el flotador y la cámara permiten el uso de cualquier escala en la cinta registradora.

Figura 4

Pluviógrafo de Flotador



Nota: (Antonino, 2019).

2.3.3.6. Precipitaciones sólidas

Se debe utilizar una regla y una escala para medir directamente la profundidad de las nuevas nevadas en el espacio abierto. Si no se espera deriva por el viento, debe tomarse un número suficiente de mediciones verticales para obtener una media representativa. Hay que tener cuidado de no medir la nieve ya caída. Un método común para medir el equivalente de humedad es el método gravimétrico, tomando muestras con un tubo de medición de nieve (Antonino, 2019).

2.3.3.7. Temperatura

La variable más comúnmente medida es la temperatura del aire (a diferentes altitudes). Otras variables es la temperatura del suelo y la temperatura del mar. La temperatura del aire es “la temperatura medida por un termómetro en aire protegido de la luz solar directa” (Leandro, 2019). Las condiciones meteorológicas básicas para medir la temperatura son:

- El aire
- La superficie de la Tierra

- El suelo a diferentes profundidades.
- La superficie de los océanos y lagos.
- Las capas superiores de la atmósfera

El método de medición más común es el uso de termómetros, que es el método actual de medición de la temperatura ambiente. Otros métodos incluyen el uso de radiómetros que operan en el rango infrarrojo del espectro electromagnético, termómetros mecánicos (termómetros bimetalicos, termómetros de tubo de Bourdon) y termómetros eléctricos (termómetros de resistencia, termómetros semiconductores, termopares). Los termómetros que indican la temperatura ambiente suelen denominarse termómetros generales, mientras que los termómetros que indican temperaturas extremas durante un periodo de tiempo específico se denominan termómetros de máxima o mínima (Leandro, 2019).

Para fines meteorológicos, es necesario medir la temperatura de muchos ambientes. La temperatura más comúnmente medida es la temperatura del aire (a diferentes altitudes). Otras variables incluyen las temperaturas mínimas de la hierba, las temperaturas del suelo, las temperaturas del suelo y las temperaturas del mar.

La necesidad de medir la temperatura en meteorología se refiere principalmente a: a) la atmósfera superficial; b) la superficie de la Tierra. Estas mediciones son necesarias tanto a nivel local como global como datos de entrada para modelos numéricos de predicción meteorológica.

El método de medición más común es el uso de termómetros, que es el método actual de medición de la temperatura ambiente. Otros métodos incluyen radiómetros que operan en el rango infrarrojo del espectro electromagnético, termómetros mecánicos (termómetros bimetalicos, termómetros de tubo de

Bourdon) y termómetros eléctricos (termómetros de resistencia, termómetros semiconductores, termopares). Los termómetros que indican la temperatura ambiente se denominan termómetros ordinarios, y los termómetros que indican temperaturas extremas durante un periodo de tiempo se denominan termómetros de máximas y mínimas.

Termómetro ordinario. Son los termómetros meteorológicos más precisos. Suelen ser cápsulas de vidrio rellenas de mercurio. La escala está espaciada a intervalos de 0.2 K o 0.5 K, que es más amplia que la escala de otros termómetros meteorológicos. Para evitar errores causados por la radiación, los termómetros suelen llevar una funda protectora. El termómetro se monta verticalmente en un soporte con el bulbo en la parte inferior. El bulbo es cilíndrico o esférico.

Termómetro de máxima. Como termómetro de máxima, se recomienda utilizar un termómetro de mercurio en una carcasa de cristal, que tiene un hueco estrecho entre el bulbo y el inicio de la escala. Este estrecho espacio impide que la columna de mercurio caiga a medida que desciende la temperatura. El termómetro de máxima se coloca en un ángulo de unos 2 grados respecto a la horizontal, con el bulbo en el extremo inferior, para que la columna de mercurio entre por el estrecho hueco y no se escape por gravedad.

Termómetro mínimo. El termómetro más pequeño que se utiliza habitualmente es el termómetro de alcohol, cuya aguja de vidrio oscuro mide unos 2 cm. de largo y está sumergida en alcohol. Como el tubo de este termómetro está siempre lleno de aire, debe preverse una cámara protectora en el extremo superior. El termómetro de mínima debe fijarse del mismo modo que el de máxima, de modo que quede casi horizontal.

2.3.3.8.Presión atmosférica

Los barómetros electrónicos, barómetros de mercurio, barómetros o higrómetros se utilizan habitualmente para medir la presión atmosférica con fines meteorológicos. Algunos instrumentos también trazan una curva de la presión atmosférica a lo largo del tiempo.

2.3.3.9.Humedad relativa

La humedad relativa es la relación entre la cantidad de agua realmente contenida en el aire a una temperatura dada y la cantidad de agua contenida en el aire saturado a la misma temperatura. No tiene dimensión y suele expresarse en porcentaje. La presión de vapor real puede ser relativamente constante a lo largo del día, mientras que la humedad relativa fluctúa entre un máximo al amanecer y un mínimo al mediodía. Cuando las temperaturas diurnas varían, la humedad relativa también cambia significativamente (Carrasco, 2018).

Las medidas de humedad superficial son útiles para el análisis y predicción del tiempo. También es muy importante porque está relacionada con los cambios en el estado del agua en la atmósfera.

Cualquier instrumento que mida la humedad del aire se denomina higrómetro. Los métodos de medición incluyen higrómetros gravimétricos, métodos basados en la condensación de humedad, higrómetros colorimétricos, higrómetros de adsorción y métodos para cuantificar la absorción de radiación electromagnética por el vapor de agua. El método más utilizado es el de medición cíclica que se describe a continuación.

2.3.3.10.Viento

La velocidad del viento es un vector tridimensional que presenta fluctuaciones aleatorias a escalas espaciales y temporales más pequeñas, superpuestas al flujo

de aire organizado a escalas más grandes. El grado de variación del viento se denomina "ráfaga" y las distintas fluctuaciones "rachas" o "vendavales". El viento en superficie suele considerarse un vector bidimensional, definido principalmente por dos valores que representan la dirección y la velocidad del viento.

Los anemómetros de cazoleta y de espiral se usan habitualmente para medir la velocidad del viento. Constan de dos partes: un rotor y un generador de señales. En un sistema correctamente diseñado, la velocidad angular del rotor de cazoleta o de hélice es proporcional a la velocidad del viento o, más exactamente, en el caso de un rotor de hélice, a la componente de la velocidad del viento paralela al eje de rotación. Además, tienen una calibración lineal, un buen valor cero y una gran estabilidad independientemente de la densidad del aire.

La dirección y la velocidad del viento son vectores tridimensionales, sujetos a fluctuaciones aleatorias en escalas espaciales y temporales menores, y superpuestos a flujos organizados en escalas mayores. El grado de fluctuación del viento se denomina "ráfaga" y la diferencia de fluctuaciones "racha" o "vendaval". En general, se acepta que el viento de superficie es principalmente un vector bidimensional, definido por dos valores que representan la dirección y la velocidad del viento. Esta data se requiere para la vigilancia y predicción meteorológica, los estudios climáticos relacionados con el viento, la probabilidad de peligro por viento, la estimación de la energía eólica y la estimación del flujo superficial (Leandro, 2019).

2.3.3.11. Radiación UV

Los diferentes flujos de radiación recibidos y emitidos en la superficie terrestre se encuentran entre las variables más importantes para la gestión térmica de todo el planeta terrestre. La radiación UV son los diferentes flujos radiativos recibidos y

emitidos por la superficie terrestre se encuentran entre las variables vitales en la economía térmica de todo el planeta (Leandro, 2019).

2.3.3.12. Evaporación

La estimación de la evapotranspiración de las masas de agua libres y de las superficies del suelo, así como de las superficies cubiertas de vegetación, desempeña un papel muy importante en la modelización hidrológica, en la investigación hidrometeorológica y agrícola, y en el diseño y explotación de embalses, redes de riego y drenaje.

2.3.4. Estación hidrométrica

Las estaciones hidrológicas se encargan de medir la cantidad de agua disponible, su distribución geográfica y su variabilidad en el tiempo. Las estaciones hidrológicas son importantes porque proporcionan información sobre la extensión y la frecuencia de las inundaciones. La ubicación de estas estaciones hidrológicas viene determinada por el clima y la topografía. Suele denominarse elevación hidrológica y está directamente relacionada con la sección transversal del río y el caudal medio (Zárate, 2020).

Las estaciones hidrográficas son sistemas inteligentes que captan las características del caudal de un canal o río, como la conductividad, la temperatura, el pH, la turbidez y la velocidad del caudal en un momento determinado. Se instalan en la parte más recta del curso de agua para evitar la distorsión de la información. Los datos se procesan, visualizan y almacenan para poder analizar el estado actual del flujo de agua (Jima y Sanmartín, 2019).

4.1.1.1. Clasificación de estaciones hidrométrica

La clasificación de las estaciones hidrológicas se basa en la instrumentación y metodología de implementación de cada estación. Esta clasificación se basa en el

tipo de instrumentación con la que está equipada la estación hidrológica. Si una estación hidrológica está equipada con instrumentos de medición de corriente, se denomina estación de medición de corriente. Si la estación hidrológica está equipada con un anemómetro y un caudalímetro, se denomina estación hidrológica anemométrica. Por lo tanto, se utiliza la terminología siguiente (Vera, 2022).

- **Estación de aforo simple o de aforo límite.** Es una estación hidrológica equipada con un solo tipo de instrumento de medida, es decir, un aforador límite (escala o mirilla), para registrar los niveles de agua de los ríos en relación con una referencia fija. Estas estaciones miden el nivel del agua cuatro veces al día durante la estación seca y cinco veces al día durante la estación alta.
- **Estación de aforo limnigráfica.** Se trata de un observatorio fijo con caudalímetro y escala, que debe registrar continuamente las fluctuaciones del nivel del agua en la estación de referencia y corresponder al nivel indicado por el caudalímetro. Este tipo de estación se instala en ríos que requieren un seguimiento continuo, debido a fluctuaciones muy rápidas del caudal.

4.1.1.2. Escala hidrométrica

Se utiliza cuando las fluctuaciones del nivel del agua no requieren lecturas frecuentes. Es muy económica y fiable y se utiliza para calibrar los instrumentos de registro. Consiste en una regla graduada de aluminio o acero esmaltado fijada verticalmente a una estructura estable como un poste o pared (Antonino, 2019).

Escala máxima. Es un indicador del estado de máxima elevación del nivel del agua en zonas inaccesibles o de difícil acceso. El indicador se utiliza en zonas de inundaciones fluviales y zonas costeras. Los tubos de plástico y fibra de vidrio de

1 metro de longitud están montados en tubos de plexiglás separados por centímetros. La escala se cubre con tiras autoadhesivas de colores. El agua que entra en el cilindro erosiona las tiras de colores en toda la altura. La diferencia de color permite leer el nivel máximo de agua alcanzado.

Escala mínima. La escala está fijada sobre un soporte. Está centrada en un flotador anular con tres bandas que permiten bajar el flotador cuando baja el nivel del agua y fijarlo cuando sube. La profundidad del agua la determina el observador utilizando una línea graduada o una sonda, que permite soltar las bandas para que el flotador llegue a la superficie. El nivel mínimo de agua alcanzado en la superficie es igual a la lectura de la escala en el momento de la medición menos la profundidad a la que se bloquea el flotador.

4.1.1.3. Componentes de una estación hidrométrica

Esto requiere el uso de normas para asegurar y demostrar los procedimientos seguidos para medir y estimar el caudal de agua. Vertederos, canales, toberas y orificios de los caudalímetros (Flores, 2018).

Linfómetro de presión. Los linfómetros de presión tienen la misma precisión que las boyas, pero tienen la ventaja de que no necesitan una cámara fija y pueden montarse a distancias considerables del lecho del río. Esta es la historia del linfógrafo de burbuja. Este instrumento registra la presión en un punto fijo del lecho del río. Como esta presión depende de la altura del nivel del agua por encima de ese punto, se pueden medir los cambios en el nivel del agua. El principio de funcionamiento del instrumento es el siguiente. Se inyecta una pequeña cantidad de aire o gas en un tubo conectado a una toma de presión, de modo que la presión P en el tubo se equilibre con el peso H en la columna de agua en cada instante (Antonino, 2019).

Boyas y flotadores. Las fluctuaciones del nivel del agua se controlan mediante boyas que utilizan cables y contrapesos para accionar un contador giratorio. Las boyas deben estar situadas en una zona fija, por lo que se instalan en una tubería que actúa como cámara fija. El registrador de flotadores mide instantáneamente la distancia vertical entre un punto de referencia y la superficie del agua de un río, lago o laguna con una precisión aproximada de 1 cm. El dispositivo consiste en un flotador que flota en la superficie del agua y que se monta en una perforación vertical lo suficientemente larga como para cubrir el alcance del nivel freático de la zona. Se perfora un agujero en su base para permitir que el agua fluya dentro y fuera del agujero y para limitar los efectos de la turbulencia (Antonino, 2019).

Sensores ultrasónicos. Los pulsos ultrasónicos se emiten sobre una superficie reflectante y sus ecos son recibidos por un receptor. El retraso en la recepción del eco depende de la extensión del agua esponjosa. El transductor funciona a una frecuencia de unos 20 kHz. Estas ondas atraviesan un medio gaseoso o de vapor de agua y se atenúan o reflejan en la superficie del líquido. La precisión de estos instrumentos es de $\pm 1-3\%$. Son sensibles a la densidad del líquido y tienen el inconveniente de que si la superficie del líquido no es clara (por ejemplo, líquidos efervescentes), pueden generarse señales falsas debido a ecos ultrasónicos erróneos. Utilizando un ordenador, el perfil ultrasónico de la superficie del líquido puede almacenarse mediante un programa, lo que puede mejorar la precisión de las mediciones, ya que pueden tenerse en cuenta propiedades especiales de la superficie del líquido, como la formación de espuma (Antonino, 2019).

Sensores de radar. El principio del radar se basa en dos fenómenos físicos simples: los ecos y el efecto Doppler. En primer lugar, cuando una onda electromagnética que viaja por el aire (por ejemplo, el sonido) encuentra un

obstáculo, parte de la energía es absorbida y la otra parte se refleja de vuelta al transmisor. El radar utiliza el retardo y las características de esta señal reflejada para determinar la posición, la velocidad e incluso las características morfológicas del obstáculo. El efecto Doppler es el cambio de frecuencia de un objeto en movimiento cuando transmite o recibe una onda eléctrica. Cuando el emisor de una onda electromagnética está cerca del receptor, la frecuencia de la onda recibida es superior a la frecuencia de la onda transmitida. En cambio, si la fuente de la onda está lejos del receptor, la frecuencia de la onda recibida disminuye proporcionalmente. Delante del emisor, los frentes de onda se acercan y la frecuencia aumenta. Detrás del transmisor, se produce el efecto contrario: las superficies del frente de onda se alejan entre sí y la frecuencia disminuye (Antonino, 2019).

Caudalímetro volumétrico. El instrumento consiste en una regla graduada en centímetros, que se desliza sobre una guía de indexación y se fija a un soporte. En el extremo de la regla hay un vaso extraíble con un cojinete en la parte inferior. La copa está diseñada de forma que su parte inferior coincida con el punto cero de la regla o con un múltiplo entero de un centímetro. El instrumento se completa con un cilindro interior de diámetro inferior al de la cazoleta (Antonino, 2019).

2.3.5. Red de Estaciones Meteorológicas e hidrológicas en la Provincia de Chota

La Organización Meteorológica Mundial (2001) recomienda dotar a los espacios naturales de estaciones de referencia que proporcionen “series continuas de observaciones de variables meteorológicas, hidrológicas, agrometeorológicas y climáticas”. En la provincia de Chota, las estaciones de referencia que proporcionan datos meteorológicos e hidrológicos son esenciales para la predicción meteorológica e hidrológica y, a largo plazo, son muy útiles para

caracterizar el clima, detectar el cambio climático y servir de base para el desarrollo de programas de cambio climático.

El Servicio Meteorológico e Hidrológico Nacional (SMN), organismo nacional responsable de la vigilancia meteorológica, hidrológica, agrometeorológica y atmosférica, se encarga de que los datos de estas estaciones sean de libre acceso para el público. El Servicio Meteorológico Nacional publica los datos meteorológicos, agrometeorológicos e hidrometeorológicos operativos, públicos y privados, al menos una vez cada cinco años. El Servicio Meteorológico actualiza el catastro de la red nacional de estaciones de observación meteorológica, hidrometeorológica y agrometeorológica. La Dirección de Meteorología vela por que los proyectos de inversión pública que impliquen la adquisición de observatorios y/o redes de observatorios meteorológicos, hidrometeorológicos y agrometeorológicos cumplan las condiciones requeridas para su inclusión en la red nacional de observatorios meteorológicos, hidrometeorológicos y agrometeorológicos. Las diferentes administraciones de los tres niveles de gobierno deben ser informadas de que, además de su sostenibilidad, deben seguir cumpliendo las directrices establecidas como criterios de selección.

Según el Senamhi, el Perú cuenta con una red nacional de observatorios meteorológicos, hidrológicos y agrometeorológicos, con un total de 957 estaciones.

Lima, 10 de septiembre de 2013, Resolución Administrativa de la Presidencia del SENAMHI N° 0174 SENAMHI-PREJ-OGOT/2013. Con fecha 8 de agosto de 2013, se expide la Resolución Administrativa N° 241 SENAMHI-. OGOT-DGM/2013 (Recomendación al Administrador del SENAMHI para que apruebe

el Protocolo de Establecimiento y Operación de Estaciones Meteorológicas e Hidrológicas).

2.3.6. Georreferenciación de la estación

La georreferenciación de una estación meteorológica es el proceso de asociar las coordenadas geográficas exactas a la ubicación física de la estación. Esto implica determinar su latitud, longitud y, posiblemente, su altitud. Conceptualmente, la georreferenciación de una estación meteorológica implica identificar y establecer la posición geográfica precisa de la estación en relación con algún sistema de coordenadas geográficas, como el sistema de coordenadas geográficas WGS84. Esto se logra utilizando tecnología de posicionamiento global (GPS) o mediante referencias topográficas y cartográficas. La georreferenciación es fundamental para la correcta interpretación y análisis de los datos meteorológicos recopilados por la estación. Al conocer la ubicación precisa de la estación, es posible correlacionar los datos meteorológicos con otras variables geográficas, como la topografía, la vegetación o la proximidad al agua, lo que puede tener implicaciones significativas en la interpretación y aplicación de los datos.

Captura de coordenadas:

puede utilizarse para aplicar patrones de colores a las nubes de puntos con el fin de resaltar la deformación de la superficie. Por ejemplo, puede utilizarse para la deformación estructural y los corrimientos de tierras (Quintanilla y Hernández, 2022).

Se caracteriza por la identificación de objetos mediante medidas esféricas de latitud y longitud geográficas. Es decir, se mide el ángulo desde el centro de la Tierra hasta un punto de la superficie terrestre, y este marco de referencia suele expresarse en hexadecimal (Suaréz et al, 2017).

Consideraciones sobre el terreno:

La disponibilidad de estos registros georreferenciados, además de contribuir a los análisis espaciales de la biodiversidad, incrementará el valor de las colecciones en términos de calidad de los datos, con los siguientes resultados: (Veloz, 2016).

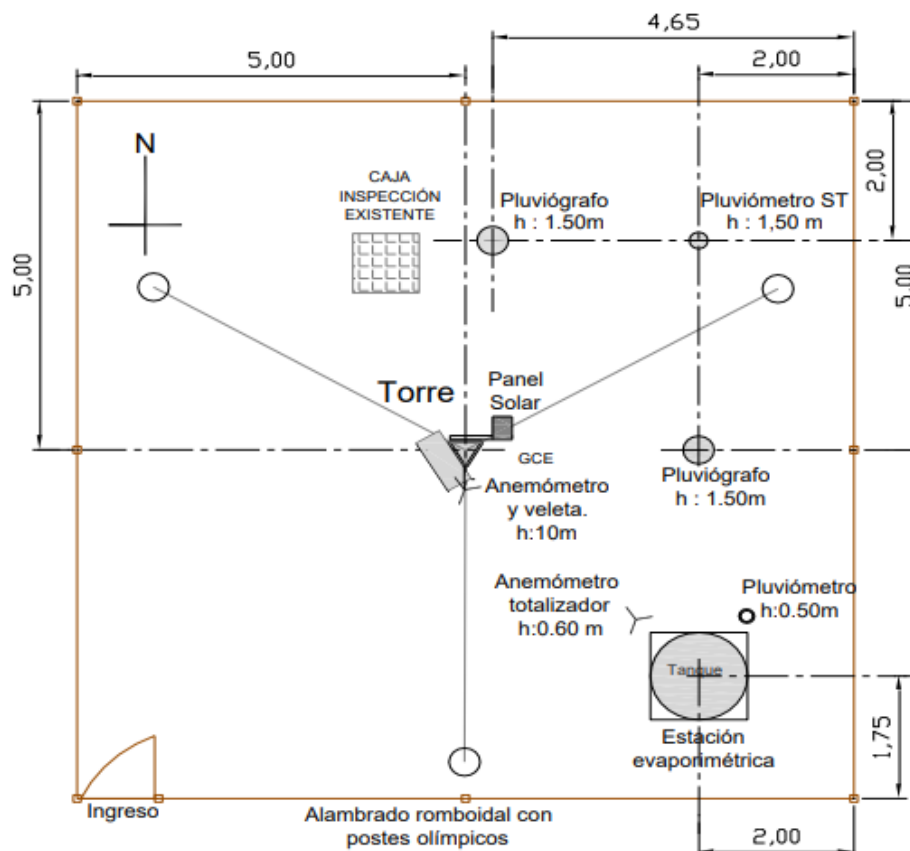
- Dar valor geográfico a registros biológicos que antes sólo se describían en términos de origen.
- Posicionamiento de la colección como fuente fiable de información para análisis espaciales dentro del país.
- Registrar la incertidumbre de los datos para que los usuarios puedan identificarlos según sus intereses. Ayudar a recopilar datos relevantes para el tema de investigación cuando se realicen investigaciones en lugares con presencia humana.

2.3.7. Estaciones meteorológicas automáticas (EMA)

Un EMA es “una estación meteorológica que realiza observaciones y transmisiones de forma automática”. Puede consistir en un sistema automático integrado de observación meteorológica (y un sistema de adquisición de datos) o en una serie de instrumentos de medición independientes conectados a un equipo de adquisición y transmisión de datos.

Figura 5

Croquis de una Estación Meteorológica Automática Tipo



Nota: (Antonino, 2019).

4.1.1.4.Sensores

Las principales cuestiones que deben considerar cuidadosamente quienes desarrollan o especifican una Estación Meteorológica Automatizada (EMA) son la temperatura, el sesgo a largo plazo, la vibración, el equipo y los efectos adversos de la exposición (Antonino, 2019). Un sensor es un dispositivo que detecta o mide una propiedad o fenómeno físico, químico o biológico, como energía, velocidad, aceleración, tamaño o cantidad. Un sensor es un dispositivo que facilita la medición convirtiendo una cantidad medible en otra cantidad medible. Los sensores pueden ser indicadores directos, como los termómetros de mercurio, o pueden estar conectados a indicadores a través de convertidores analógico-

digitales, ordenadores o pantallas, y las mediciones pueden ser leídas por una persona o almacenadas digitalmente (Miranda y Camacllanqui, 2015).

Pluviómetros. Dispositivos más comunes utilizados para medir las precipitaciones en los EMA son los pluviómetros flip-flop o de artesa oscilante. Se debe tener más cuidado al usar pluviómetros en EMAs que se dejan sin personal durante largos períodos de tiempo, ya que pueden contaminarse rápidamente con desechos como hojas muertas, arena y excrementos de aves.

Sensores de temperatura. Este sistema utiliza un sensor de temperatura. El sensor de temperatura consta de un RTD como elemento de medición y un sensor de corriente que lo convierte en una señal industrial (Buenaño, 2009). (Buenaño, 2009).

Sensor de velocidad del viento. Definido como un fenómeno meteorológico que consiste en el movimiento del aire en la atmósfera causado por fenómenos naturales. El movimiento del aire es causado por los efectos de la energía solar sobre la superficie terrestre y las diferencias de presión entre las capas atmosféricas causadas por las variaciones de temperatura de la Tierra (Miranda & Camacllanqui, 2015).

Sensores de humedad del aire. Conocidos como higrómetros, funcionan según el principio de capacitancia, registrando cambios en la constante dieléctrica del material polimérico (Amás, 2016). El sensor de humedad montado en el mástil del centro de control y cubierto con un filtro de polietileno.

Sensor de radiación UV. El dispositivo para medir la radiación solar se denomina pirómetro y es un sensor que funciona según el principio del termopar. Las especificaciones generales son las siguientes: 0 a 1400 W/m² de medición, temperaturas de -40 a +80 °C, y salida analógica de 4-20 mA (Amás, 2016).

4.1.1.5. Telemetría

La telemetría es un método de recogida de datos de un objeto distante para observar un fenómeno de interés. Los dispositivos de entrada utilizados en los sistemas de telemetría incluyen sensores, medios de transmisión de datos en forma de cables u ondas de radio, procesamiento de señales y dispositivos de grabación o visualización de datos. La función principal de los sensores es convertir magnitudes físicas como la temperatura, la presión, la vibración y la tensión en señales eléctricas. La tendencia actual es adoptar tecnologías de este tipo que no requieran la intervención de un observador, lo que permite obtener información sobre magnitudes físicas en zonas de difícil acceso o remotas (Antonino, 2019).

2.3.8. Transmisión de datos

La transmisión de datos en una estación meteorológica automatizada se refiere al proceso mediante el cual los datos recopilados por los sensores meteorológicos en la estación se transmiten de forma automática a un centro de monitoreo o una plataforma en línea para su procesamiento y análisis. En una estación meteorológica automatizada, los sensores recopilan información sobre variables como temperatura, humedad, presión atmosférica, velocidad y dirección del viento, precipitación, entre otros. Estos datos son convertidos en señales eléctricas y enviados a un dispositivo de adquisición de datos, que los procesa y los envía a través de una conexión de comunicaciones, como una red celular, una red de radio o una conexión por cable, al centro de monitoreo. La transmisión de datos puede ser en tiempo real, lo que significa que los datos se envían instantáneamente a medida que se recopilan, o puede haber un intervalo de tiempo establecido para enviar los datos de forma periódica. Una vez que los datos llegan al centro de monitoreo, pueden ser almacenados, visualizados y analizados para obtener

información sobre el clima actual y los patrones meteorológicos a largo plazo. Esto permite a los meteorólogos y a otros profesionales utilizar estos datos para realizar pronósticos del tiempo, estudiar el clima y tomar decisiones informadas relacionadas con la seguridad y la planificación.

Sistema de comunicación de estaciones

distribuir datos de medida a un operador del sistema u observador remoto, y gestionarlos adecuadamente (recepción, almacenamiento y visualización). Actualmente, dichos sistemas de comunicación pueden implementarse a través de comunicaciones vía satélite (públicas o privadas), comunicaciones celulares (GSM, GPRS, 3G, LTE, 4G y otras relacionadas), líneas de radio (VHF, UHF), líneas alquiladas (ADSL, fibra óptica, redes industriales) u otros medios (Yerrén y Arboleda, 2017).

Se debe considerar si la implementación o despliegue y configuración de equipos de telecomunicaciones para telemetría en sitio propio cumple con los requisitos del MTC, que es el ente regulador de las telecomunicaciones responsable de la gestión del espectro radioeléctrico (Yerrén y Arboleda, 2017).

Tiempo de transmisión.

Es ampliamente considerado en la literatura científica y puede estar relacionado con diferentes situaciones, como la gestión del tamaño del paquete de transmisión, la duración de las super tramas y el número de sensores asociados al coordinador (Yerrén y Arboleda, 2017).

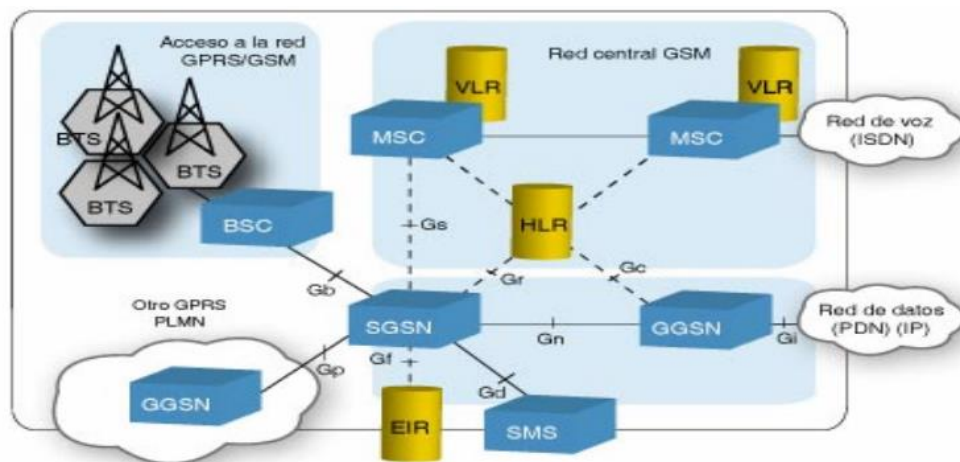
2.3.9. Tecnología GSM

Según Morales, C., 2006 citado en Rivero, D. (2011, p. 2), la red GSM (Global System for Mobile Communications) es un canal digital creado exclusivamente para la comunicación que desaparece una vez finalizada la misma. Se define como

un servicio prestado por un operador de telecomunicaciones que incluye todas las instalaciones de transmisión y conmutación necesarias y permite que dos terminales móviles se conecten libremente en un canal digital creado específicamente para la comunicación, que desaparece una vez finalizada ésta.

Los principales componentes de una red GSM son la estación base, el centro de programación de la estación base (BSC) y la estación móvil (MS). A partir de la estructura básica de un sistema GSM, pueden identificarse los principales módulos que lo componen. Una célula consiste en un área radioeléctrica cubierta por una estación base (BTS), también conocida como estación transceptora base (BTS). Un grupo de múltiples BTS está controlado por un controlador de estación base (BSC), un grupo de BTS y BSC denominado subsistema de estación base (BSS). Todo el tráfico de los teléfonos móviles de cada célula se encamina al "cerebro" de la red o Centro de Conmutación de Móviles (MSC), que interactúa con otras redes móviles y fijas para conmutar llamadas y mantener la posición del teléfono móvil en la red. El MSC sólo gestiona las llamadas de voz (Guerrero & Avila, 2007, p. 20).

Figura 6 *Arquitectura de Red GSM*



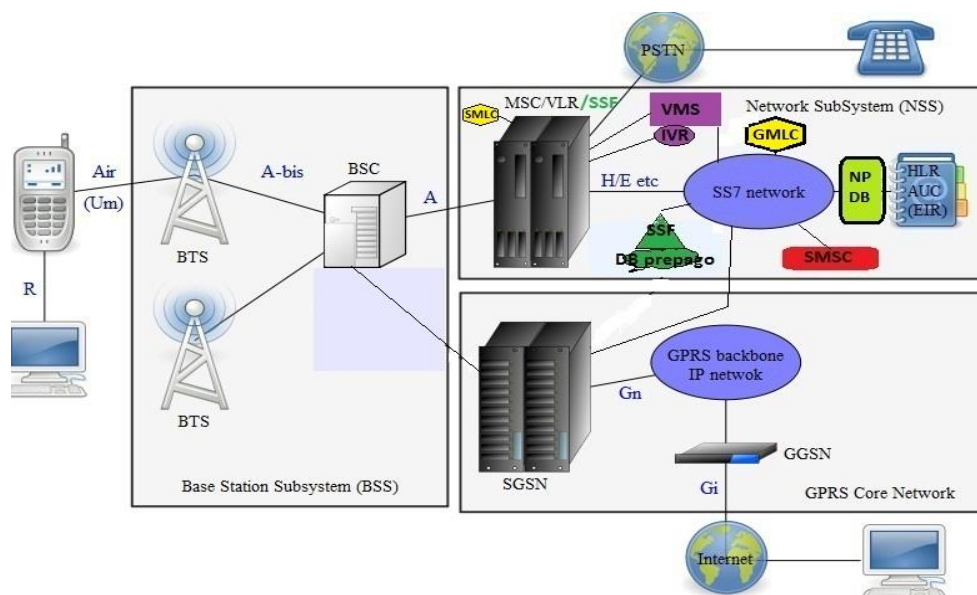
Nota. (Guerrero, 2007)

2.3.10. Tecnología GPRS

GPRS es una red de datos que utiliza la infraestructura de red GSM existente para la transmisión de paquetes de datos. Para ello, se han introducido nuevos elementos en la red GSM, siendo los más importantes el SGSN (Service GPRS Support Node) y el GGSN (Gateway GPRS Support Node) (Estrada et al, 2021, p. 16). Las redes GPRS se pueden utilizar para mensajería instantánea, Servicio de Mensajes Cortos (SMS), Servicio de Mensajes Multimedia (MMS), correo electrónico, Protocolo de Aplicaciones Inalámbricas (WAP) y World Wide Web (WWW) (Merino, 2020, p. 7).

- La tecnología GPRS opera en el rango de frecuencias de 824-894 MHz/1900 MHz.
- La velocidad de transmisión de datos es de 56-114 kbps.
- Las conexiones GPRS se establecen a través de un nombre de punto de acceso (APN).

Figura 7 Arquitectura de una red GPRS



Nota. *Arquitectura de la Red GPRS. Nota: Recopilado de Google Chrome.

<https://movilfacil.files.wordpress.com/2011/03/gprs1.jpg>

2.4. Hipótesis

2.4.1. *Hipótesis General*

La instalación y funcionamiento de estaciones meteorológicas e hidrológicas automáticas con tecnología GSM/GPRS, permitirán registrar parámetros meteorológicos e hidrométricos que año tras año se pierden a nivel de las microcuencas Colpamayo y San Mateo, teniendo en cuenta la norma del SENAMHI.

2.4.2. *Hipótesis Específicas*

La ubicación geográfica donde se tendrían que instalar las estaciones meteorológicas e hidrológicas automáticas equipados con tecnología GSM/GPRS en el ámbito de las microcuencas Colpamayo y/o San Mateo, cumplirán la normativa del Senamhi y permitirán el monitoreo ambiental de las condiciones climáticas.

Al seguir la norma UNE-EN ISO 4375 se logra diseñar las estaciones Meteorológicas e hidrológicas automáticas equipados con tecnología GSM/GPRS para las microcuencas Colpamayo y/o San Mateo.

El análisis del comportamiento climatológico, hidrológico e hidráulico (temperatura, precipitación, humedad relativa y caudales aportantes) en las microcuencas Colpamayo y San Mateo garantiza el monitoreo ambiental.

2.5. Operacionalización de variables

2.5.1. *Variable independiente: Estaciones Meteorológicas e hidrológicas automáticas con tecnología GSM/GPRS*

Las estaciones meteorológicas e hidrológicas automáticas con tecnología GSM/GPRS son dispositivos electrónicos equipados con sensores y sistemas de comunicación que permiten recopilar y transmitir información relacionada con las

condiciones meteorológicas y los niveles de agua en tiempo real. Estas estaciones operan de forma autónoma y utilizan la tecnología GSM/GPRS para establecer conexiones de datos y comunicarse con una central de recopilación de información. Además, estas estaciones están conectadas a redes de comunicación móvil mediante tecnología GSM/GPRS, lo que les permite enviar los datos recolectados de forma inalámbrica a una base de datos centralizada. Estos datos pueden ser visualizados y analizados en tiempo real, lo que facilita la toma de decisiones y la generación de alertas en caso de condiciones climáticas o hidrológicas extremas.

2.5.2. *Variable dependiente: Monitoreo ambiental de las microcuencas Colpamayo y San Mateo*

El monitoreo ambiental de las microcuencas es un proceso sistemático de recolección y análisis de datos que tiene como objetivo estudiar y evaluar los distintos componentes y procesos del ambiente en un área geográfica limitada, específicamente en las microcuencas. Este monitoreo abarca la medición y seguimiento de variables ambientales, como calidad del agua, calidad del aire, biodiversidad, uso del suelo, entre otros, con el fin de comprender y gestionar de manera sostenible los recursos naturales de dichas microcuencas.

El monitoreo debe incluir la recolección sistemática y periódica de datos relacionados con aspectos importantes del ambiente en microcuencas específicas, como calidad del agua, calidad del aire, biodiversidad, uso del suelo, el clima (la temperatura, la humedad, la velocidad y dirección del viento, la radiación solar, entre otras) y el agua (caudales máximos, mínimos y medios en ríos y cuerpos de agua). Estos datos son esenciales para la toma de decisiones en el ámbito de la gestión del agua y la planificación del uso de los recursos naturales.

Tabla 6

Operacionalización de Variables: Variable Dependiente e Independiente.

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítem
Variable Independiente: Estaciones Meteorológicas e Hidrológicas Automáticas con Tecnología GSM/GPRS.	Una estación meteorológica automática es un equipo de adquisición de datos en el que los instrumentos efectúan, almacenan y transmiten las observaciones de forma automática, sin necesidad de la presencia de personal (Flores,2009)	Las estaciones meteorológicas e hidrológicas son espacios que permiten controlar variables climatológicas en las microcuencas Colpamayo y San Mateo	Parámetros geomorfológicos de las microcuencas	Área	Km2
				Pendiente	Km
				Longitud de curso principal	Km
			Emplazamiento	Altitud media	msnm
				Tiempo de concentración	min
			Diseño de estaciones meteorológicas automáticos	Ubicación	m
				Características	
				Condiciones	
			Diseño de estaciones hidrométricas	Sensores	
				Telemetría	
				Escala hidrométrica	
				Sensor de presión	
				Boya y flotador	
			Monitoreo ambiental con la estación meteorológica	Sensor ultrasónico	
				Sensor de radar	
Limnómetro volumétrico					
Variable Dependiente: Monitoreo Ambiental de las Microcuencas Colpamayo y San Mateo.	De acuerdo con Sors, 1987, citado en López et al (2012, p. 2): define que el monitoreo ambiental “es un sistema continuo de observación de medidas y evaluaciones para propósitos definidos; una herramienta importante en el proceso de evaluación de impactos ambientales y en cualquier programa de seguimiento y control”.	El control meteorológico e hidrológico permitirá mejorar el monitoreo ambiental de las microcuencas Colpamayo y San Mateo.	Monitoreo ambiental con la estación meteorológica	Temperatura máxima	°
				Temperatura mínima	°
				Temperatura ambiental	°
			Monitoreo ambiental con la estación hidrológica	Precipitación pluvial	mm/hr
				Humedad relativa	%
				Caudal de aporte	m3/s
			Monitoreo ambiental con la estación hidrológica	Altura del nivel de agua	m
				Velocidad del flujo	m/s

CAPÍTULO III.

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y nivel de investigación

El enfoque de la investigación es cuantitativo se han obtenido datos cuantificables como los parámetros de las microcuencas donde se ubicarán las estaciones, y para el diseño de las estaciones meteorológicas e hidrométricas en las microcuencas Colpamayo y San Mateo. De tipo aplicada, se ha identificado el lugar y/o lugares que resulten estratégicos para la puesta en funcionamiento de estas estaciones meteorológicas bajo los parámetros que nos brinda el SENAMHI y la Organización Meteorológica Mundial, además, se realizaron todos los estudios para proponer el sistema automático de dos (2) estaciones hidrometeorológicas para el aforo en los puntos de salida de las quebradas Colpamayo y San Mateo que forman parte de la geografía chotana. El nivel de investigación es explicativo, se han explicado los resultados alcanzados que tienen que ver con el diseño de las estaciones meteorológicas e hidrométricas en las microcuencas Colpamayo y San Mateo.

Tabla 7 *Tipo de Investigación de acuerdo con Criterios del Reglamento de la Universidad Nacional Autónoma de Chota.*

Criterio	Tipo de Investigación
Finalidad	Aplicada
Enfoque metodológico	Cuantitativa
Objetivos	Explicativa
Fuente de Datos	Mixta (primaria, secundaria)
Temporalidad	Transversal (sincrónica)
Contexto	Campo, laboratorio
Intervención Disciplinaria	Multidisciplinaria

Nota: Clasificación de la investigación según los principales criterios del reglamento UNACH.

3.2. Diseño de investigación

El diseño de investigación fue descriptivo no experimental de corte transversal, no se han alterado las condiciones de estudio, sino que se han evaluado tal como se presentan en la realidad para poder implementar las estaciones meteorológicas e hidrométricas en las microcuencas Colpamayo y San Mateo, en un tiempo específico.

$$M \leftarrow O$$

Donde: M es la muestra, dada por las microcuencas Colpamayo y San Mateo, donde por medio de la observación, y procesos de emplazamiento, se ha definido la ubicación y diseño de las estaciones meteorológicas e hidrométricas.

3.3. Métodos de investigación

Dado que se busca comprobar la hipótesis previamente establecida, así como los objetivos trazados, el presente trabajo será elaborado bajo el planteamiento metodológico del enfoque cuantitativo.

Enfoque cuantitativo:

Los métodos cuantitativos utilizan la recopilación y el análisis de datos para responder a preguntas de investigación y comprobar hipótesis previamente establecidas, y se basan en mediciones numéricas, recuentos y, a menudo, datos estadísticos para determinar con precisión las pautas de comportamiento de una población (Sampieri et al., 2014, p. 6).

Métodos aplicados:

Existen varios métodos de investigación cuantitativa que se pueden aplicar en el monitoreo ambiental de microcuencas utilizando estaciones meteorológicas e hidrológicas automáticas con tecnología GSM/GPR. Algunos de los métodos aplicados fueron:

Recolección de datos: La principal herramienta de investigación en este caso son las estaciones meteorológicas e hidrológicas automáticas, las cuales están equipadas con sensores que registran datos como precipitación, temperatura, humedad, velocidad y dirección del viento, nivel del agua, entre otros. Estos datos se recolectan de manera continua y se almacenan en una base de datos para su posterior análisis.

Análisis de datos: Una vez que se han recolectado los datos, se procede a su análisis utilizando técnicas estadísticas y modelos matemáticos. Estos análisis permiten identificar patrones y tendencias en las variables ambientales medidas, así como realizar estimaciones y predicciones sobre su comportamiento futuro.

Georreferenciación: Para obtener información más detallada y precisa sobre la distribución espacial de las variables ambientales, se pueden utilizar técnicas de georreferenciación. Esto implica la utilización de sistemas de posicionamiento global (GPS) para obtener coordenadas geográficas de los puntos de medición, lo que permite visualizar y analizar los datos en mapas.

Modelización: En algunos casos, se pueden utilizar modelos matemáticos para simular el comportamiento de la microcuenca y predecir el efecto de ciertos escenarios o eventos, como, por ejemplo, el impacto de una sequía o de una tormenta en el nivel del agua. Los modelos permiten obtener información útil para la toma de decisiones en la gestión ambiental.

3.4. Población, muestra y muestreo

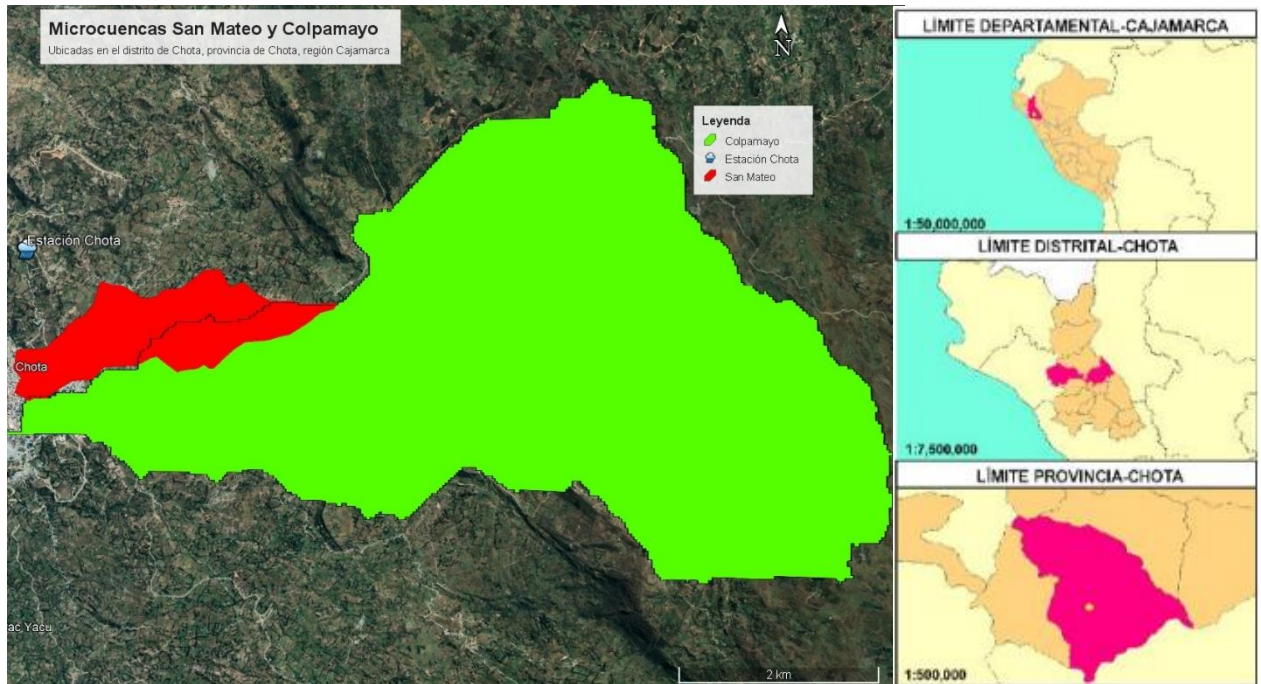
3.4.1. Población

Las microcuencas Colpamayo y San Mateo del distrito de Chota – Cajamarca con punto emisor en las coordenadas UTM WGS84 17S, descritas en la Tabla 8.

Tabla 8 *Coordenadas del Punto Emisor de las Microcuencas*

Microcuenca	Este (X)	Norte (Y)
Colpamayo	759718.00 m E	9273195.00 m S
San Mateo	758452.00 m E	9275121.00 m S

Figura 8 *Ubicación de las Microcuencas Colpamayo y San Mateo*



Nota: (Google earth, 2023).

3.4.2. Muestreo

El muestro se realizó por conveniencia, tomando como criterios de elección aquellas microcuencas de la ciudad de Chota que, no disponen de estaciones meteorológicas dentro de su extensión, y que por ende requieren de información pluviométrica y de caudales para el monitoreo ambiental.

3.4.3. Muestra

La muestra de esta investigación fue las quebradas San Mateo y Colpamayo en las cuales se ha ubicado y diseñado dos estaciones meteorológicas e hidrométricas computarizadas usando enlace serial a un módem de Servicio General de Paquete de Radio (GPRS) en Chota.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1. Técnicas de recolección de datos

Observación: En la investigación científica, la observación es una técnica sumamente necesaria, en esta investigación la observación acompañó a los procesos continuos para el desarrollo del estudio, se visualizó el cauce de las quebradas Colpamayo y San Mateo, así como se realizó un recorrido para observar la topografía de las microcuencas Colpamayo y San Mateo, asimismo se visualizó la estación hidrológica automática y sistema mecanizado de aforos de ríos instalado en el distrito de Namora, en la provincia y departamento de Cajamarca.

Análisis documental: Técnica de recolección de datos de fuentes externas como: libros, tesis, artículos científicos, revistas, y en este caso de lo investigado el MT-DRD-001.

Delimitación. Involucra la ejecución de una serie de procesos, entre ellos, la delimitación de las microcuencas en los puntos emisores de las obras de arte, para determinar los parámetros geomorfológicos.

Ensayos de gabinete: Los ensayos de gabinete han permitido procesar los datos del levantamiento topográfico para una mejor visualización de la cuenca y así poder elegir los lugares más adecuados para la futura instalación de dichas estaciones meteorológicas.

Análisis. Se han analizado los resultados para determinar los lugares más óptimos para la instalación de las estaciones meteorológicas.

Diseño. Representa el diseño de los componentes de dos estaciones meteorológicas y e hidrométricas computarizadas utilizando enlace serial a un módem de Servicio General de Paquete de Radio (GPRS) en el ámbito geográfico de las microcuencas Colpamayo y San Mateo que atraviesan la ciudad de Chota.

3.5.2. Instrumentos

Ficha de observación. Una ficha que permite recolectar la información, que permite registrar diversos datos importantes, durante el desarrollo de dicha investigación.

Ficha de contenido. Instrumento que permite el análisis documental mediante un resumen de la información más relevante encontradas en las fuentes de lectura secundarias (libros, normas técnicas, El Manual Técnico MT-DRD-001).

Informe hidrológico. Contiene los mapas de la delimitación de las microcuencas, y los formatos de los parámetros geomorfológicos.

Cuaderno de campo – gabinete. Esta libreta facilita el trabajo de recopilar datos en campo a la vez permite observar con facilidad los datos obtenidos en campo.

Matriz de análisis. Instrumento de presentación de los datos de interés sobre la ubicación de estaciones meteorológicas e hidrométricas.

Propuesta de diseño. Herramienta que muestra los planos de los componentes de las Estaciones Meteorológicas y Estaciones Hidrométricas Computarizadas utilizando enlace serial a un módem de Servicio General de Paquete de Radio (GPRS) en el ámbito geográfico de las microcuencas Colpamayo y San Mateo que atraviesan la ciudad de Chota.

Tabla 9

Fuentes, Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos

Fuente	Técnica	Instrumento
In situ	Observación	Ficha de observación
Fuentes bibliográficas	Análisis documental	Ficha de contenido
Programa ArcGIS 10.8	Delimitación	Informe hidrológico
Planos topográficos	Ensayos de gabinete	Cuaderno de campo – gabinete
Mapa de ubicación	Análisis	Matriz de análisis
AutoCAD	Diseño	Propuesta de diseño

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

3.6.1. Proceso de obtención de los datos

3.6.1.1. Ubicación de la zona de estudio

El distrito de Chota se ubica en la parte central de la provincia, con una superficie de 261.75 km² (6.9 % del total de la provincia 3,795.10 km²). Chota, capital situada en la meseta de Acunta a 2388 msnm, a 150 km al norte del departamento de Cajamarca y a 219 km al este del departamento de Lambayeque, se ubica en la carta 14 f, zona 17 Sur, en las coordenadas UTM WGS-84 17S 759836.58 m E y 9274109.75 m S (MPCH, 2023). El estudio abarca las microcuencas Colpamayo (con centroide ubicado en las coordenadas UTM: 765514.59 m E. y 9274483.50 m N) y San Mateo (con centroide ubicado en las coordenadas UTM: 760377.84 m E. y 9275158.86 m N).

Figura 9 Ubicación Geográfica del Proyecto en el Plano de Sudamérica.



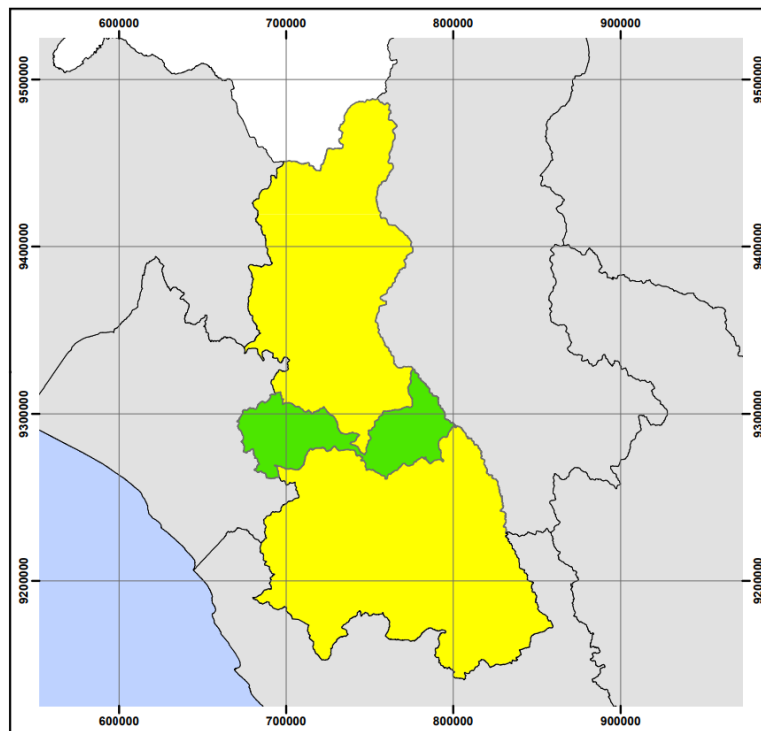
Nota. *El Proyecto se ubica en la República de Perú.

Figura 10 *Ubicación Geográfica del Proyecto en el Plano Nacional.*



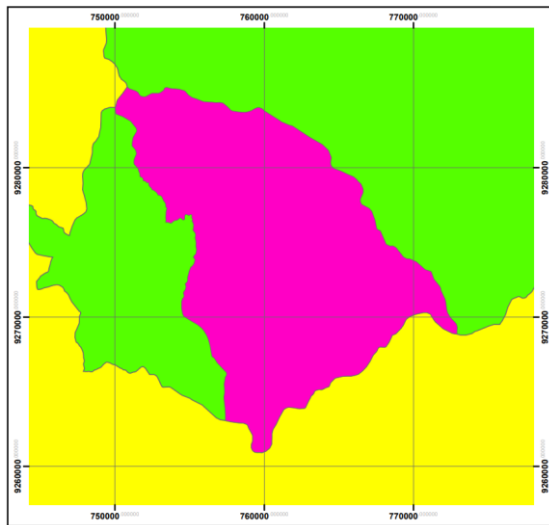
Nota. *El Proyecto se ubica en la región de Cajamarca.

Figura 11 *Ubicación Geográfica del Proyecto en el Plano Departamental.*



Nota. *El Proyecto se ubica en la provincia de Chota.

Figura 12 *Ubicación Geográfica del Proyecto en el Plano Provincial.*

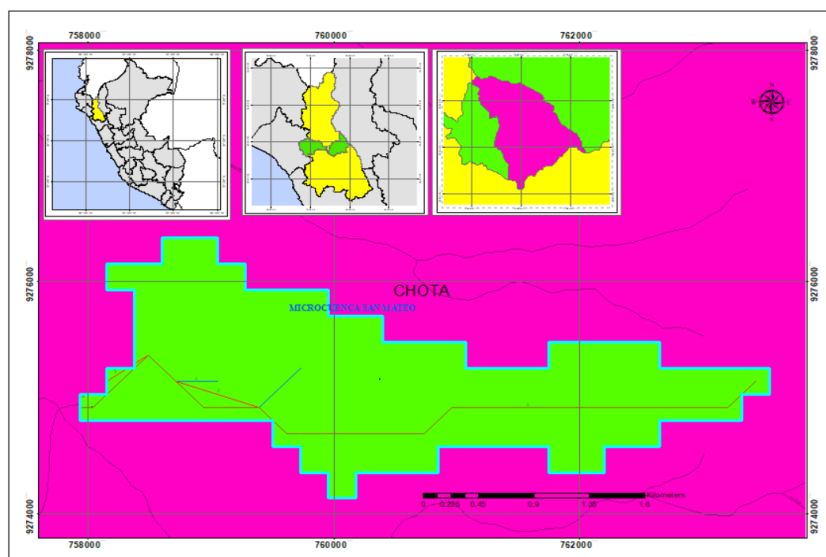


Nota. *El Proyecto se ubica en el distrito de Chota.

a) Ubicación geográfica y política de la Microcuenca San Mateo

La microcuenca de la quebrada “San Mateo” es parte de la cuenca del río Chotano, cuya superficie es de 5,4943 km², se ubica entre las coordenadas planas UTM 756000 de longitud oeste y 764000 de longitud Este, y 9274000 de Latitud Sur y 9278000 de Latitud Norte, discurre sus aguas mediante la Quebrada San Mateo, paralelamente a la ciudad de Chota.

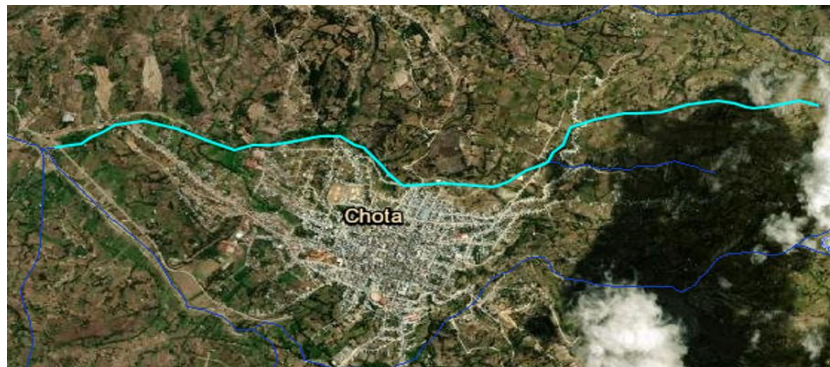
Figura 13 *Ubicación Geográfica de la Microcuenca San Mateo.*



Nota. *La Microcuenca San Mateo se ubica en el distrito de Chota

Figura 14

Ubicación Geográfica de la Quebrada San Mateo.

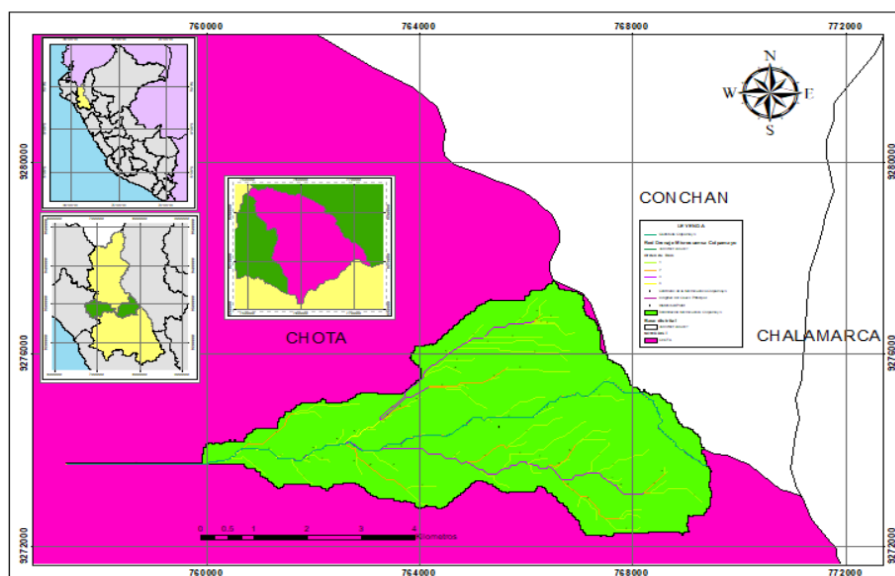


Nota. *En la imagen se muestra la quebrada San Mateo. Nota: GeoIDEP (Infraestructura de Datos Espaciales del Perú).

b) Ubicación geográfica y política de la Microcuenca Colpamayo

La microcuenca de la quebrada “Colpamayo” es parte de la cuenca hidrográfica del río Chotano, cuya superficie es 25.3701 km², se ubica entre las coordenadas planas UTM 770000 de longitud oeste y 760000 de longitud Este, y 9272000 de Latitud Sur y 9282000 de Latitud Norte, discurre sus aguas mediante la Quebrada Colpamayo, paralelamente a la ciudad de Chota.

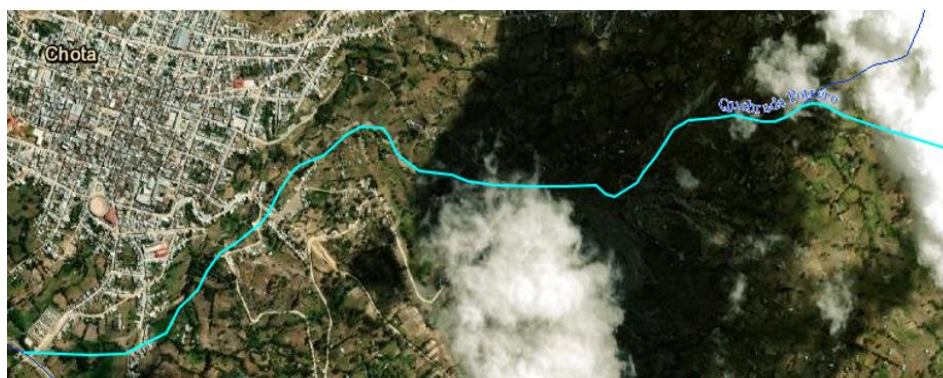
Figura 15 *Ubicación Geográfica de la Microcuenca Colpamayo.*



Nota. *La microcuenca Colpamayo se ubica en el distrito de Chota.

Figura 16

Ubicación Geográfica de la Quebrada Colpamayo.



Nota. *En la imagen se muestra la quebrada Colpamayo. Nota: GeoIDEP (Infraestructura de Datos Espaciales del Perú).

3.6.1.2. Visita a estación meteorológica automatizada

La visita técnica realizada a la Estación Hidrológica Automática con medición de Calidad de Agua (EHA+Q) Chonta, ubicada en las coordenadas geográficas Long: $78^{\circ}24'4.56''\text{O}$ y Lat: $7^{\circ}4'51.50''\text{S}$, a una altitud de 2872 m.s.n.m., entre los distritos de Baños del Inca y la Encañada, en la provincia y región de Cajamarca tuvo como objetivo obtener información básica para el diseño de las Estaciones Meteorológicas e Hidrológicas Automatizadas y Sistema Mecanizado de Aforos en las microcuencas San Mateo y Colpamayo del distrito de Chota.

El equipo encargado de la visita estaba conformado por los tesisistas y los técnicos especializados en meteorología e hidrología que trabajan en estas estaciones meteorológicas pertenecientes a la Autoridad Nacional del Agua de la región Cajamarca, bajo el permiso del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). Durante el recorrido, se recopiló información técnica y geométrica necesaria para el proyecto, como la altitud de las estaciones, su

ubicación geográfica exacta y las condiciones climáticas predominantes en cada una de ellas.

En las estaciones se analizaron las condiciones específicas del terreno donde se localiza la estación, las dimensiones de cada uno de los componentes meteorológicos y de cerramiento, así mismo, se observó su funcionamiento por medio de la toma de datos de temperatura, humedad e información pluviométrica. Esto permitió evaluar las necesidades técnicas y estructurales para la implementación de las nuevas Estaciones Meteorológicas e Hidrológicas Automatizadas y Sistema Mecanizado de Aforos en las microcuencas de las quebradas San Mateo y Colpamayo en el distrito de Chota.

Figura 17

*Visita a las estaciones Chonta – Distritos de baños del inca y la encañada-
región Cajamarca*



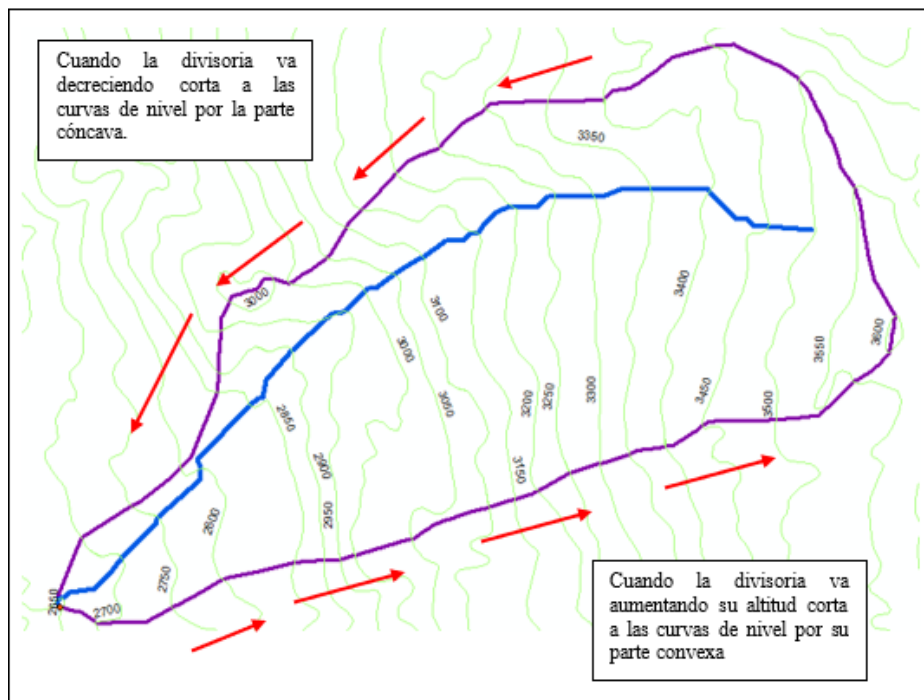
Una vez finalizada la visita técnica, se procesó la información recopilada y se realizó un análisis exhaustivo para su posterior uso en el diseño de las estaciones meteorológicas e hidrológicas automatizadas y sistema mecanizado de aforos en las microcuencas San Mateo y Colpamayo del distrito de Chota. Los datos obtenidos han servido como base para determinar los requerimientos

técnicos del sistema, así como para establecer las características y funciones necesarias para su correcto funcionamiento en esta área específica de las estaciones en el distrito de Chota.

3.6.1.3. Delimitación de la microcuenca

El proceso de delimitación manual de una microcuenca en el programa ArcGIS 10.8 utilizando la carta 14f (MINEDU, 2023) se realiza trazando límites alrededor de la microcuenca (Fig. 18), a través de la herramienta de edición de polígonos en ArcGIS. Mediante el uso de la función "Digitalizar características" se selecciona el shapefile de curvas y se procede a digitalizar el contorno siguiendo los límites de la microcuenca. Luego, se selecciona el shapefile de ríos y se digitalizan los cursos fluviales dentro de la microcuenca. Finalmente, se ajustan y refinan los límites siguiendo las características topográficas y se guarda el shapefile resultante como delimitación de la microcuenca.

Figura 18 *Delimitación de Microcuenca*



Nota: (Idrogo, 2022).

5.1.1.1. Parámetros geomorfológicos de la microcuenca

La superficie, el perímetro y las coordenadas del centro de gravedad se determinaron al definir la microcuenca en la hoja de propiedades del programa ArcGIS 10.8. Para establecer la altura media de la cuenca mediante el comando "Clip", se dividió toda la cuenca en subzonas delimitadas por curvas geométricas, se definieron las subzonas entre las curvas y se adquirieron los datos y se calculó la altura media utilizando las ecuaciones y las curvas de humedad. Utilizando el programa ArcGis 10.8, es posible solicitar la definición de los límites del canal principal y su longitud y determinar el orden en que se construirá la red hidrológica.

Para obtener los parámetros geomorfológicos de las microcuencas San Mateo y Colpamayo en el programa ArcGIS 10.8 y Microsoft Excel 2022, se han seguido los siguientes pasos:

Primero, se ha importado los archivos de delimitación de las microcuencas en ArcGIS 10.8, utilizando imágenes satelitales y datos topográficos disponibles. Luego, se ha procedido a generar modelos de elevación digital (DEM) a partir de los datos proporcionados.

Después, se ha realizado un análisis hidrográfico en ArcGIS, identificando las líneas de drenaje y generando una red de drenaje para ambas microcuencas. Esto permitirá determinar los cauces principales y subcuencas dentro de cada una.

A continuación, se ha calculado los parámetros geomorfológicos en ArcGIS 10.8, como la pendiente promedio de los cauces, el área de drenaje, el factor de forma y el análisis de relieve, entre otros. Estos parámetros se han obtenido a través de herramientas como "Topology Analyst" y "Surface Analyst" del programa.

Una vez obtenidos los parámetros en ArcGIS, se exportaron los datos a Microsoft Excel 2022 para realizar análisis estadísticos y generar gráficos que faciliten la interpretación de los resultados. Así mismo, en Excel, se han calculado indicadores como la densidad de drenaje, la longitud total de los cauces y la altitud máxima y mínima de la microcuenca.

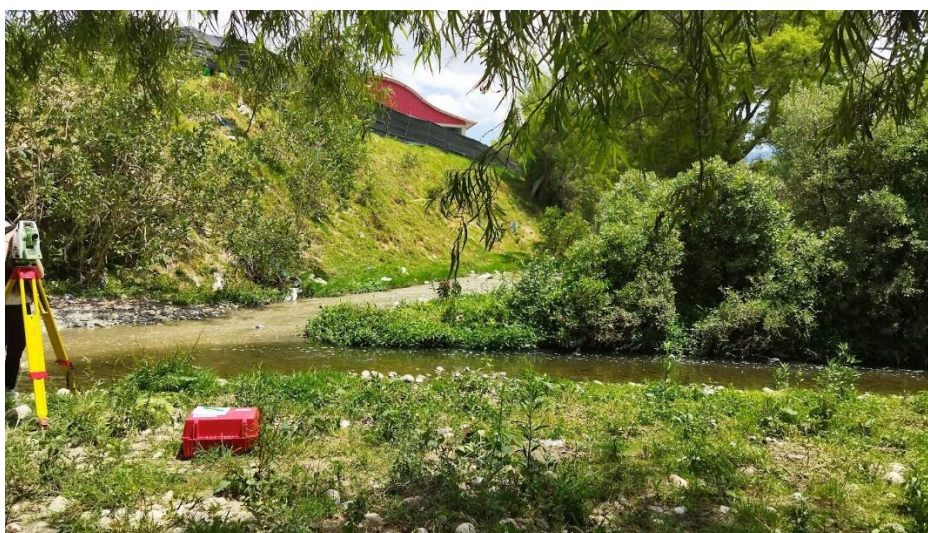
3.6.1.4. Levantamiento topográfico en las microcuencas

El proceso de levantamiento topográfico en las microcuencas “San Mateo” y “Colpamayo” utilizando una estación total consistió en varios pasos: Primero, se seleccionaron los puntos de control en cada microcuenca, los cuales se ubicaron estratégicamente para abarcar toda el área y representar de manera precisa la topografía existente. Luego, se realizaron mediciones utilizando la estación total, la cual permitió obtener coordenadas tridimensionales de cada punto de control. Estas mediciones incluyeron la altura, la distancia y el ángulo horizontal y vertical. Estos datos fueron utilizados para crear una representación digital de la topografía de las microcuencas, en la cual se pudo visualizar y analizar la elevación del terreno, los cuerpos de agua y otros elementos presentes. Este proceso de levantamiento topográfico permitió obtener información detallada y precisa de las microcuencas, lo cual es fundamental para el diseño y la ubicación de las estaciones meteorológicas en la quebrada Colpamayo y San Mateo.

Figura 19 Levantamiento Topográfico de la quebrada Colpamayo (BM-01)



Figura 20 Levantamiento Topográfico de la quebrada San Mateo (BM-01)



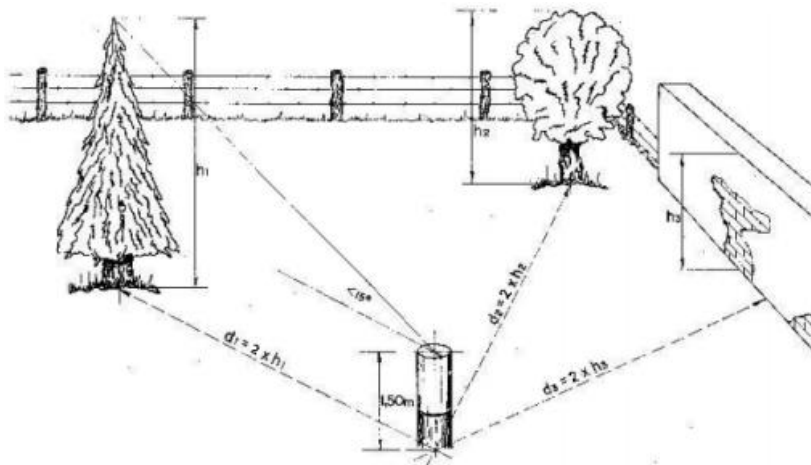
5.1.1.2.Emplazamiento y/o determinación de la ubicación más adecuada de una estación meteorológica dentro de una microcuenca

El objetivo de cualquier método de medición de la precipitación ya sea sinóptico, de meso escala o de microescala, es obtener una muestra representativa de la precipitación real en la zona de medición. Por lo tanto, la elección de los lugares de medición y los errores sistemáticos de las mediciones son muy importantes. El número y la ubicación de las estaciones determinan hasta qué punto las mediciones reflejan la precipitación real en la zona. En general, la distancia entre el objeto y el medidor debe ser al menos el doble de la altura de la

boca del medidor. La boca del medidor debe estar a 1.50 m por encima del nivel del suelo. La pendiente vertical media del obstáculo debe determinarse para cada emplazamiento y debe dibujarse un plano del mismo. Deben evitarse las pendientes y los tejados de los edificios (Antonino, 2019).

Figura 21

Emplazamiento Pluviómetro – Pluviógrafo



Nota: (Antonino, 2019).

Para la elección del lugar de emplazamiento de las estaciones meteorológicas e hidrológicas en la microcuenca Colpamayo y San Mateo se ha seguido los lineamientos del manual MT – DRD – 001 (Instalación y Operación de estaciones) del Senamhi. Con lo cual se puede describir el proceso:

a) Identificar la microcuenca

Primero, es necesario identificar el área geográfica que se desea estudiar y monitorear. La microcuenca es una unidad natural de drenaje que abarca un área relativamente pequeña, generalmente delimitada por las características del relieve.

b) Analizar la topografía

La topografía de la microcuenca es un factor crucial para determinar la ubicación de la estación meteorológica. Es importante identificar áreas planas o con

pendientes suaves, donde la estación pueda obtener mediciones representativas y evitar posibles obstrucciones que puedan afectar la precisión de los datos.

c) Considerar el entorno

Es fundamental evaluar el entorno circundante de la microcuenca. Se deben evitar áreas cercanas a superficies reflectantes como grandes cuerpos de agua o superficies urbanizadas que puedan generar distorsiones en las mediciones. Es recomendable seleccionar áreas que representen correctamente las condiciones climáticas de la microcuenca sin ser influenciadas por factores externos.

d) Evaluar la exposición al viento

La exposición al viento es otro factor importante que considerar. La estación meteorológica debe ubicarse en un lugar donde esté expuesta adecuadamente al viento, para captar las condiciones atmosféricas en un área representativa de la microcuenca. Se sugiere evitar áreas muy resguardadas o protegidas que puedan afectar negativamente la medición del viento.

e) Analizar la vegetación circundante

La vegetación circundante puede interferir en la medición de diversas variables climáticas, como la radiación solar o la temperatura del aire. Es importante evitar áreas con una densa cobertura vegetal que pueda obstaculizar el acceso adecuado a la estación y afectar la precisión de las mediciones.

f) Considerar los accesos y la logística

Se debe tener en cuenta la accesibilidad del lugar seleccionado para la instalación de la estación meteorológica. Debe ser un lugar que permita la instalación y el mantenimiento adecuado de los equipos, así como el acceso regular para realizar calibraciones y recopilación de datos.

g) Consultar información histórica

Es útil consultar información histórica sobre el clima en la microcuenca y áreas circundantes para entender mejor las características climáticas y los patrones estacionales del área. Esto ayudará a tomar decisiones más fundamentadas sobre la ubicación de la estación meteorológica.

h) Evaluar los objetivos de estudio (verificar que información se desea recolectar con la estación automatizada)

Es importante considerar los objetivos específicos de estudio y la información requerida para cumplirlos. La ubicación de la estación meteorológica deberá ser elegida de manera que permita recopilar datos relevantes para el análisis y monitoreo de las variables climáticas que se desean evaluar en la microcuenca.

i) Preselección de posibles sitios para ubicar la EMA

El procedimiento seguido para determinar la ubicación geográfica más apropiada para la instalación de la Estación Meteorológica Automática (EMA), en el ámbito de la microcuenca Colpamayo, se inició con la identificación de posibles lugares para su instalación, este proceso se basó en los lineamientos que se proponen en el Manual Técnico: MT-DRD-001, elaborado por el ingeniero Juan Fernando Arboleda Orozco para Senamhi.

En la tabla 10 se muestran las consideraciones de instalación de una estación meteorológica Automática (EMA) de acuerdo al Senamhi, mismas que se consideraron para la selección del lugar más apropiado y la ubicación de la unidad.

Tabla 10

Condiciones de Instalación de una Estación Meteorológica Automática (EMA)

SENAMHI. Condiciones de Instalación de una Estación Meteorológica Automática (EMA)
- Asegurar que la EMA se instale sobre una superficie plana respecto a su horizontal.
- Asegurar que sobre el terreno donde se instale la estación este cubierto de hierba corta (máx. 25 cm) o sobre una superficie representativa de la localidad (Ej. Césped, arena, nieve, entre otros).
- Identificar claramente el área de representación que tendrá su estación, por lo que para abarcar una mayor extensión la EMA no debe estar instalada en las proximidades de laderas empinadas o encontrarse en una depresión del terreno; de ser el caso las mediciones serán locales.
- Asegurar que la EMA se sitúe a una distancia considerable de árboles, edificios, muros u otros obstáculos fijos o temporales, dependiendo de la magnitud física a medir, lo cual será detallado en la parte de emplazamiento de estaciones.
- Asegurar que los sensores se encuentren instalados sobre una estructura sólida y de material resistente a la intemperie (mástil, trípode o torre). Así mismo indicar que el diseño y composición de la estructura no interfiera o genere algún tipo de error en las mediciones de los sensores.
- Asegurar que el entorno circundante a la EMA se mantenga inalterable en el tiempo de funcionamiento.
- Asegurar que la estación este en un lugar seguro reduciendo los efectos de daños producidos por vandalismo, robo, el ingreso de personas no autorizadas, entre otras. Para dicho fin, se podrá hacer uso de cualquier método de seguridad que crea conveniente, por ejemplo, cerco o valla, cámaras, vigilantes, etc., siempre y cuando no altere las condiciones del entorno a medir.
- Garantizar la operatividad de la estación y la fiabilidad de los datos, a través de la instalación de sistemas de comunicación y alimentación de energía autónoma, de ser posible.
- Garantizar que no existan superficies naturales (no representativas) o artificiales que podrían distorsionar las mediciones.
- Garantizar que no existan construcciones subterráneas circundantes a la estación, tales como conductores eléctricos que podrían interferir en las mediciones; así como, evitar líneas eléctricas de alta tensión en la cercanía a la estación, ya que podrían interferir en la telemetría.

Nota: (Senamhi, 2021).

j) Criterios para la selección final

A la hora de seleccionar un emplazamiento para una EMA es importante tener en cuenta no sólo los aspectos técnicos, sino también los de seguridad y mantenimiento.

Aspectos de seguridad y mantenimiento

- Facilidad de inspección rutinaria, calibración, mantenimiento y reparación.
- Seguridad y control de acceso para el personal autorizado y dificultad de acceso en caso de vandalismo o robo.
- Comunicación visual entre la consola y el equipo externo, lo que permite una supervisión continua desde la oficina, con daños y fallos visibles de un vistazo.
No se permite ningún equipo o accesorio a menos de 2 metros del equipo exterior.

Aspectos técnicos

- Una altura mínima de 10 m desde el suelo sin obstáculos de edificios o arbustos.
- Tipo de suelo: un suelo en el que se pueda fijar la unidad exterior, que no esté expuesto al agua y que cumpla los requisitos de seguridad y mantenimiento.
- Evalúe la distancia y los obstáculos entre la suspensión y la unidad exterior para minimizar las interferencias con las comunicaciones procedentes de paredes y edificios.

k) Ponderación de criterios de selección y compensaciones

Altura, distancia visual entre la consola y la unidad exterior, facilidad de acceso, seguridad (equipos y personal), obstáculos, tipo de superficie. En última instancia, se utilizaron los siguientes factores de ponderación para seleccionar la ubicación

de las unidades exteriores: todos los criterios se ponderaron por igual y se puntuaron de 0 a 4, calificándolo en escala Likert.

Tabla 11

Escala Likert de Calificación

Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno
Rellenos	Blando	Arcilloso	Granular	Grava con finos
0	1	2	3	4

5.1.1.3. Requerimiento de estaciones

El objetivo de requerir una estación meteorológica automatizada es recolectar datos meteorológicos de manera continua y precisa. A continuación, se describe detalladamente el procedimiento para llevar a cabo este requerimiento, junto con las normativas que se aplican:

Definición de los requerimientos: La primera etapa consiste en definir qué variables meteorológicas se desean medir y monitorear. Estas pueden incluir temperatura, humedad relativa, presión atmosférica, velocidad y dirección del viento, radiación solar, precipitación, entre otras. También se debe especificar la frecuencia de muestreo y el rango de medición para cada variable.

Selección de los sensores: Una vez que se han definido los requerimientos, se debe seleccionar los sensores adecuados para cada variable. Los sensores deben ser precisos, confiables y compatibles con el sistema automatizado. Además, se debe tener en cuenta la calibración y mantenimiento requeridos para asegurar mediciones precisas.

Selección del lugar de la estación: Se debe definir el sistema de montaje de los sensores en una ubicación adecuada, que permita obtener mediciones representativas y minimice posibles interferencias. Se deben considerar aspectos

como la altura y orientación del anemómetro y el piranómetro, la ubicación del termohigrómetro para evitar la radiación solar directa, entre otros.

Selección del sistema de adquisición de datos: Para automatizar la estación, se necesita un sistema de adquisición de datos que registre y almacene la información de los sensores de manera continua. Este sistema puede ser un controlador programable, una computadora o un dispositivo específico para este fin. Se debe tener en cuenta la capacidad de almacenamiento, conectividad y facilidad de programación del sistema seleccionado.

Programación del sistema de adquisición de datos: Una vez seleccionado el sistema de adquisición de datos, se debe programar para que registre las mediciones de los sensores en la frecuencia especificada. La programación debe incluir la calibración de los sensores y la realización de cálculos adicionales si es necesario, como el cálculo de la velocidad y dirección del viento a partir de las señales del anemómetro.

Conexión y transmisión de datos: Para poder acceder a los datos recolectados por la estación, se debe establecer una conexión del sistema de adquisición de datos a un servidor o plataforma en línea. Esto permite visualizar los datos en tiempo real y realizar análisis más avanzados. Se debe utilizar un medio de transmisión seguro y confiable, como una conexión Ethernet, celular o satelital.

5.1.1.4. Monitoreo ambiental en una microcuenca por medio de la estación meteorológica

Las estaciones meteorológicas tienen como objetivo recopilar datos precisos y detallados sobre las condiciones atmosféricas en una determinada ubicación, lo que permite comprender y predecir el clima y el impacto en el medio ambiente. No obstante, como las estaciones meteorológicas automatizadas aún no han sido

instaladas en la microcuenca Colpamayo y San Mateo, se ha planteado la simulación del comportamiento climatológica, hidrológico e hidráulico utilizando información de otra estación meteorológica cercana a fin de poder obtener data propia para las microcuencas de estudio. Para realizar el monitoreo ambiental en la microcuenca Colpamayo y/o San Mateo, se han llevado a cabo simulaciones de mediciones de diferentes variables ambientales. Estas variables incluyen la temperatura, humedad, precipitación y nivel de agua. Para obtener datos precisos y confiables, se ha considerado la información proporcionada por la Estación Meteorológica Chota (760025.00 m E, 9275705.00 m S, a 2468 msnm), esta estación ha registrado históricamente información sobre las precipitaciones pluviales (data del año 1971 al 2021, 50 años), así como temperatura máxima y mínima (data del año 1993 al 2018, 25 años) y humedad relativa (data del año 1993 al 2000, 7 años), estos datos son cruciales para comprender las condiciones climáticas y su impacto en las microcuencas en estudio. Además de la estación meteorológica, se ha tenido en cuenta la información proporcionada por la Estación Hidrológica Chotano-Lajas (750651.94 m E, 9275430.83 m S, a 2148 msnm); esta estación recoge datos sobre el nivel de agua en el cauce del río Chotano (data del año 1970 al 2022, 52 años), estos datos proporcionan información esencial sobre los cambios en el nivel de agua, lo cual es importante para comprender los flujos de agua en la microcuenca. Una vez recopilados los datos de estas estaciones, se ha aplicado las fórmulas desarrolladas por Ortiz et al. (2016). Estas fórmulas permiten establecer una conexión y transferir la información recogida en las estaciones a las microcuencas en estudio. El objetivo es obtener estimaciones precisas y confiables de las variables ambientales en estas microcuencas.

a) Mediciones de precipitación

En una estación meteorológica se mide la cantidad de lluvia o nieve caída en un determinado período de tiempo. Se ha utilizado la data de la estación Chota para transferirla a las microcuencas de estudio por medio de las fórmulas adimensionales de Ortiz et al. (2016) donde relación la diferencia de la altitud media.

$$\frac{I_o t_o}{H_o} = \frac{I_d t_d}{H_d}$$

Dónde: I_d es la intensidad de precipitación de la cuenca destino, I_o es la intensidad de precipitación en la cuenca de origen, t_c es la escala de periodos de duración, y H_c es la escala de altitudes.

$$I_{xxx} = I_{estación} \frac{H_{xxx}}{H_{estación}}$$

Donde, I_{xxx} es la intensidad buscada para la Microcuenca xxxx, $I_{estación}$ son las intensidades calculadas para la estación de estudio en mm/hora, H_{xxx} es la Altitud media de la Microcuenca xxxx, $H_{estación}$ es la altitud de la estación.

b) Mediciones de temperatura

En una estación meteorológica se registran las temperaturas máximas, mínimas y actuales, tanto del aire como del suelo y el agua. En el caso del estudio solamente se ha analizado la temperatura máxima y la temperatura mínima en relación a la transferencia de información.

$$T_{xxx} = T_{estación} \frac{H_{xxx}}{H_{estación}}$$

Donde, T_{xxx} es la temperatura buscada para la Microcuenca xxxx, $T_{estación}$ son las temperaturas calculadas para la estación de estudio en °C, H_{xxx} es la Altitud media de la Microcuenca xxxx, $H_{estación}$ es la altitud de la estación.

c) Mediciones de humedad

En una estación meteorológica se miden la humedad relativa del aire, así como también la humedad del suelo y el agua. En el caso del estudio solamente se ha analizado la humedad relativa en relación a la transferencia de información.

$$Hu_{xxx} = Hu_{estación} \frac{H_{xxx}}{H_{estación}}$$

Donde, Hu_{xxx} es la humedad relativa buscada para la Microcuenca xxxx, $Hu_{estación}$ son las humedades relativas calculadas para la estación de estudio en %, H_{xxx} es la Altitud media de la Microcuenca xxxx, $H_{estación}$ es la altitud de la estación.

d) Mediciones de nivel de agua

Las mediciones del nivel de agua se realizan por medio de una estación hidrológica, en la ciudad de Chota no existe una estación hidrológica que, tenga data e información, por lo que, se solicitó los datos de la estación Chotano Lajas misma que fue transferida a las microcuencas por medio de la altitud media, utilizando las fórmulas de Ortiz et al. (2016).

$$NA_{xxx} = NA_{estación} \frac{H_{xxx}}{H_{estación}}$$

Donde, NA_{xxx} es el nivel de agua buscado para la Microcuenca xxxx, $NA_{estación}$ son los niveles de agua calculados para la estación de estudio en m, H_{xxx} es la Altitud media de la Microcuenca xxxx, $H_{estación}$ es la altitud de la estación.

e) Agresividad climática

Para definir la agresividad climatológica se han determinado los índices de Fourier, así mismo, se ha determinado la concentración de precipitaciones según Arriola et al. (2022), utilizando los parámetros de precipitaciones transferidos de la Estación Chota a cada microcuenca.

$$IFj = \frac{p_{\max j}^2}{P}$$

$$IFMj = \frac{\sum_{i=1}^{12} (p_{ij})^2}{P}$$

$$IFMj = \frac{(\sum_{i=1}^{12} p_{ij})^2}{P}$$

$$ICPj = \frac{\sum_{i=1}^{12} (p_{ij})^2}{P_j^2}$$

Donde IFj es el índice de Fournier para el año j , p_{\max} es la precipitación media del mes más lluvioso del año j , y P es la precipitación media anual, $IFMj$ es el índice de Fournier modificado para el año j , p_{ij} es la precipitación mensual del mes i en el año j , $IFMMj$ es el índice de Fournier-Maule modificado, p_{ij} es la precipitación mensual del mes i en el año j , $ICPj$ es el índice de concentración de precipitación (ICP) para el año j expresado en porcentaje, p_{ij} es la precipitación mensual del mes i en el año j , y P_j es la precipitación anual del año j .

Tabla 12

Índices que Determinan la Agresividad Climática y Concentración de Precipitaciones

Parámetro	Clasificación	
	Cuantitativa	Cualitativa
índice de Fournier (IF)	< 50	Muy bajo
	50-100	Bajo
	100-150	Moderado
	150-200	Alto
	>200	Muy alto
índice Fournier modificado (IFM)	< 100	Muy bajo
	100-200	Bajo
	200-300	Moderado
	300-400	Alto

Parámetro	Clasificación	
	Cuantitativa	Cualitativa
índice de Fournier-Maule modificado (IFMM)	>400	Muy alto
	< 400	Muy bajo
	400-1000	Bajo
	1000-1800	Moderado
	1800-2800	Alto
	>2800	Muy alto
	< 8.30%	Uniforme
Índice de concentración de precipitación (ICP)		Moderadamente estacional
	10-15%	estacional
	15-20%	Estacional
	20-50%	Fuertemente estacional
	50-100%	Irregular

Nota: (Arriola et al., 2022).

5.1.1.5. Metodología de medición de los parámetros indicados (temperatura, humedad relativa, velocidad de viento, precipitación) por medio de la estación meteorológica

Los parámetros climáticos: temperatura, humedad relativa, velocidad del viento, radiación solar, precipitación, serán medidos a través de sensores incorporados en la estructura del mecanismo del equipo o Estación Meteorológica que tienen incorporado Tecnología GSM/GPRS. La metodología que se utilizará es:

Instalación de la Estación Meteorológica: Primero, se debe instalar la Estación Meteorológica en un lugar adecuado y representativo del área que se quiere monitorear. La estación debe estar ubicada en un lugar abierto, alejada de obstáculos que puedan afectar la precisión de las mediciones.

Conexión de sensores: A continuación, se deben conectar los sensores correspondientes a cada parámetro a la Estación Meteorológica. Para la medición de temperatura se utiliza un termómetro, para la humedad relativa un higrómetro,

para la velocidad del viento un anemómetro, para la radiación solar un piranómetro y para la precipitación un pluviómetro.

Configuración de la Estación Meteorológica: Se procede a configurar la Estación Meteorológica para que registre las mediciones de los sensores en intervalos regulares de tiempo. Además, se debe establecer una comunicación con la tecnología GSM/GPRS para transmitir los datos recolectados.

Transmisión de datos: La Estación Meteorológica enviará los datos recopilados a través de tecnología GSM/GPRS a una plataforma en la nube o a un servidor en línea. Esto permitirá tener acceso remoto a los datos y visualizarlos en tiempo real.

Análisis de los datos: Una vez que los datos se encuentren disponibles, se podrá realizar un análisis de los mismos para detectar patrones, tendencias y cambios en los parámetros climáticos monitoreados. Esto puede llevarse a cabo utilizando herramientas de análisis estadístico y de visualización de datos.

Generación de informes y alertas: Finalmente, se pueden generar informes basados en los datos recolectados para informar sobre las condiciones climáticas observadas. Además, se pueden configurar alertas automáticas que se activen cuando se detecten condiciones climáticas extremas o anormales.

En resumen, la metodología para medir los parámetros climáticos con una Estación Meteorológica que tiene incorporada tecnología GSM/GPRS consiste en instalar la estación, conectar los sensores, configurar la estación, transmitir los datos a través de la tecnología GSM/GPRS, analizar los datos y generar informes y alertas.

3.6.2. *Procesamiento de datos*

Se ha utilizado programas computacionales como:

ArcMap 10.8: para delimitar y caracterizar las microcuencas San Mateo y Colpamayo.

Microsoft Excel 2022: para procesar los resultados, y presentarlos en tablas y gráficos, que serán interpretados según el manual MT – DRD – 001 (Instalación y Operación de estaciones) del Senamhi.

AutoCAD - Civil 3D: Para procesar la data topográfica.

3.6.3. *Análisis de datos*

El análisis de información al ser un estudio orientado a la ubicación y diseño de estaciones meteorológicas no ha tenido un proceso de análisis inferencial, sino que, el análisis estadístico ha sido de carácter descriptivo y se ha realizado en relación con los manuales de estudio.

3.7. Aspectos éticos

En el artículo N° 1 del Decreto Legislativo N° 822, publicado en el Diario El Peruano (2021); dispone que la presente ley tiene como objetivo primordial proteger a los autores de obras literarias y artísticas y a sus herederos y causahabientes, a los titulares de derechos relacionados con los derechos de autor y al patrimonio cultural. Además, se reconoce con independencia de la nacionalidad, el lugar de residencia del autor o del titular de los derechos, el lugar de publicación o el lugar de distribución.

En el Código de Ética de la Investigación elaborado en 2016, la UNACH, en consonancia con su visión y misión, se esfuerza por promover y hacer hincapié en los principios y valores éticos que guían la conducta, el comportamiento y la toma de decisiones de los investigadores en las actividades de investigación, mismos que, se han tomado en cuenta para la realización del presente estudio.

CAPÍTULO IV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción de resultados

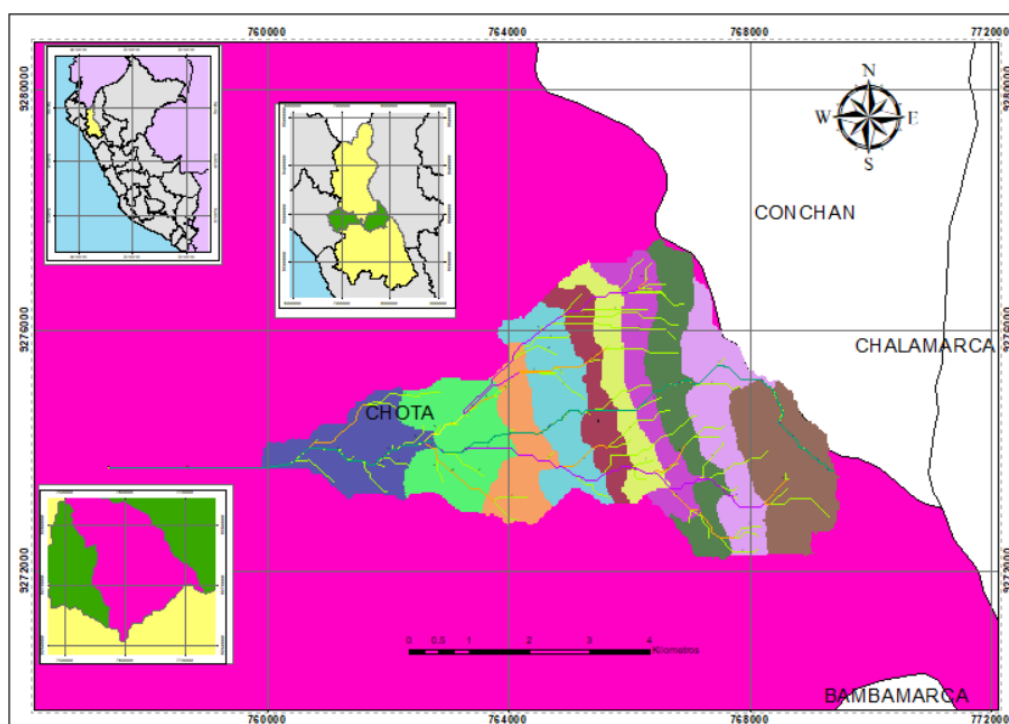
4.1.1. *Determinación del emplazamiento de las estaciones meteorológicas e hidrológicas automáticas equipados con tecnología GSM/GPRS en la microcuenca Colpamayo y/o San Mateo*

4.1.1.1. Microcuenca Colpamayo

La Microcuenca Colpamayo, cuenta con un área total de 25.3701 km², por lo que, según Campos (1982) y la clasificación DSMC – DGASI / Lima, 1983 se categoriza como microcuenca Pequeña, está enmarcada en un perímetro de 38.82 km. En función a la salida de la Microcuenca Colpamayo se clasifica como exorreica, esto porque el punto de salida se encuentra en los límites de la misma, la Microcuenca Colpamayo es afluente del río Chotano por la margen izquierda.

Figura 22

Microcuenca Colpamayo



El centroide de la microcuenca está en las coordenadas 760377.84 m por el Este y 9275158.86 por el Norte. El ancho promedio de la microcuenca Colpamayo asciende a 1.765491. El índice de compacidad de Gravelius es 2.173419 por tanto, posee una forma casi Rectangular (alargada), por tanto, de acuerdo con (Gaspari et al., 2012), citado en Camino et al. (2018) se puede decir que en la microcuenca Colpamayo se caracteriza por ser irregular y posee una menor peligrosidad a las crecidas. El factor de forma de la microcuenca Colpamayo explica la elongación de la misma y es igual a 0.1229, por lo que, de acuerdo a Pérez (1997) la microcuenca posee una forma muy alargada, por tanto, de acuerdo con Henao (1988), citado en camino et al. (2018) en su extensión se desarrollarán crecientes de baja magnitud no simultaneas. El índice de elongación en la Microcuenca Colpamayo es menor a uno, con un valor de 0.395379, por lo tanto, esta microcuenca posee un índice muy bajo, por ello, de acuerdo a Senciales (1999), citado en Gonzales (2004) en la superficie hay gran meandrización y baja pendiente. Así mismo, en la correlación de la curva hipsométrica y el polígono de frecuencia se muestra una clasificación de altitudes en 10 subáreas, dentro del área de la microcuenca Colpamayo siendo la altitud media 3,161.19 msnm.

Tabla 13 *Parámetros fisiográficos de la Microcuenca Colpamayo*

Parámetros de Forma de la Microcuenca Colpamayo	Unidad	Microcuenca
Área	km ²	25.3701
Perímetro	km	38.82
Longitud de cauce principal	km	14.37
Centroides		
Este X	m	765514.59
Norte Y	m	9274483.50
Ancho promedio	km	1.77
Coefficiente de compacidad	-	2.17
Factor de forma	-	0.1229
Radio de Circularidad	km	0.2116
Razón de Elongación	-	0.395379
Altitud media	msnm	3,161.19
Pendiente	%	19.46

Figura 23

Mapa de Pendientes de la Microcuenca Colpamayo

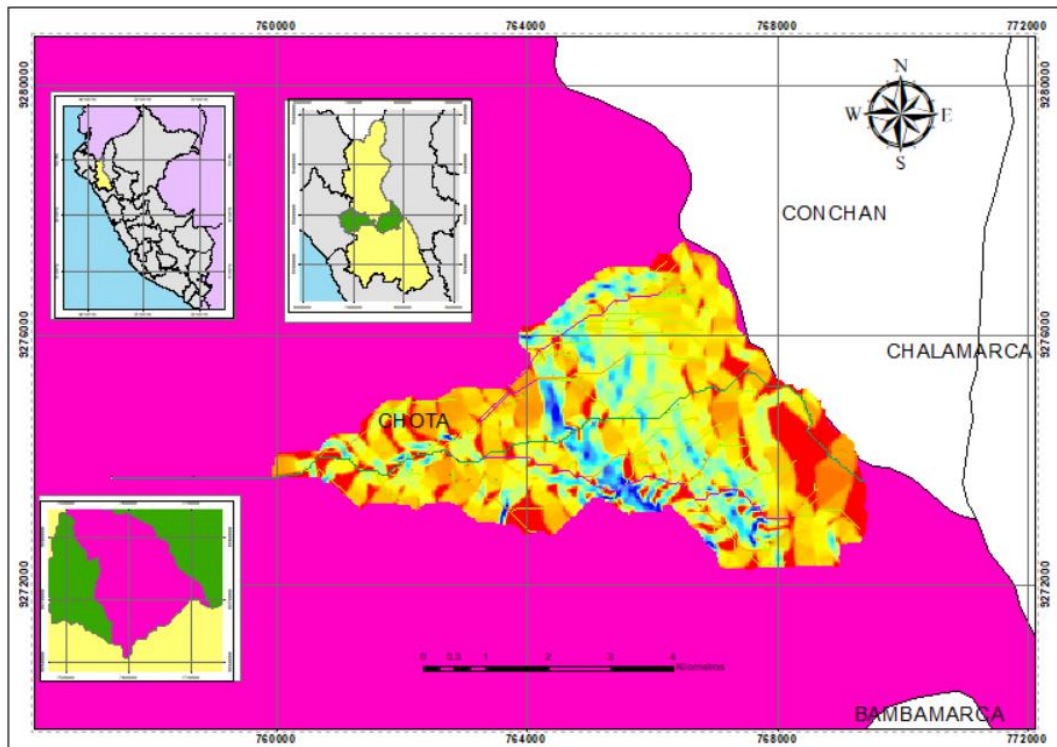
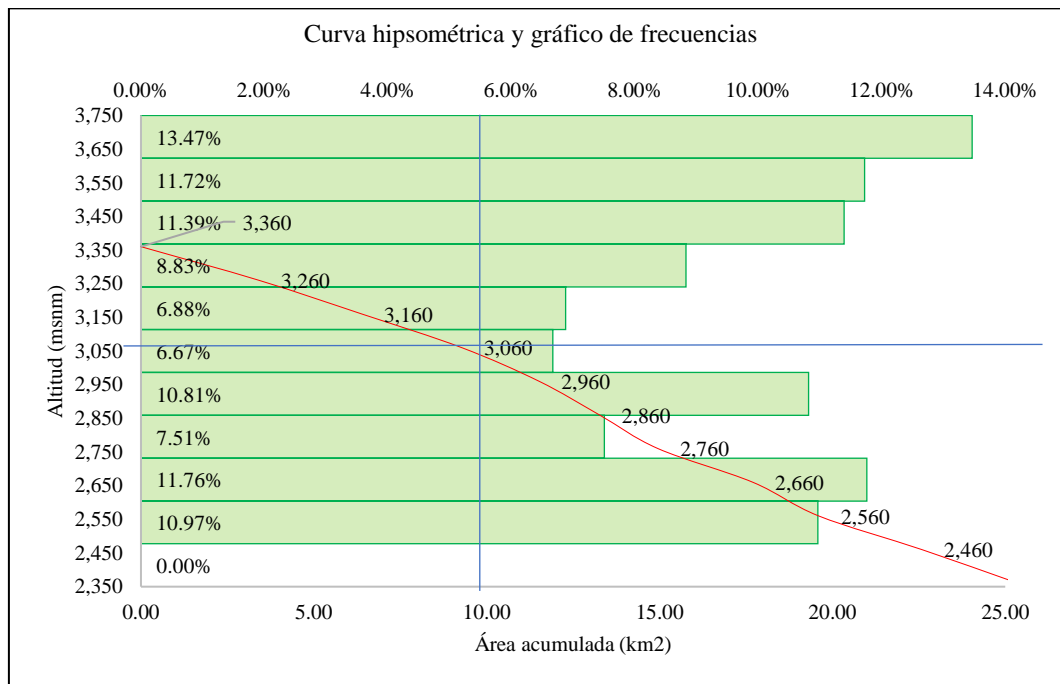


Figura 24

Curva Hipsométrica y Polígono de Frecuencias de la Microcuenca Colpamayo



Respecto a los parámetros hidrológicos la microcuenca Colpamayo presenta una corriente intermitente con un cauce principal de 14 km, cuyo orden de las corrientes va del grado 1 al grado 4, por lo que, la frecuencia de densidad de los ríos es de 5.67 ríos/km². La pendiente media del cauce principal es de 9.32% (0.09 m/m), con una altura media del cauce principal de 3030.09 msnm. El tiempo de concentración es de 1.29 horas, por tanto, la partícula de agua más alejada del punto emisor de la microcuenca tarda en llegar 77.4 minutos, siendo así, se infiere que el tipo de drenaje de la cuenca es moderado.

Tabla 14

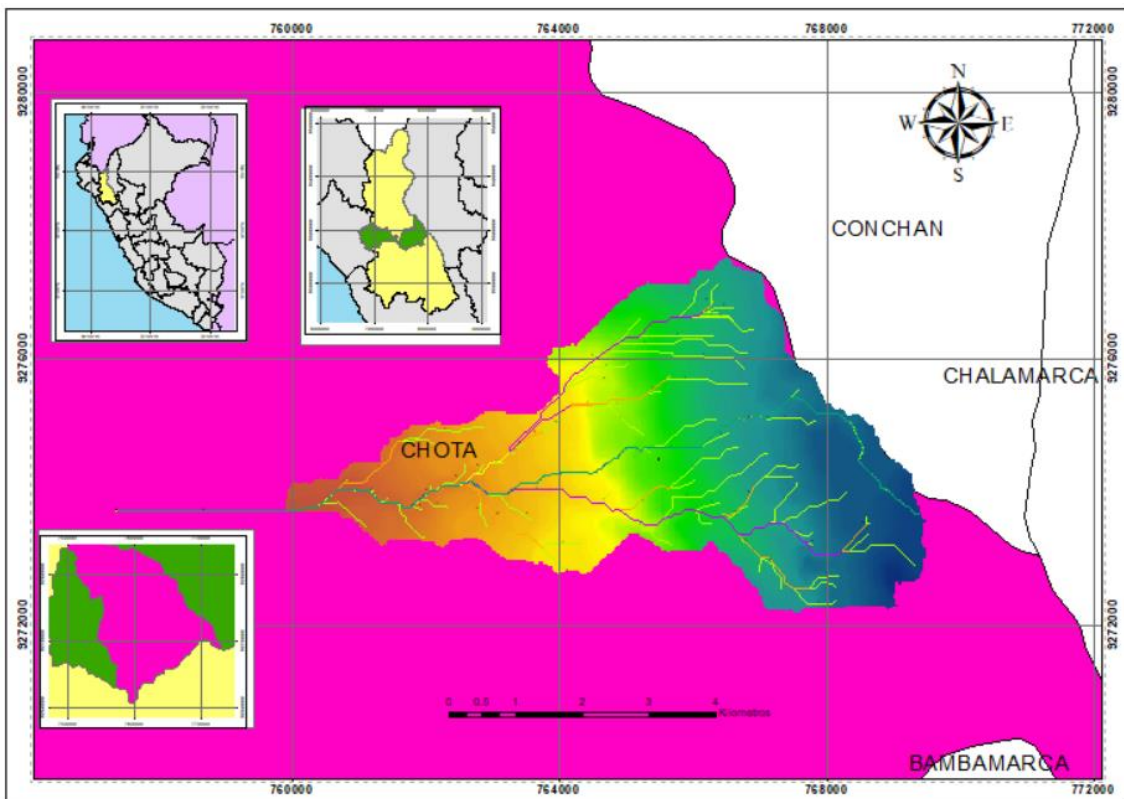
Parámetros de la Red Hidrográfica de la Microcuenca Colpamayo

Parámetros Red Hidrográfica	Unidad	Microcuenca
Tipo de corriente	-	Intermitente
Orden 1	-	74
Orden 2	-	28
Orden 3	-	29
Número de orden de los ríos	-	13
Orden 5	-	-
Orden 6	-	-
N° Total de ríos	-	144
Grado de ramificación	-	4
Frecuencia de densidad de los ríos (Dr)	ríos/km ²	5.6760
Cotas del cauce principal		
Altitud máxima (Hmax)	msnm	3700
Altitud mínima (Hmin)	msnm	2360.178955
Pendiente media del río principal (Sm)	m/m	9.3256%
Altura media del río principal (H)	msnm	3030.089478
Tiempo de concentración (Tc)	horas	1.2875
Longitud total de los ríos	sum.	73.411151
Densidad de drenaje de la cuenca	Dd	2.893609052
Extensión media del escurrimiento superficial	E	0.345589187

Nota: El tipo de drenaje de la cuenca es MODERADA

Figura 25

Red Hídrica de la Microcuenca Colpamayo



a) Preselección del sitio de ubicación geográfica de 01 Estación Meteorológica Automática (EMA) en el Ámbito de la Microcuenca Colpamayo.

La Microcuenca Colpamayo está ubicada en Chota, con centroide en las coordenadas UTM: 765514.59 m E. y 9274483.50 m N. En la figura 26 se aprecia la delimitación de la Microcuenca Colpamayo, en la cual se muestran algunos de los sitios donde se podría instalar la EMA, los cuales han sido preseleccionados en base a las características hidro geomorfológicas analizadas como: pendiente, altitud media, vegetación, accesibilidad, cercanía al cauce principal, entre otras; definiendo finalmente diez posibles áreas en las que, se podría ubicar la estación meteorológica de la microcuenca Colpamayo.

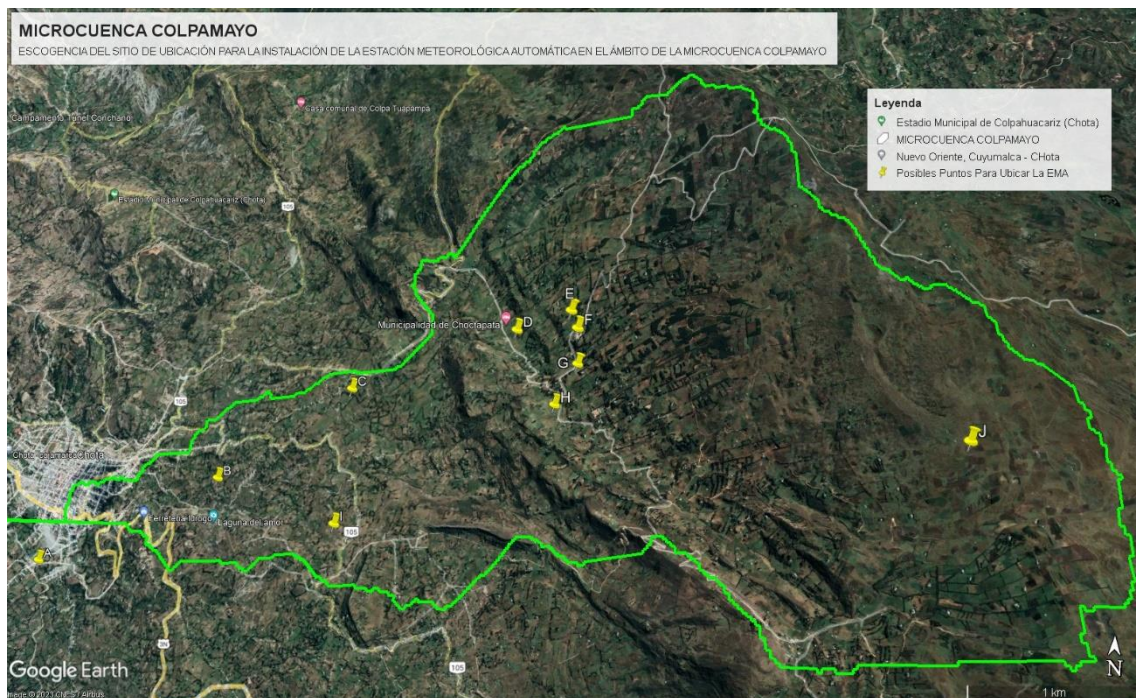
Tabla 15

Pre-Selección de Sitios para Ubicar la Estación Meteorológica Automática en la Estación Colpamayo

Sitio	Zona	Coordenada Este (m)	Coordenada Norte (m)	Altitud
A	17 M	759622.79 m E	9273239.77 m S	2307
B	17 M	761688.43 m E	9274079.63 m S	2523
C	17 M	763168.00 m E	9274919.00 m S	2730
D	17 M	764920.44 m E	9275273.77 m S	3020
E	17 M	765449.44 m E	9275295.84 m S	3189
F	17 M	765516.22 m E	9275100.20 m S	3201
G	17 M	765529.92 m E	9274769.72 m S	3172
H	17 M	765333.25 m E	9274429.03 m S	3132
I	17 M	763140.71 m E	9273521.48 m S	2706
J	17 M	768437.64 m E	9273726.91 m S	3664

Figura 26

Pre-Selección de Sitios para Ubicar la Estación Meteorológica Automática en la Estación Colpamayo



b) Ponderación de criterios para la selección del sitio de ubicación de la Estación Meteorológica Automática (EMA) en el ámbito de la Microcuenca Colpamayo.

La selección del sitio de ubicación para la instalación de la Estación Meteorológica Automática (EMA) se basó en una cuidadosa evaluación de diferentes criterios, los cuales se detallan en la tabla 16. Estos criterios fueron seleccionados siguiendo las consideraciones de instalación propuestas en el Manual Técnico: MT-DRD-001.

Mediante un proceso de ponderación de estos criterios, se identificaron tres posibles lugares que podrían albergar la EMA. Dos de ellos obtuvieron una puntuación cercana, de 25 y 26, mientras que el punto H se destacó con una puntuación superior de 35.

Con el fin de tomar una decisión fundada, se realizó una visita a los tres lugares en campo. Sin embargo, al llegar a cada uno de ellos, se pudo confirmar que el punto H era, con creces, la mejor opción para la ubicación de la EMA. Esto se debe a sus características favorables en términos de accesibilidad, tipo de suelo, vegetación y otros factores relevantes.

Por lo tanto, con base en un análisis detallado de los criterios y una verificación in situ, se determinó que el punto H es el emplazamiento más idóneo para la EMA.

Tabla 16

Ponderación de Criterios para la Selección del Sitio de Ubicación de la EMA en el Ámbito de la Microcuenca Colpamayo

Sitio	Zona	Coordenada Este (m)	Coordenada Norte (m S)	Altitud (msnm)	Facilidad de Acceso	Superficie Plana Respecto a su Horizontal	Hierba Corta (máx. 25 cm)	Cercanía árboles, edificios, muros u otros obstáculos fijos o temporales	Tipo de Suelo	Inalterabilidad del Entorno Circundante	Seguridad	Nivel de Conectividad	Superficies Naturales (no representativas) o Artificiales	Construcciones Subterráneas	Cercanía al Centroide de la Microcuenca	Puntuación final
A	17 M	759622.79	9273239.77	2307	3	3	4	1	2	0	2	3	1	4	0	21
B	17 M	761688.43	9274079.63	2523	4	1	3	2	2	1	3	3	3	4	0	24
C	17 M	763168.00	9274919.00	2730	3	2	2	1	2	3	3	2	3	4	0	23
D	17 M	764920.44	9275273.77	3020	4	2	3	2	2	1	4	2	3	4	3	25
E	17 M	765449.44	9275295.84	3189	3	3	2	2	2	3	3	3	3	4	3	26
F	17 M	765516.22	9275100.20	3201	4	1	3	0	2	1	4	3	1	4	3	21
G	17 M	765529.92	9274769.72	3172	4	1	3	1	2	1	4	3	1	4	4	22
H	17 M	765333.25	9274429.03	3132	4	4	4	4	2	3	4	4	4	4	3	35
I	17 M	763140.71	9273521.48	2706	3	1	2	2	2	3	3	1	3	4	0	22
J	17 M	768437.64	9273726.91	3664	1	2	4	4	2	3	0	0	4	4	0	22

Nota: 0, 1, 2, 3, 4.

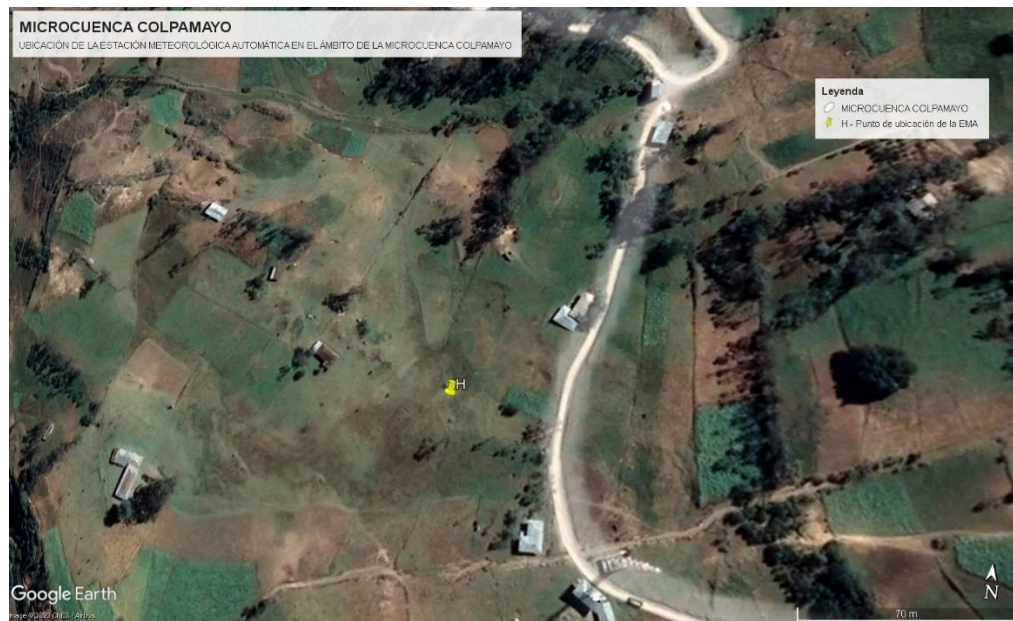
c) Selección del sitio de ubicación de la EMA en el ámbito de la Microcuenca Colpamayo.

Durante el proceso de búsqueda de un sitio de ubicación adecuado para la EMA en el ámbito de la Microcuenca Colpamayo, se encontraron dificultades debido a la accidentada topografía de la zona. Sin embargo, se lograron identificar algunos lugares que cumplían con los criterios establecidos, mismos que, se detallaron en el acápite anterior (tabla 16).

Después de evaluar las opciones disponibles, se optó por elegir el lugar mostrado en la figura 27. Este lugar se caracteriza por tener una superficie plana en relación con su horizontal, lo cual era un requisito importante para la instalación de la EMA. Además, el área estaba despejada, con una vegetación de hierba baja, de menos de 25 cm de altura. Esto garantizaba que no habría obstrucciones que pudieran interferir con las mediciones meteorológicas. Otro factor determinante fue la distancia considerable del lugar a árboles y edificaciones. Esto se alineaba con las recomendaciones del Manual Técnico de Instalación y Operación de estaciones, 2013, que establece la importancia de evitar la presencia de obstáculos que puedan afectar la precisión de los datos recopilados. El lugar seleccionado se encuentra en el centro poblado de Choctapata Alto, con coordenadas UTM: 765333.252 de longitud Oeste y 9274429.03 de Latitud sur, en la zona 17 Sur, dentro de la carta nacional 14f. Además, se ubica a una altitud de 3132 m.s.n.m.

Para destacar aún más la idoneidad del lugar, se incluye la figura 28, que muestra una fotografía satelital de la comunidad de Choctapata Alto. En esta imagen se puede apreciar claramente el lugar seleccionado como la ubicación más adecuada para la instalación de la Estación Meteorológica Automática.

Figura 27 *Ubicación Geográfica de 01 EMA en el ámbito de la Microcuenca Colpamayo.*



Nota. *En la imagen se aprecia el punto exacto donde se debe ubicar la EMA en el ámbito de la Microcuenca Colpamayo en el distrito de Chota. Nota: Elaboración Propia en programa Google Heart Pro.

Figura 28 *Ubicación Geográfica de 01 EMA en el ámbito de la Microcuenca Colpamayo. (Fotografía In Situ)*



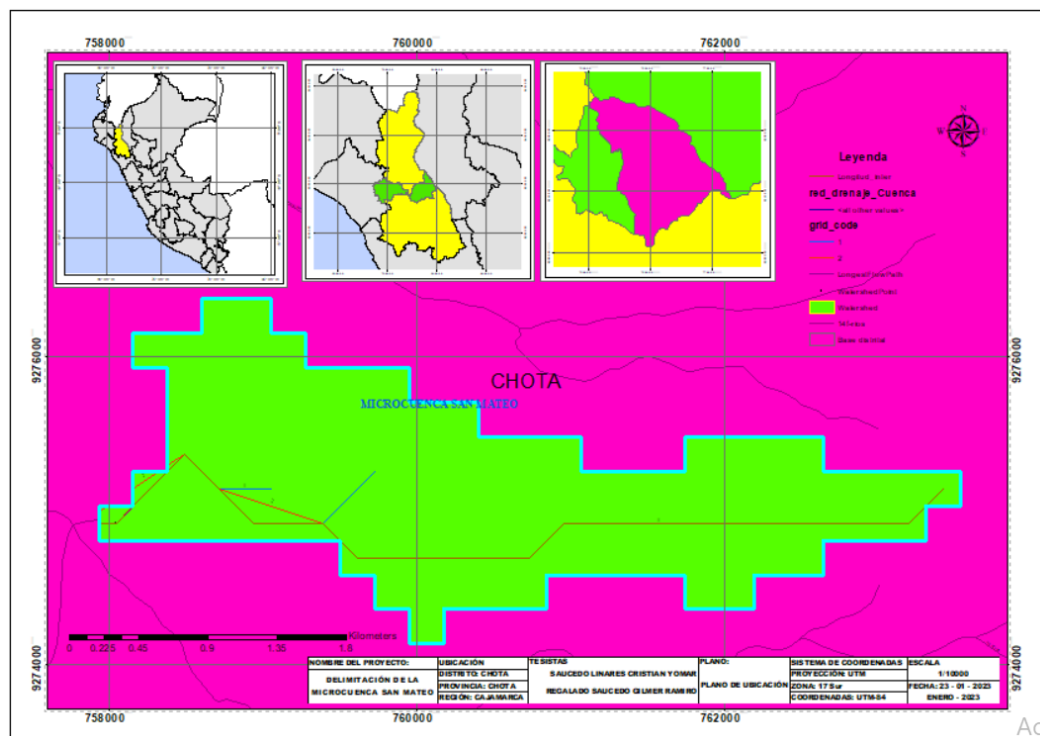
Nota. *En la imagen se aprecia el lugar exacto donde se debe ubicar la Estación Metereológica Automática (EMA) en el ámbito de la Microcuenca Colpamayo en el distrito de Chota. Nota: Fotogrsfís Propia.

4.1.1.2. Microcuenca San Mateo

La microcuenca de la quebrada “San Mateo” es parte de la cuenca hidrográfica del río Chotano, cuya superficie es de 5.4943 km², dicha microcuenca se ubica entre las coordenadas planas UTM 756000 de longitud oeste y 764000 de longitud Este, y 9274000 de Latitud Sur y 9278000 de Latitud Norte.

Figura 29

Microcuenca de la Quebrada San Mateo



La microcuenca San Mateo cuenta con un área total de 5.494323 km², siendo así se clasifica como una Microcuenca Pequeña. En función a la salida de una cuenca la Microcuenca San Mateo se clasifica como una cuenca Exorreica, esto porque el punto de salida de ésta se encuentra en los límites de la misma, desemboca sus aguas en el río Chotano. La microcuenca San Mateo tiene un perímetro de 17.06 km. La longitud del cauce principal es de 6.15 km. Las coordenadas del punto centroide son: 760377.84 m por el Este y 9275158.86 por el Norte.

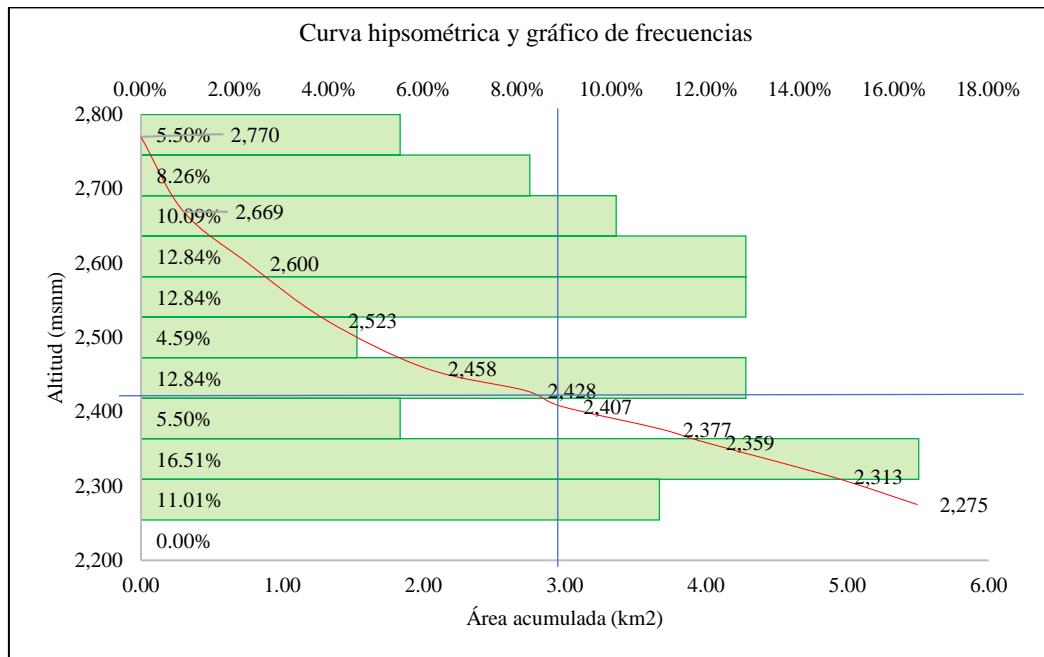
El ancho promedio de la microcuenca San Mateo de 0.89 significa que, en promedio, la distancia entre las orillas de la microcuenca es de 0.89 km, este valor es útil para evaluar la capacidad de la microcuenca para transportar agua, ya que un ancho más amplio puede permitir una mayor cantidad de flujo de agua. El coeficiente de Gravelius de 2.0524 indica que la microcuenca San Mateo tiene una forma alargada y extendida, que puede tener implicaciones en la respuesta hidrológica de la microcuenca, como una mayor velocidad de flujo de agua. El factor de forma de la microcuenca de 0.1452 indica que la microcuenca tiene una forma más estrecha y alargada, lo que influye en el tiempo de concentración de la microcuenca y en la respuesta hidrológica. El radio de circularidad de 0.237 km sugiere que la microcuenca San Mateo tiene una forma media circular. La altitud media de la microcuenca San Mateo de 2,448.99 msnm, esta información es útil para entender las características topográficas de la microcuenca y su influencia en los patrones de lluvia y escorrentía. La pendiente de 12.66% indica que la microcuenca tiene una inclinación promedio, esta pendiente puede influir en la velocidad del flujo de agua, la erosión del suelo y la acumulación de sedimentos.

Tabla 17 *Parámetros Fisiográficos de la Microcuenca San Mateo*

Parámetros Fisiográficos de la Microcuenca San Mateo	Unidad	Microcuenca
Área total de la cuenca	km ²	5.4943
Perímetro de la cuenca	km	17.06
Longitud de río principal	km	6.15
Centroides	Este X	760377.84
	Norte Y	9275158.86
Ancho promedio de la cuenca	km	0.89
Coefficiente de compacidad	-	2.05
Factor de forma	-	0.1452
Radio de Circularidad	km	0.2371
Altitud media	msnm	2,448.99
Pendiente de la microcuenca	%	12.6616

Figura 30

Curva Hipsométrica y Polígono de Frecuencias de la Microcuenca San Mateo



El número de orden de los ríos de orden 1 es 3 y de orden 2 es 2, siendo así el orden es 2. La frecuencia de densidad de los ríos indica la cantidad de ríos presentes en un área determinada, en este caso, se encontró que hay 0.91 ríos por km², esto sugiere que, en esa región en particular, los ríos son relativamente densos. La pendiente media del río principal es otro dato significativo; este valor de 8.04 m/m indica la inclinación promedio del río principal; una pendiente mayor indica un flujo más rápido del agua y una mayor erosión en el lecho del río. La altura media del río principal se refiere a la elevación promedio del río con respecto al nivel del mar; en este caso, se encontró que era de 2522.55 msnm, este dato es útil para comprender la altitud de la zona de estudio y cómo influye en el flujo y comportamiento del río. El tiempo de concentración es otro resultado relevante, este valor de 0.71 horas indica el tiempo que tarda el agua en llegar al río principal desde cualquier punto de la cuenca hidrográfica. La longitud total de

los ríos, que es de 5.23 km, proporciona una idea de la extensión de los ríos en el área de estudio. La densidad de drenaje de la cuenca, que es de 0.953 km/km², indica la cantidad de drenaje presente en la cuenca hidrográfica en relación con la superficie total de la cuenca. Por último, la extensión media del escurrimiento superficial se refiere al área total que se ve afectada por el flujo de agua, en este caso, se encontró que es de 1.049 km², este resultado es importante para comprender la cantidad de área que se ve afectada por el escurrimiento superficial y su influencia en la hidrología local.

Tabla 18

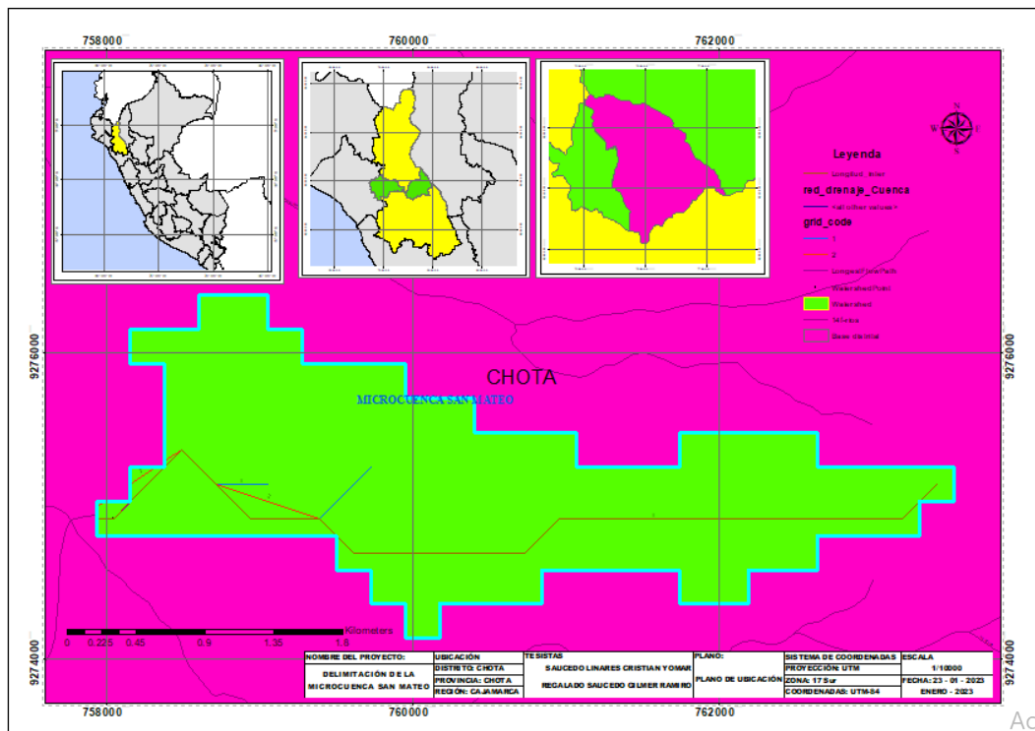
Parámetros Hidrográficos de la Microcuenca San Mateo

Parámetros de la red hidrográfica de la cuenca	Unidad	Microcuenca
Tipo de corriente	-	Intermitente
Orden 1	-	3
Orden 2	-	2
Número de orden de los ríos	-	
Orden 3	-	
Orden 4	-	
Nº Total de ríos	-	5
Grado de ramificación	-	2
Frecuencia de densidad de los ríos (Dr)	ríos/km ²	0.9100
Cotas del cauce principal		
Altitud máxima (Hmax)	msnm	2769.97363
Altitud mínima (Hmin)	msnm	2275.13062
Pendiente media del río principal (Sm)	m/m	8.0442%
Altura media del río principal (H)	msnm	2522.5521
Tiempo de concentración (Tc)	horas	0.7092
Longitud total de los ríos	Km	5.237683
Densidad de drenaje de la cuenca	km/km ²	0.953289969
Extensión media del escurrimiento superficial	KM ²	1.048998765

Nota: El tipo de drenaje de la cuenca es Baja.

Figura 31

Red Hídrica de la Microcuenca San Mateo



a) Preselección del sitio de ubicación geográfica de 01 EMA en el Ámbito de la Microcuenca San Mateo

En la figura 26 se aprecia la delimitación de la Microcuenca San Mateo, en la cual se muestran algunos de los sitios donde se podría instalar la EMA, los cuales han sido preseleccionados en base a las características hidro geomorfológicas analizadas como: pendiente, altitud media, vegetación, accesibilidad, cercanía al cauce principal, entre otras; definiendo finalmente ocho posibles áreas en las que, se podría ubicar la estación meteorológica de la microcuenca San Mateo.

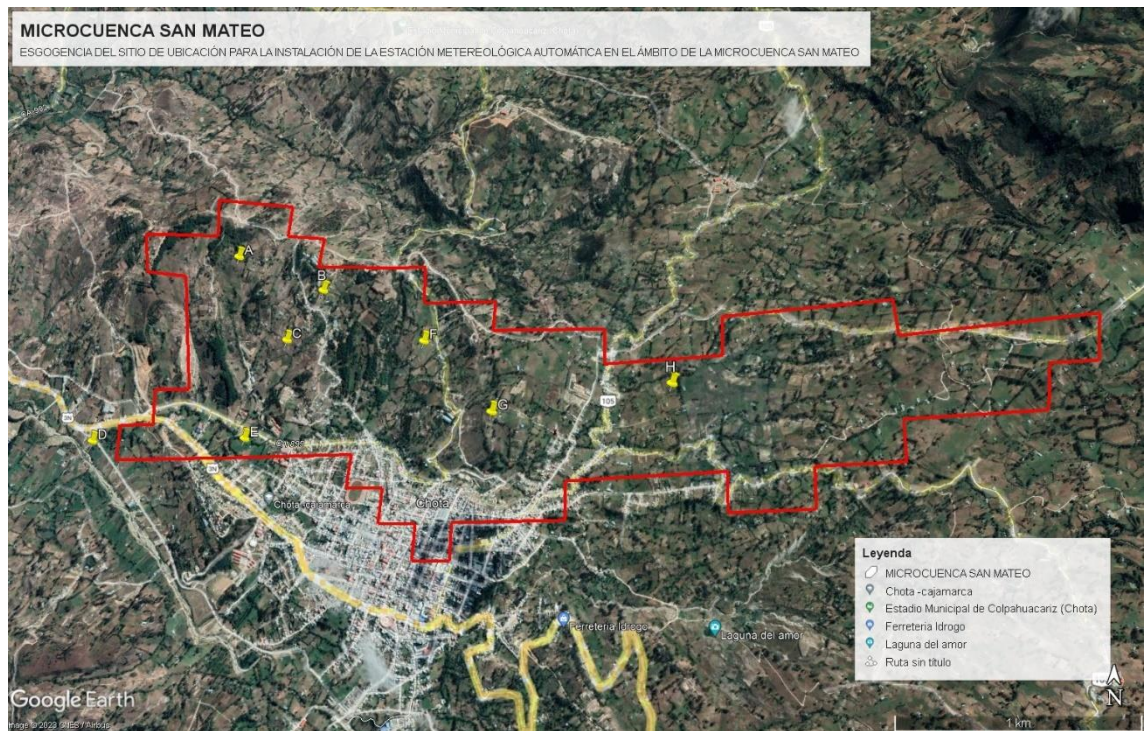
Tabla 19

Pre-Selección de Sitios para Ubicar la Estación Meteorológica Automática en la Estación San Mateo

Sitio	Zona	Coordenada Este (m E)	Coordenada Norte (m S)	Altitud (msnm)
A	17 M	758701.22	9276005.46	2419
B	17 M	759285.86	9275750.08	2423
C	17 M	759022.63	9275490.35	2350
D	17 M	757743.91	9274877.54	2270
E	17 M	758766.07	9274880.30	2292
F	17 M	759938.00	9275424.00	2421
G	17 M	760389.04	9274938.91	2467
H	17 M	761445.00	9275061.00	2531

Figura 32

Pre-Selección de Sitios para Ubicar la Estación Meteorológica Automática en la Estación San Mateo



b) Ponderación de criterios para la selección del sitio de ubicación de la EMA en el ámbito de la Microcuenca San Mateo.

La selección del sitio de ubicación para la instalación de la Estación Meteorológica Automática (EMA) se basó en una cuidadosa evaluación de diferentes criterios, los cuales se detallan en la tabla 20. Estos criterios fueron seleccionados siguiendo las consideraciones de instalación propuestas en el Manual Técnico: MT-DRD-001.

Mediante un proceso de ponderación de estos criterios, se identificaron tres posibles lugares que podrían albergar la EMA. Dos de ellos obtuvieron una puntuación cercana, de 30 y 31, siendo los puntos C y G, respectivamente, mientras que el punto H se destacó con una puntuación superior de 39.

Por lo tanto, con base en un análisis detallado de los criterios y una verificación in situ, se determinó que el punto H es el emplazamiento más idóneo para la EMA.

Tabla 20

Ponderación de Criterios para la Selección del Sitio de Ubicación de la EMA en el Ámbito de la Microcuenca San Mateo

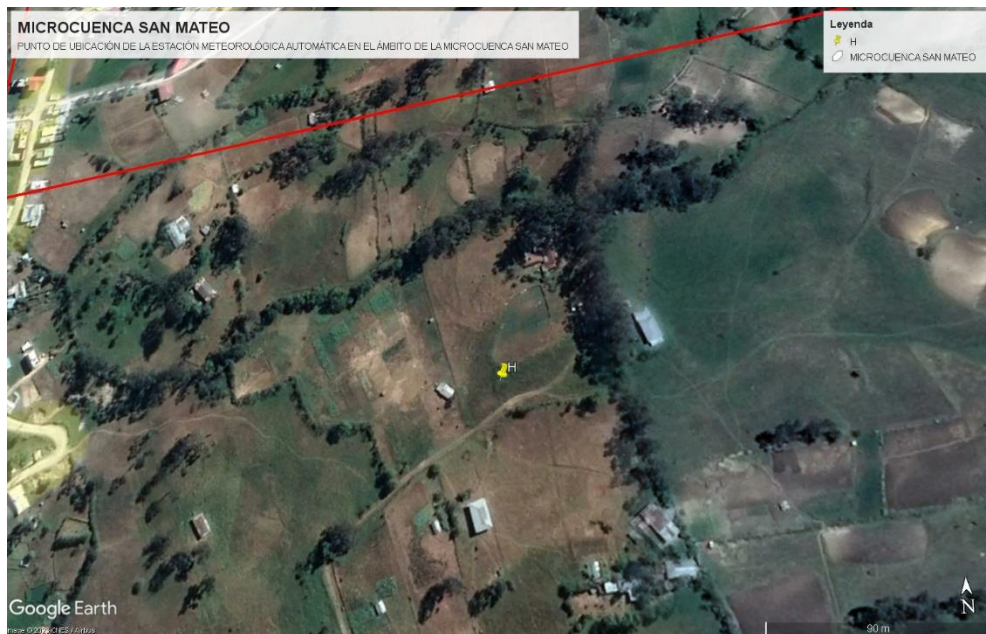
Sitio	Zona	Coordenada Este (m E)	Coordenada Norte (m S)	Altitud	Facilidad de Acceso	Superficie Plana Respecto a su Horizontal	Hierba Corta (máx. 25 cm)	Cercanía árboles, edificios, muros u otros obstáculos fijos o temporales	Tipo de Suelo	Inalterabilidad del Entorno Circundante	Seguridad	Nivel de Conectividad	Superficies Naturales (no representativas) o Artificiales	Construcciones Subterráneas	Cercanía al Centroide de la Microcuenca	Puntuación
A	17 M	758701.22	9276005.46	2419	3	3	2	2	2	2	3	3	1	4	3	28
B	17 M	759285.86	9275750.08	2423	3	1	2	2	2	2	3	3	3	4	4	29
C	17 M	759022.63	9275490.35	2350	2	2	2	3	2	3	3	3	3	4	3	30
D	17 M	757743.91	9274877.54	2270	3	2	2	1	2	2	2	3	3	4	1	25
E	17 M	758766.07	9274880.30	2292	3	3	3	1	2	1	3	3	3	4	1	27
F	17 M	759938.00	9275424.00	2421	1	1	2	1	2	3	2	3	1	4	3	23
G	17 M	760389.04	9274938.91	2467	3	3	3	2	2	2	4	3	1	4	4	31
H	17 M	761445.00	9275061.00	2531	4	4	4	4	2	3	4	3	4	4	3	39

Nota: 0, 1, 2, 3, 4.

c) Selección del sitio de ubicación de la EMA en el ámbito de la Microcuenca San Mateo.

En el ámbito de la Microcuenca San Mateo, a pesar de que su topografía no es tan accidentada como la de la quebrada Colpamayo, resultó difícil encontrar lugares con superficie plana que no estuvieran habitados debido a que una parte de la microcuenca corresponde a área urbana. Durante el recorrido realizado, se identificaron escasos lugares adecuados, entre los cuales se optó por elegir aquel mostrado en la figura 34. Dicho lugar es despejado y dispone de una superficie plana en relación con su horizontal, con hierba de menos de 25 cm de altura. Además, se encuentra ubicado a una distancia considerable de árboles y edificaciones, tal como lo establece el protocolo del Manual Técnico de Instalación y Operación de estaciones en su versión de 2013. Esta ubicación se encuentra a las afueras de la ciudad de Chota, con coordenadas UTM: 761445.00 de longitud Oeste y 9275061.00 de Latitud sur, en la zona 17 Sur, dentro de la carta nacional 14f. Además, se encuentra a una altitud de 2531 msnm en la comunidad de Pacchapampa. La figura 33 muestra una fotografía satelital de las afueras de la ciudad de Chota, en la cual se puede apreciar el lugar más idóneo para la instalación de la Estación Meteorológica Automática.

Figura 33 *Ubicación Geográfica de 01 EMA en el ámbito de la Microcuenca San Mateo.*



Nota. *En la imagen se aprecia el punto exacto donde se debe ubicar la Estación Meteorológica Automática (EMA) en el ámbito de la Microcuenca San Mateo en el distrito de Chota. Nota: Elaboración Propia en programa Google Heart Pro.

Figura 34 *Ubicación Geográfica de 01 EMA en el ámbito de la Microcuenca San Mateo. (Fotografía In Situ)*



Nota. *En la imagen se aprecia el lugar exacto donde se debe ubicar la Estación Metereológica Automática (EMA) en el ámbito de la Microcuenca San Mateo en el distrito de Chota. Nota: Fotogrsfís Propia.

4.1.2. Especificaciones Técnicas para las estaciones meteorológicas e hidrológicas automáticas equipados con tecnología GSM/GPRS en la microcuenca Colpamayo y/o San Mateo

Las estaciones meteorológicas, sin importar su ubicación geográfica, exhiben un conjunto de especificaciones técnicas comunes que se detallan en la tabla 21. Estas especificaciones son de vital importancia para garantizar el correcto funcionamiento y la precisión de los datos recopilados por las estaciones. A continuación, se presentan las especificaciones técnicas comunes que se deben cumplir:

Tabla 21

Especificaciones Técnicas para las Estaciones Meteorológicas Automáticas

(EMA)

Parámetro	Especificación
Velocidad del viento:	<ul style="list-style-type: none"> • Rango de medición: mínimo de 0 a 60 m/s. • Resolución o sensibilidad: No mayor a 0.1 m/s
Dirección del viento:	<ul style="list-style-type: none"> • Rango de medición: mínimo 0 a 359° • Resolución o sensibilidad: No mayor a 1°. • Precisión o exactitud: No mayor a +/- 3° > 1m/s o No mayor a +/- 3° RMSE > 1,0 m/s.
Temperatura del aire:	<ul style="list-style-type: none"> • Rango de medición: mínimo -20° a +50°C. • Resolución: no mayor a 0.1 °C • Precisión o exactitud: No mayor a +/- 0.5°C
Humedad Relativa:	<ul style="list-style-type: none"> • Sensor: Capacitivo • Rango de medición: 0 a 100% (HR) • Resolución: No mayor 1 %HR • Precisión o exactitud: entre +/- 2% a +/- 3.5 % HR
Presión Barométrica:	<ul style="list-style-type: none"> • Sensor: Mens – capacitivo o piezoresistivo. • Rango de medición: entre 300 hPa/mbar a 1200 hPa/mbar • Resolución: No mayor a 0,1hPa/mbar • Precisión o exactitud: No mayor a +/- 0.5 hPa/mbar a 20 °C
Trípode Mástil	<ul style="list-style-type: none"> • Trípode de material de acero inoxidable o Mástil de 3 metros de fierro galvanizado o acero

Parámetro	Especificación
	<ul style="list-style-type: none"> • Sensor: Basculante • Resolución: No mayor a 0.2 mm.
Precipitación es o Lluvias	<ul style="list-style-type: none"> • Precisión o exactitud: no mayor +/- 2 % (mínimo hasta 25 mm/h) o no mayor +/- 2 % con corrección de intensidad • Máximo control de lluvia¹: mínimo 500mm/h • Área Colectora: mínimo 200 cm²
Medición de radiación solar	<ul style="list-style-type: none"> • Rango mínimo: de 0 a 2000 W/ m² • Resolución o sensibilidad: No mayor de 1 W/m² ó no mayor a 50 µV/W/m². • No Linealidad a 1000W/m² < 0.2%. • Respuesta direccional a 1000W/m² < 10 W/m²
Registrador	<ul style="list-style-type: none"> • Fuente de alimentación: panel fotovoltaico o solar. • Caja/ gabinete: NEMA o protección IP mínimo de 65. • Temperatura de operación mínima de: -40 a +60°C. • Memoria de almacenamiento mínimo de 30 MB. • Registrador de datos debe incluir un modem celular integrado al registrador o externo, ambos para tecnología mínima de 2G, 3G con antena integrada o externa.
Accesorios a considerar para el registrador	<p>Batería externa o de respaldo:</p> <p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Voltaje nominal mínima de 12 VDC. • Valvoregulada o de ciclo profundo. • El panel solar o fotovoltaico debe cubrir todos los requerimientos de energía para el funcionamiento de las estaciones meteorológicas, las mismas que incluyen los sensores y modem descritos. En caso el panel no funcione, la batería debe estar dimensionada para energizar la estación por un plazo de un mes como mínimo. <ul style="list-style-type: none"> • Controlador de carga externa o integrado al registrador para batería externa o de respaldo.
Equipo	Conexión de Cable: Con juegos de enchufes y conectores

4.1.2.1. Estación Meteorológica Microcuenca Colpamayo y San Mateo

Tanto la estación meteorológica de la microcuenca Colpamayo como la de San Mateo han sido cuidadosamente ubicadas en sus respectivas microcuencas

¹ Además, se calcula en función del N° de puntas por intervalo multiplicado por el N° de resolución expresado en mm, dando un resultado expresado en mm/h

para asegurar una captación precisa de los datos climáticos. Es importante destacar que ambas estaciones se encuentran en áreas planas y despejadas, lo cual garantiza que no existan obstáculos que puedan interferir con las mediciones, como edificios o árboles que podrían alterar las condiciones atmosféricas cercanas a los instrumentos de medida.

Con el objetivo de brindar el espacio adecuado para la instalación de una amplia gama de instrumentos meteorológicos, cada estación cuenta con un área total de 3.15 m por 3.15 m. Esta generosa superficie proporciona suficiente espacio para albergar todo el equipamiento necesario para llevar a cabo una recolección y análisis exhaustivos de los datos climáticos. Desde anemómetros hasta barómetros, pasando por termómetros y pluviómetros, estas estaciones están listas para recopilar información detallada sobre los diferentes parámetros meteorológicos.

Para garantizar la protección de la valiosa y delicada tecnología que compone las estaciones meteorológicas, se ha rodeado cada una de ellas con un perímetro de malla olímpica resistente. Esta medida de seguridad adicional no solo protege los equipos de posibles daños causados por factores externos, sino que también salvaguarda la integridad de los datos recopilados, evitando cualquier interferencia no deseada que pueda afectar la precisión de los registros.

En el interior de cada estación meteorológica, se encuentran varios instrumentos meticulosamente colocados para medir de manera precisa y confiable los diversos parámetros meteorológicos. Desde la temperatura hasta la humedad, pasando por la velocidad y dirección del viento, estos instrumentos están cuidadosamente calibrados y monitoreados para garantizar mediciones exactas y confiables. La información recopilada por estos instrumentos es vital

para comprender y predecir las condiciones climáticas en la microcuenca, lo que contribuye en gran medida al manejo efectivo de los recursos naturales y a la toma de decisiones informadas sobre la conservación. En el interior de la estación meteorológica, se encuentran varios instrumentos para medir diferentes parámetros meteorológicos.

- Anemómetro: Para medir la velocidad y dirección del viento.
- Pluviómetro: Para medir la cantidad de precipitación.
- Termómetros: Para registrar la temperatura del aire.
- Higrómetro: Para medir la humedad relativa.
- Barómetro: Para medir la presión atmosférica.
- Radiómetro solar: Para registrar la radiación solar incidente. partículas suspendidas y gases.
- Panel solar: Que garantice el correcto funcionamiento de los diferentes sensores

Figura 35 *Detalle en Planta de la Estación Meteorológica*

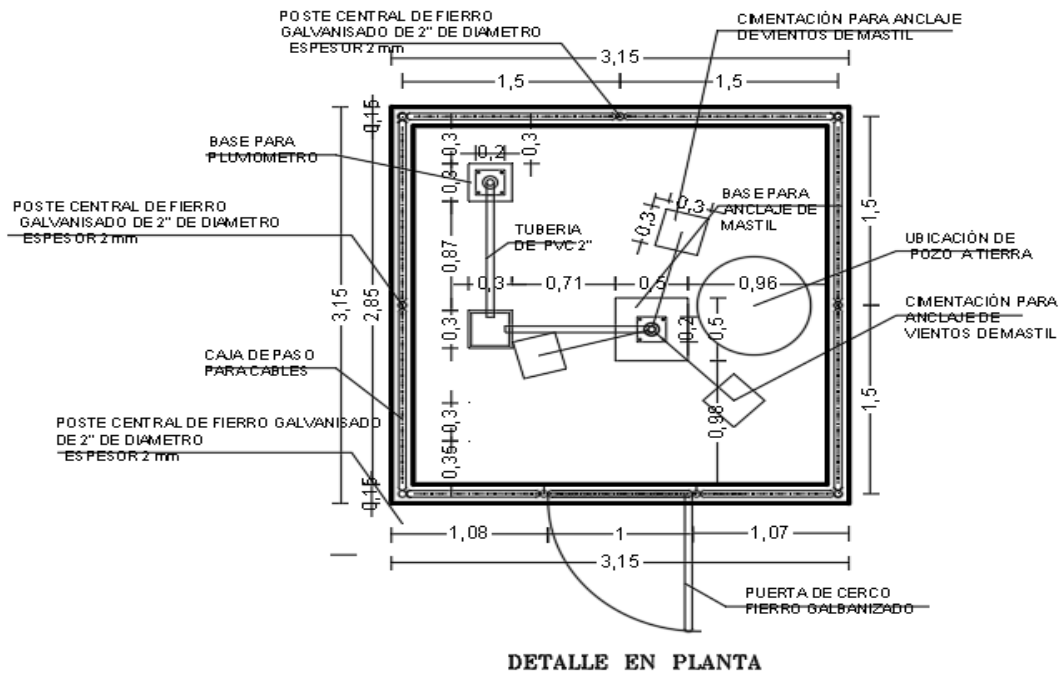


Figura 36 Detalle de Cerco Perimetral de la Estación Meteorológica

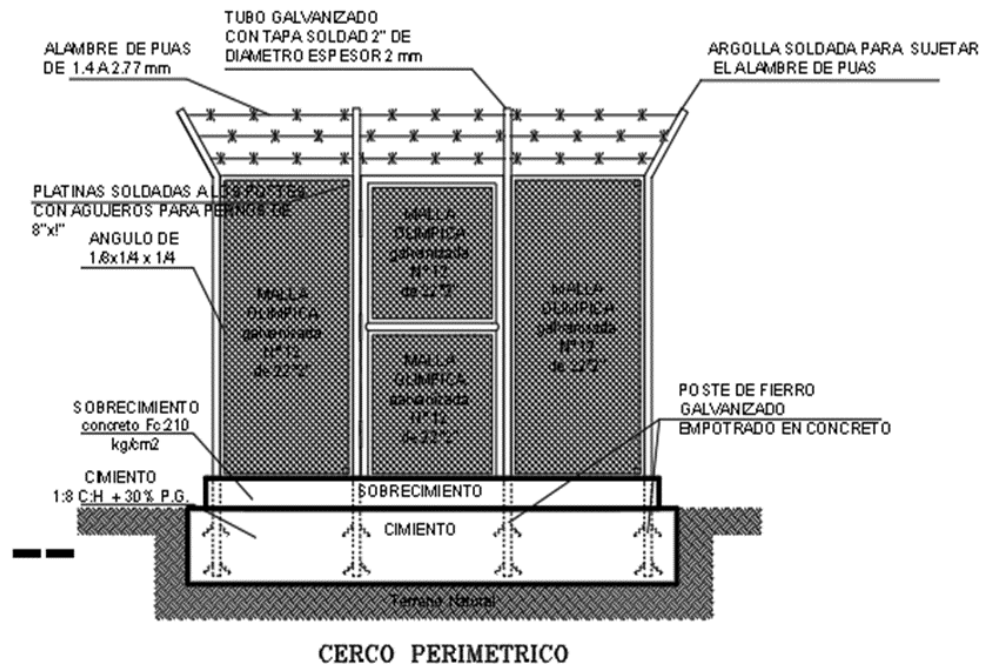


Figura 37 Detalle en Perfil de la Estación Meteorológica

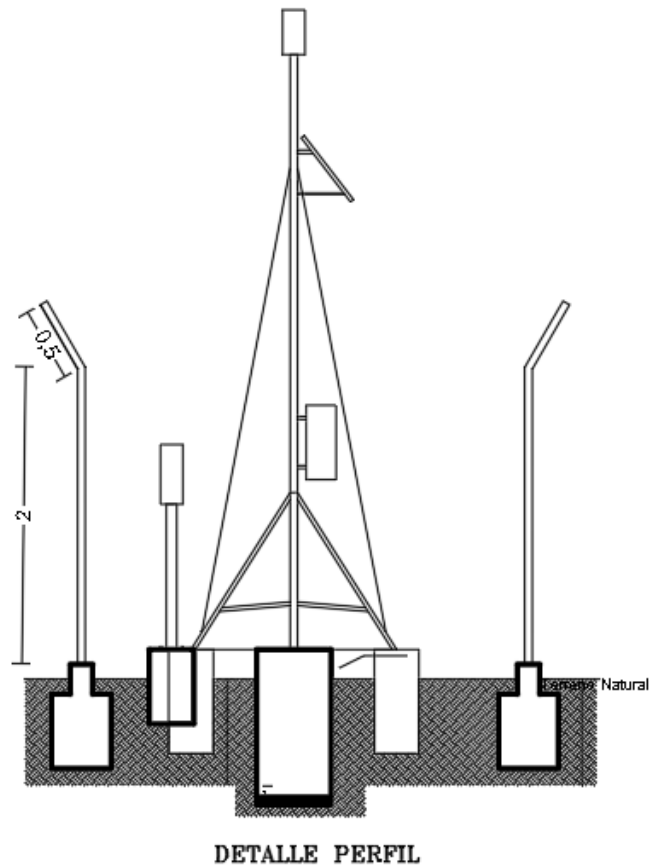


Figura 38

Pozo tierra

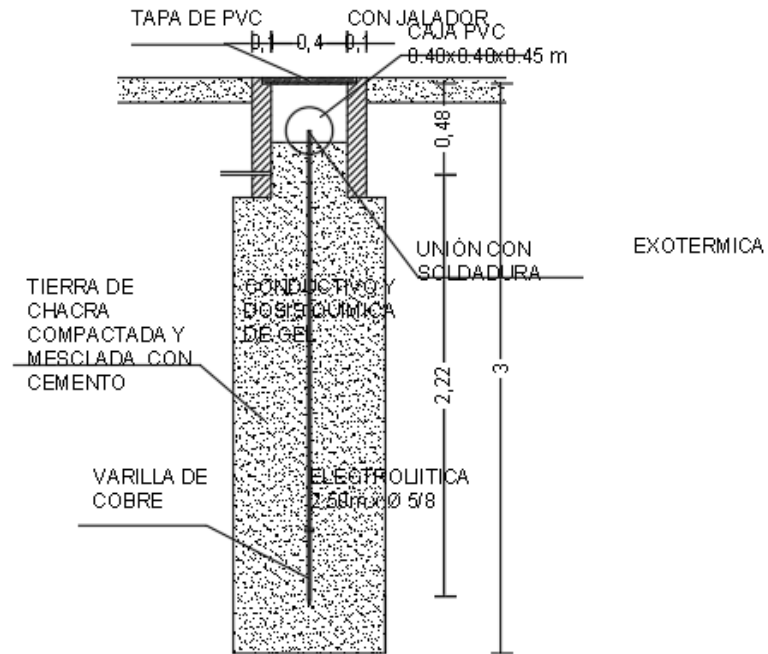


Figura 39

Detalle de Cimentación de Pluviómetro

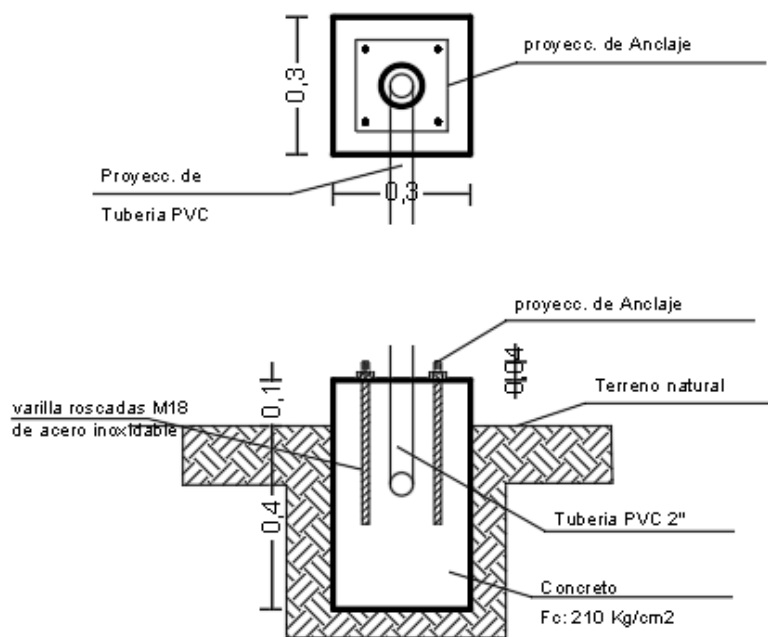
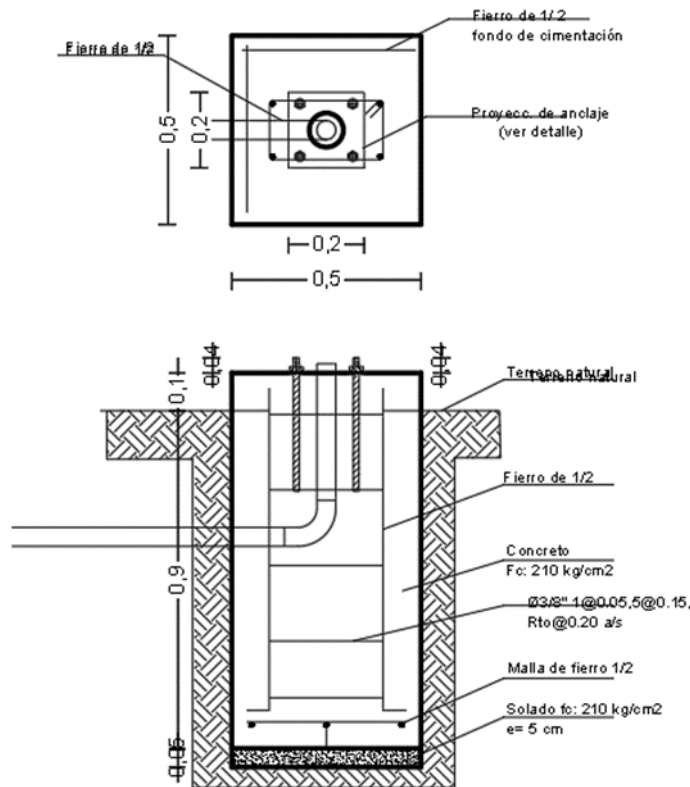


Figura 40

Detalle de cimentación de mástil principal



4.1.2.2. Estación Hidrológica Microcuenca Colpamayo

Tomando en cuenta que, la estación hidrométrica debe colocarse en un lugar estratégico que permita obtener mediciones precisas y representativas del caudal del agua, se ha ubicado en un tramo del río Colpamayo con corriente constante, preferiblemente donde el agua fluye de manera uniforme. En este emplazamiento se realizó el levantamiento topográfico de 100 m del cauce, para definir la sección de control, integrada por estructuras de concreto armado que ocupan una longitud de 30 m, con cable de acero de ½ pulgada serie 6x9 tipo boa con grapas del mismo diámetro, con dos torres con postes de 2.50 y 2.90 m de altura, con poleas de 20 cm de diámetro, así mismo, cada orilla de la quebrada Colpamayo se ancla a una cámara de concreto ciclópeo y a torres con tubos de acero de 5 pulgadas de diámetro en ambos lados de la quebrada Colpamayo.

Pero, la estación hidrométrica también debe contar con equipos adecuados para medir el caudal del agua. La selección de equipos para una estación hidrométrica automática dependerá de los requerimientos específicos de monitoreo de cada sitio. Sin embargo, algunos equipos comunes que se suelen utilizar son los siguientes: sensor de nivel de agua, sensor de caudal, limnómetro, pluviómetro, anemómetro, registrador de datos, transmisor de datos GPRS.

En la estación hidrométrica Colpamayo se han considerado los siguientes equipos: un limnómetro de presión modelo GT-LMN para medir la altura del agua, un molinete para medir la velocidad de la corriente y un registrador para almacenar los datos obtenidos, conectados a un sensor. El sensor para medir el caudal se ubicará al margen de la quebrada Colpamayo en una estructura de concreto armado con un brazo de tubo de acero cuadrado de 2x1 pulgadas el cual sostendrá al sensor en la sección topográfica definida en relación a la altura máxima de los últimos eventos que ha habido en la zona, utilizando para ello la fórmula de Manning y la del caudal. Para integrar esta fórmula con la fórmula del caudal, se puede seguir los siguientes pasos: Determinar la velocidad media del flujo utilizando la ecuación de Manning, considerando valores adecuados de coeficiente de rugosidad (n) y pendiente del canal (S). Medir el área transversal de la sección del flujo. Calcular el radio hidráulico (R) utilizando el área transversal (A) y el perímetro mojado (P). Y determinar el caudal.

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} \times S^{1/2} \quad (1)$$

$$Q = V \times A \quad (2)$$

Donde: V es la velocidad media del flujo, n es el coeficiente de rugosidad de Manning (que depende del lecho y vegetación), R es el radio hidráulico (A/P), A es el área transversal de la sección, P el perímetro mojado, S es la pendiente.

Figura 41

Sección Transversal del Cauce del Río Colpamayo



Antes de empezar a operar la estación hidrométrica, es importante calibrar y verificar los equipos de medición para asegurar que están funcionando correctamente. Los limnómetros de presión generalmente utilizan la ecuación de Bernoulli para relacionar la presión medida con el nivel de agua. La ecuación de calibración de un limnómetro de presión es una relación funcional que permite determinar la altura del nivel del agua en un cuerpo de agua a partir de la presión medida por el limnómetro. La ecuación de calibración se basa en la relación entre la presión hidrostática y la altura de agua en un sistema cerrado.

$$H = a + b \times P \quad (3)$$

Donde: H es la altura del nivel del agua en la unidad de medida correspondiente (m), a es el término de compensación o desplazamiento, que representa una altura adicional o fija que se debe agregar o restar a la altura medida, b es el término de escala, que es el factor de conversión entre la presión medida y la altura del nivel de agua deseada, P es la presión hidrostática medida por el limnómetro en la unidad de medida correspondiente (por ejemplo, Pascal).

Tabla 22

Torre 01 y 02 de la Estación Hidrológica de la Microcuenca Colpamayo

	TORRE 01		TORRE 02	
ZAPATA	ANCHO	1.50 m	ANCHO	1.45 m
	LARGO	1.50 m	LARGO	1.45 m
	ALTURA	1.20 m	ALTURA	1.20 m
POSTE	Polea de 20 cm de diámetro		Polea de 20 cm de diámetro	
	Poste metálico de Ø=5		Poste metálico de Ø=5	
	ALTURA	2.90 m	ALTURA	2.50 m

Tabla 23

Cámara de Anclaje 01, Estación Hidrológica de la Microcuenca Colpamayo

	CÁMARA DE ANCLAJE 01		CÁMARA DE ANCLAJE 02	
ANCHO	1.00 m	ANCHO	1.00 m	
LARGO	2.00 m	LARGO	2.00 m	
ALTURA	1.30 m	ALTURA	1.30 m	
Varilla pasante de acero corrugado de Ø 1" x 1.2 m				

Figura 42

Detalle en Perfil de la Estación Hidrológica Colpamayo

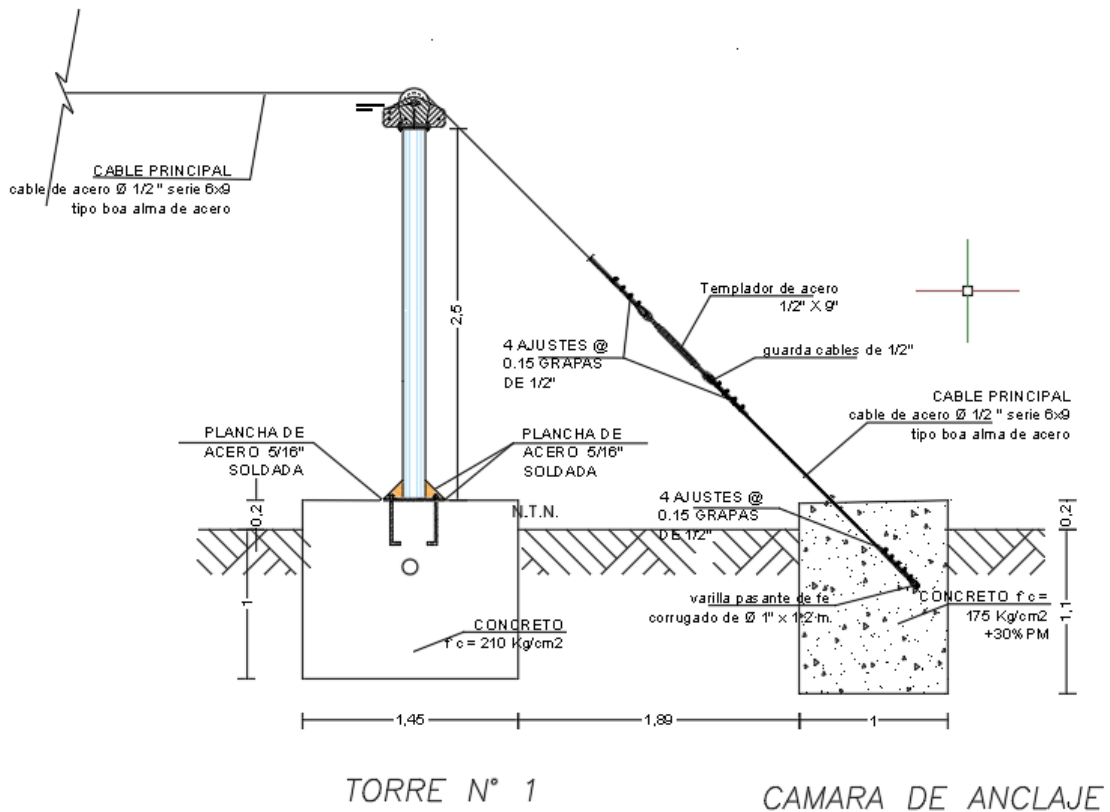
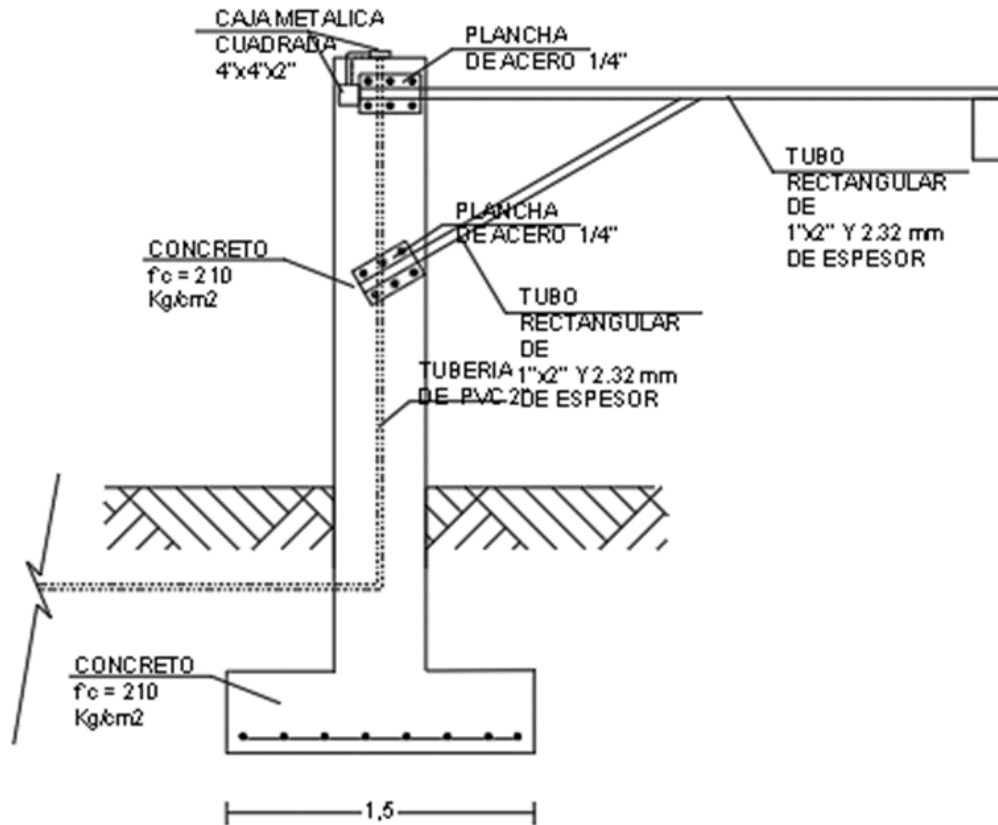


Figura 43

Detalle del Censor de Nivel de Agua la Quebrada Colpamayo



4.1.2.3. Estación Hidrológica Microcuenca San Mateo

Tomando en cuenta que, la estación hidrométrica debe colocarse en un lugar estratégico que permita obtener mediciones precisas y representativas del caudal del agua, se ha ubicado en un tramo del río San Mateo con corriente constante, preferiblemente donde el agua fluye de manera uniforme. En este emplazamiento se realizó el levantamiento topográfico de 100 m del cauce, para definir la sección de control, integrada por estructuras de concreto armado que ocupan una longitud de 25 metros por lo que se usará cable de acero de 1/2 pulgada serie 6x9 tipo boa para el bloque de recorrido lo cual será anclado por el Lado Este con una cámara de anclaje y un poste de acero de 5 pulgadas de diámetro.

Por la topografía que presenta por el lado Oeste se ha optado solo por el anclaje de una cámara de anclaje de mayores dimensiones enganchando el cable acero a un riel de acero, así mismo, cada orilla de la quebrada San Mateo se ancla a una cámara de concreto ciclópeo y a torres con tubos de acero de 5 pulgadas de diámetro en ambos lados de la quebrada San Mateo.

Pero, la estación hidrométrica también debe contar con equipos adecuados para medir el caudal del agua. La selección de equipos para una estación hidrométrica automática dependerá de los requerimientos específicos de monitoreo de cada sitio. Sin embargo, algunos equipos comunes que se suelen utilizar son los siguientes: sensor de nivel de agua, sensor de caudal, limnómetro, pluviómetro, anemómetro, registrador de datos, transmisor de datos GPRS.

En la estación hidrométrica San Mateo se han considerado los siguientes equipos: un limnómetro de presión modelo GT-LMN para medir la altura del agua, un molinete para medir la velocidad de la corriente y un registrador para almacenar los datos obtenidos, conectados a un sensor. El sensor para medir el caudal se ubicará a majen de la quebrada San Mateo en una estructura de concreto armado con un brazo de tubo de acero cuadrado de 2x1 pulgadas el cual sostendrá al sensor en la sección topográfica definida en relación a la altura máxima de los últimos eventos que ha habido en la zona, utilizando para ello la fórmula de Manning y la del caudal. Para integrar esta fórmula con la fórmula del caudal, se puede seguir los siguientes pasos: Determinar la velocidad media del flujo utilizando la ecuación de Manning, considerando valores adecuados de coeficiente de rugosidad (n) y pendiente del canal (S). Medir el área transversal de la sección del flujo. Calcular el radio hidráulico (R) utilizando el área transversal (A) y el perímetro mojado (P). Y determinar el caudal.

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} \times S^{1/2} \quad (1)$$

$$Q = V \times A \quad (2)$$

Donde: V es la velocidad media del flujo, n es el coeficiente de rugosidad de Manning (que depende del lecho y vegetación), R es el radio hidráulico (A/P), A es el área transversal de la sección, P el perímetro mojado, S es la pendiente.

Figura 44

Sección Transversal del Cauce de la Quebrada San Mateo



Antes de empezar a operar la estación hidrométrica, es importante calibrar y verificar los equipos de medición para asegurar que están funcionando correctamente. Los limnómetros de presión generalmente utilizan la ecuación de Bernoulli para relacionar la presión medida con el nivel de agua. La ecuación de calibración de un limnómetro de presión es una relación funcional que permite determinar la altura del nivel del agua en un cuerpo de agua a partir de la presión medida por el limnómetro. La ecuación de calibración se basa en la relación entre la presión hidrostática y la altura de agua en un sistema cerrado.

$$H = a + b \times P \quad (3)$$

Donde: H es la altura del nivel del agua en la unidad de medida correspondiente (m), a es el término de compensación o desplazamiento, que representa una altura

adicional o fija que se debe agregar o restar a la altura medida, b es el término de escala, que es el factor de conversión entre la presión medida y la altura del nivel de agua deseada, P es la presión hidrostática medida por el limnómetro en la unidad de medida correspondiente (por ejemplo, Pascal).

Tabla 24

Torre 01 de la Estación Hidrológica de la Microcuenca San Mateo

TORRE 01		
ZAPATA	ANCHO	1.50 m
	LARGO	1.50 m
	ALTURA	1.20 m
POSTE	Polea de 20 cm de diámetro	
	Poste metálico de Ø=5	
	ALTURA	2.90 m

Tabla 25

Cámara de Anclaje 01, Estación Hidrológica de la Microcuenca San Mateo

CÁMARA DE ANCLAJE 01		CÁMARA DE ANCLAJE 02	
ANCHO	1.00 m	ANCHO	1.20 m
LARGO	2.00 m	LARGO	2.00 m
ALTURA	1.30 m	ALTURA	1.30 m
Varilla pasante de acero corrugado de Ø 1" x 1.2 m		2 varillas pasantes de acero corrugado de Ø 1" x 1.2 m en riel	

Figura 45 Detalle en Perfil de la Estación Hidrológica San Mateo

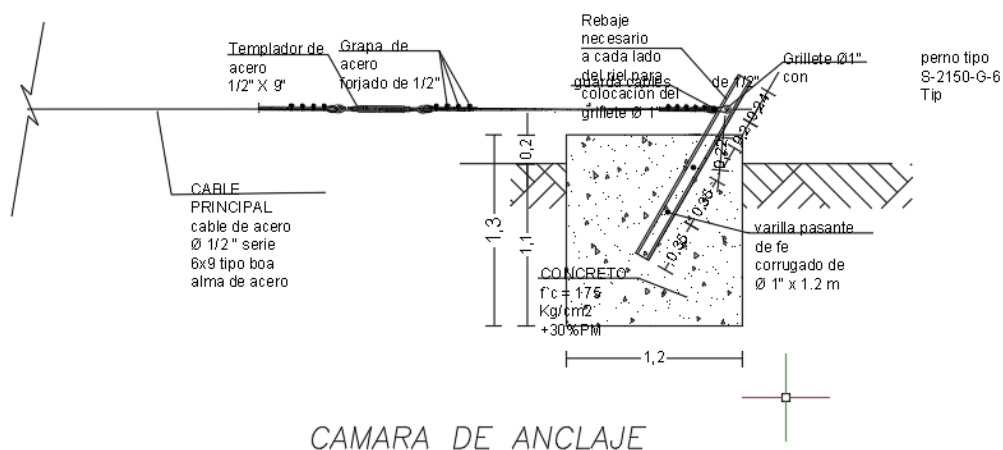


Figura 46

Detalle en Perfil de la Estación Hidrológica San Mateo.

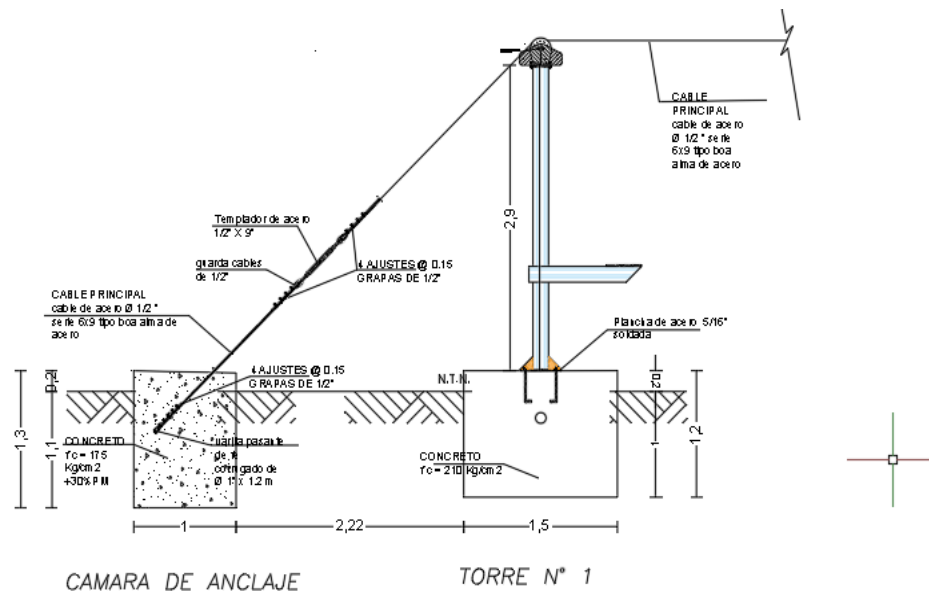
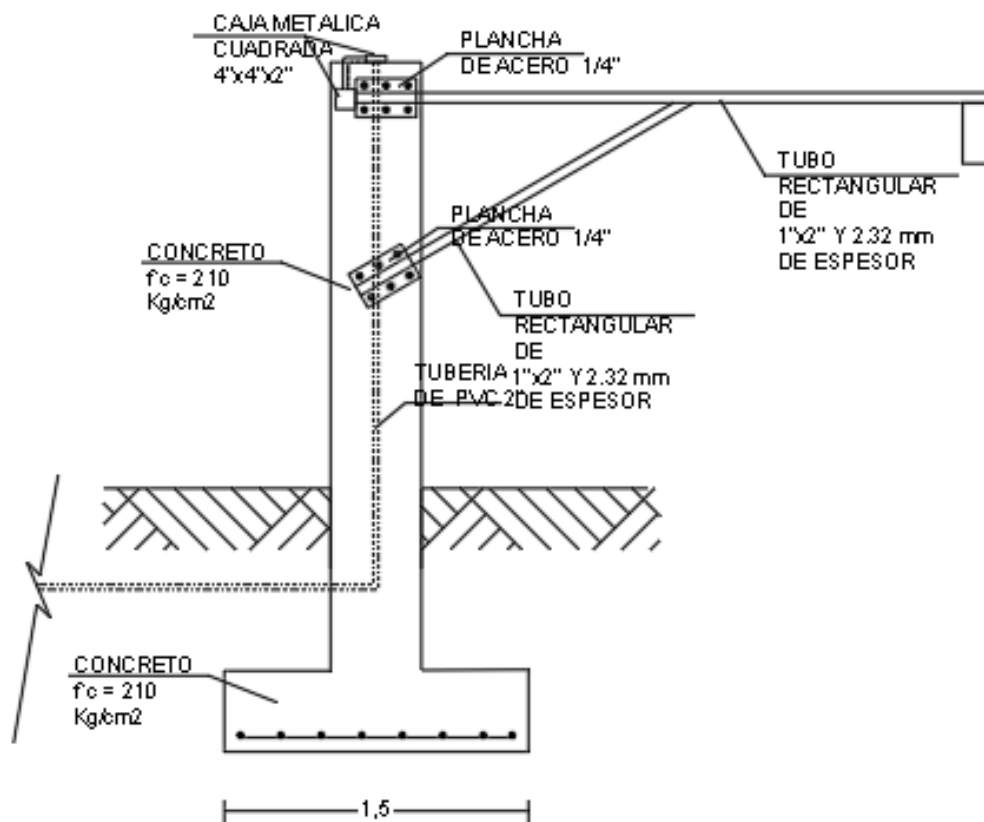


Figura 47

Detalle del Sensor de Nivel de Agua la Quebrada San Mateo



4.1.3. Monitoreo ambiental en la microcuenca Colpamayo y/o San Mateo

4.1.3.1. Microcuenca Colpamayo

Las precipitaciones pluviométricas transferidas de la estación Chota a la microcuenca Colpamayo hacen evidente el proceso pluvial intenso y de duración intermedia en el cauce, debido a que, las precipitaciones en la microcuenca Colpamayo son mayores a las de la estación Chota. La mayor precipitación pluvial se dio en el año 1975 donde la lluvia alcanzó 79.41 mm/hr. Así mismo, en los 40 años de data histórica, porque 10 años de los 50 años (data del año 1971 al 2021) no tienen registro alguno de precipitaciones pluviales, las precipitaciones generalmente alcanzan de 0 a 40 mm, siendo los meses con mayor intensidad abril, febrero, marzo y noviembre. Así mismo, se ha verificado que, el modelo Log-Pearson tipo III se ajusta a los datos, se ha realizado el análisis de frecuencia y se ha planteado el hietograma de precipitaciones para Tr de 10, 25, 50, 100, 200 y 500 años, con el objetivo de que, estos sirvan como medio de control de la agresividad climática y la concentración de precipitaciones en la microcuenca.

Figura 48 Precipitaciones Pluviales Transferidas a la Microcuenca Colpamayo

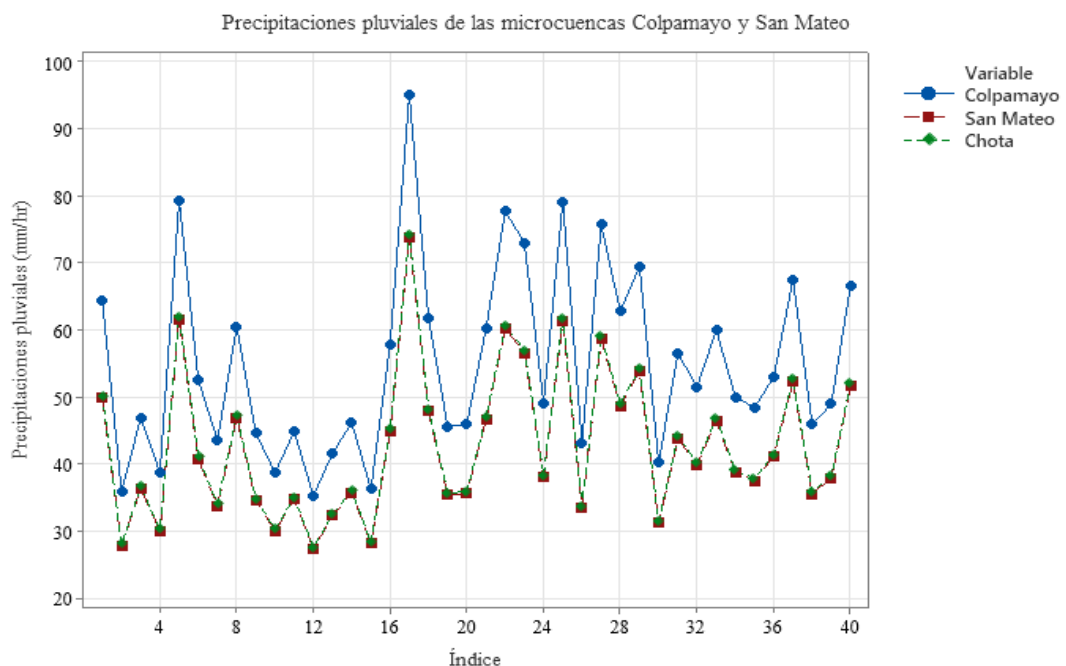


Tabla 26*Precipitaciones Pluviales Transferidas a la Microcuenca Colpamayo*

Año	Precipitaciones máximas en 24 h Estación Chota	Precipitaciones máximas en 24 h Microcuenca Colpamayo
1971	50.20	64.30
1972	28.00	35.86
1973	36.60	46.88
1974	30.20	38.68
1975	62.00	79.41
1976	41.00	52.52
1977	34.00	43.55
1978	47.20	60.46
1979	34.80	44.57
1980	30.20	38.68
1981	35.00	44.83
1982	27.50	35.22
1994	32.50	41.63
1995	36.00	46.11
1996	28.30	36.25
1997	45.20	57.90
1998	74.30	95.17
1999	48.20	61.74
2000	35.60	45.60
2001	35.90	45.98
2002	47.00	60.20
2003	60.70	77.75
2004	57.00	73.01
2005	38.30	49.06
2006	61.80	79.16
2007	33.70	43.17
2008	59.10	75.70
2009	49.00	62.76
2010	54.20	69.42
2011	31.40	40.22
2012	44.10	56.49
2013	40.20	51.49
2014	46.80	59.94
2015	39.00	49.95
2016	37.80	48.42
2017	41.40	53.03
2018	52.70	67.50
2019	35.80	45.86
2020	38.20	48.93
2021	52.00	66.61

Figura 49

Máxima Precipitación Pluvial según Mes en la Microcuenca Colpamayo

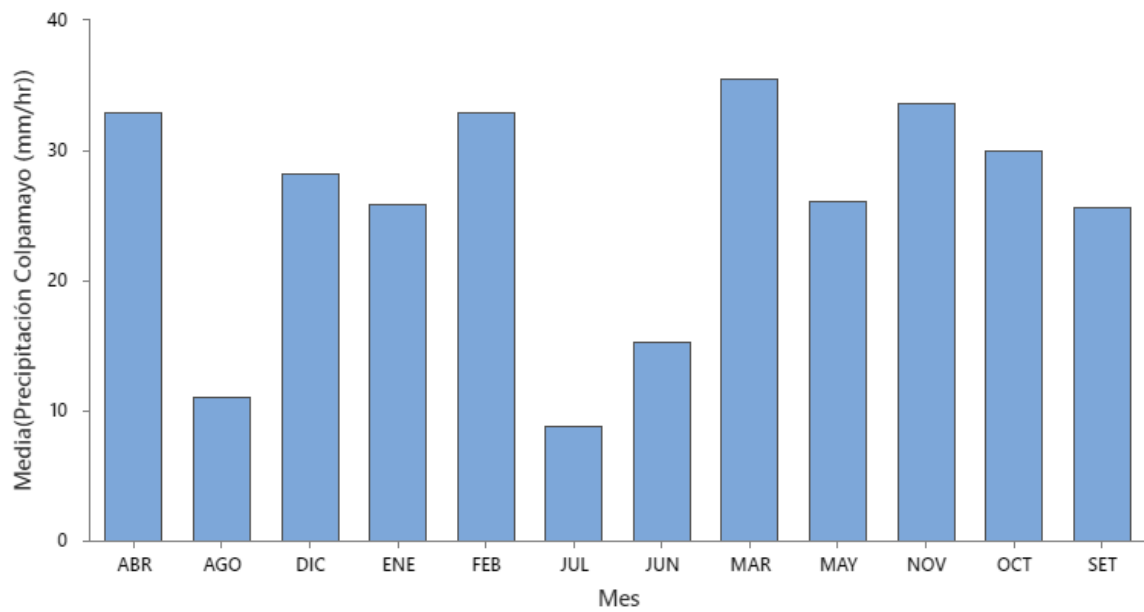


Figura 50

Mapa de Calor de las Máximas Precipitaciones Pluviales según Mes en la Microcuenca Colpamayo

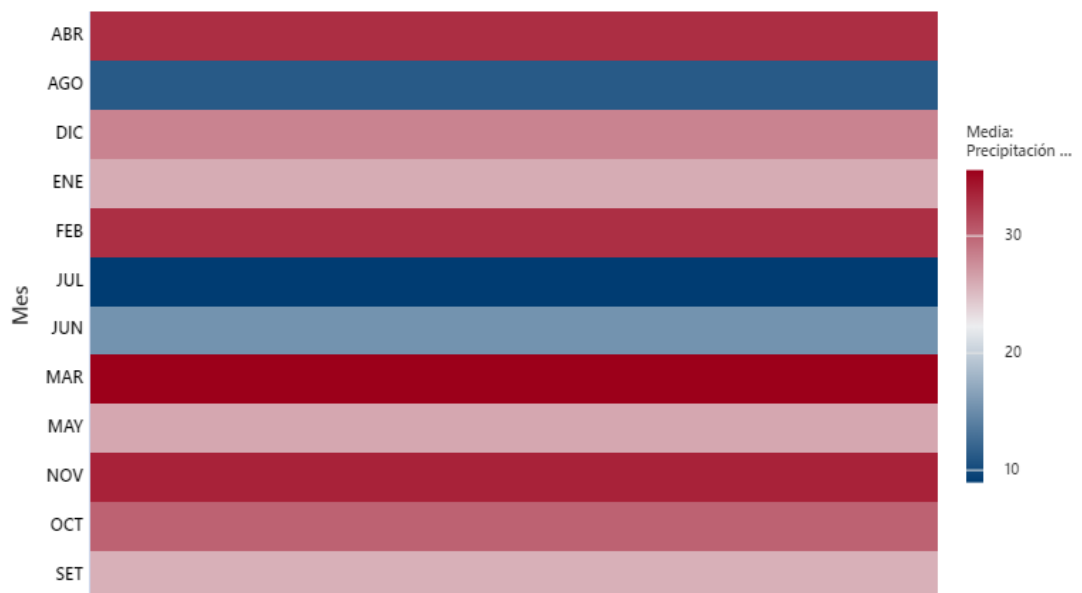


Figura 51

Frecuencia de Precipitaciones Pluviales de la Microcuenca Colpamayo

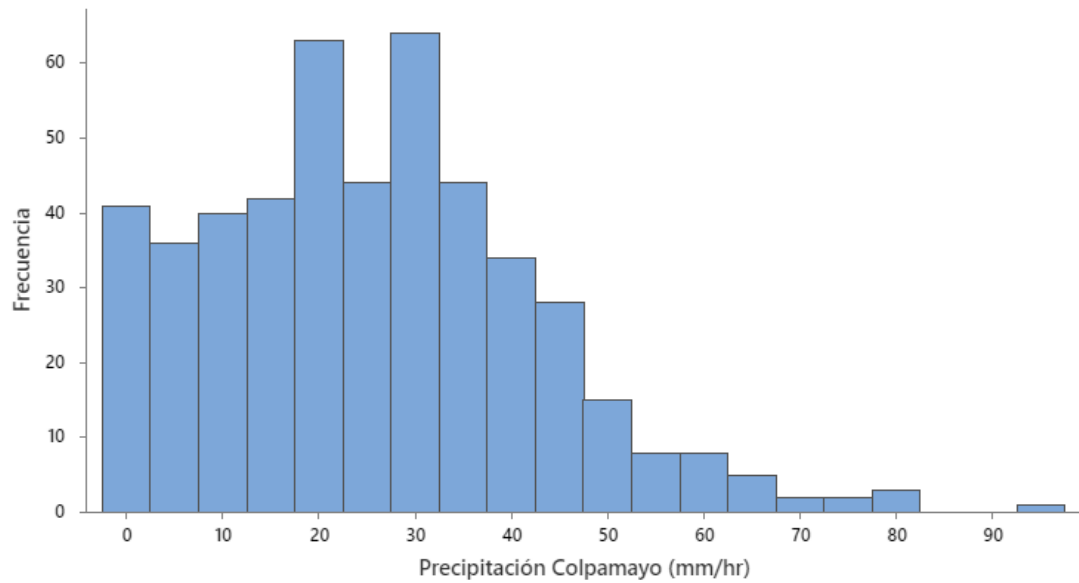


Tabla 27

Precipitación Pluvial según Periodo de Retorno en la Microcuenca Colpamayo

Microcuenca Colpamayo		
Periodo de retorno T (años)	Probabilidad de excedencia q	Precipitación correspondiente XT (mm)
10	0.100	73.78
25	0.040	84.57
50	0.020	92.67
100	0.010	100.84
200	0.005	109.11
500	0.002	120.27

Figura 52

Hietograma de Precipitaciones de la Microcuenca Colpamayo para Tr 10 años

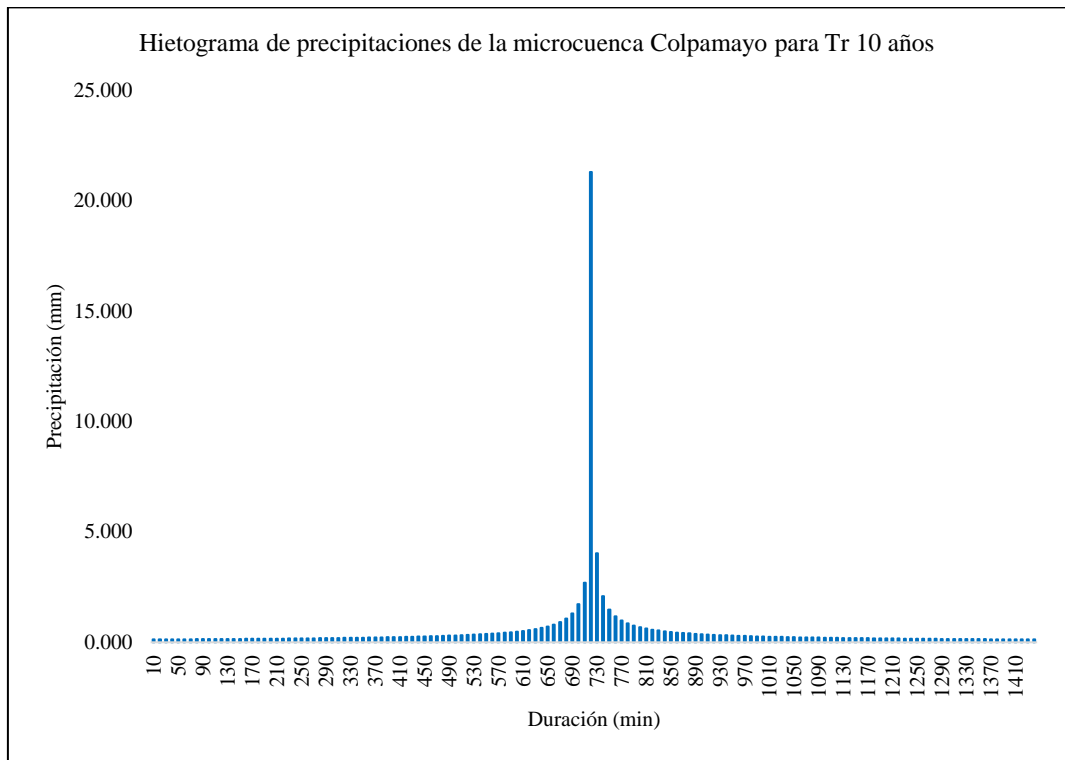


Figura 53

Hietograma de Precipitaciones de la Microcuenca Colpamayo para Tr 25 años

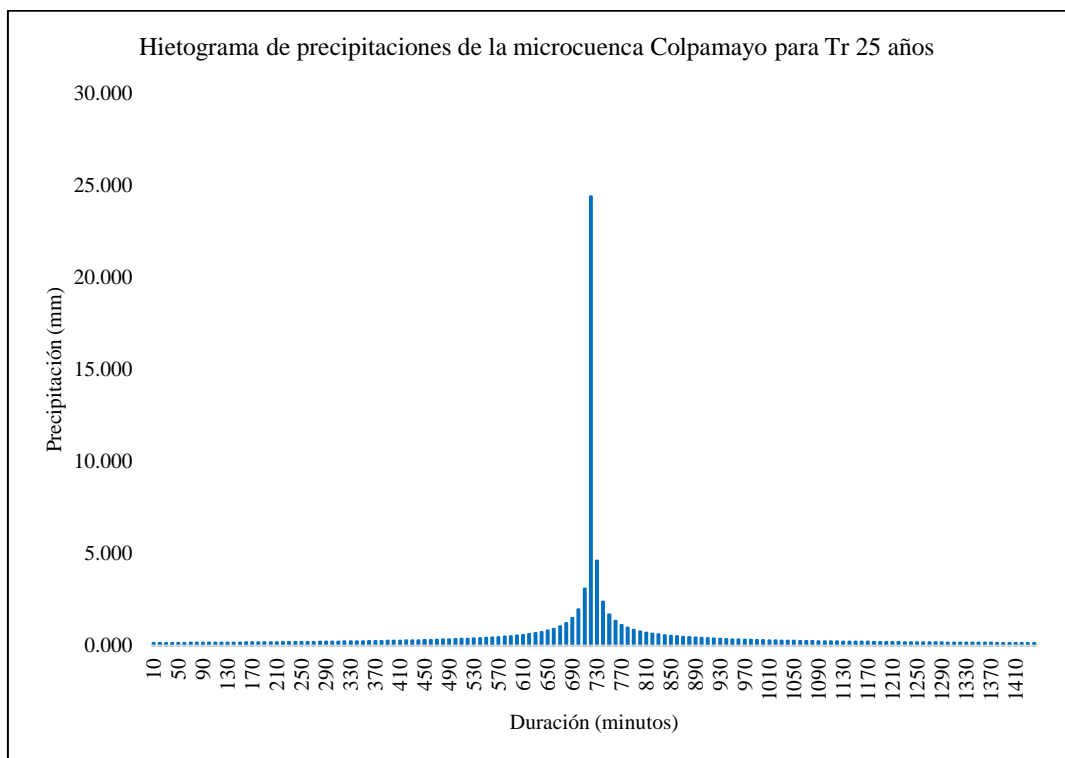


Figura 54

Hietograma de Precipitaciones de la Microcuenca Colpamayo para Tr 50 años

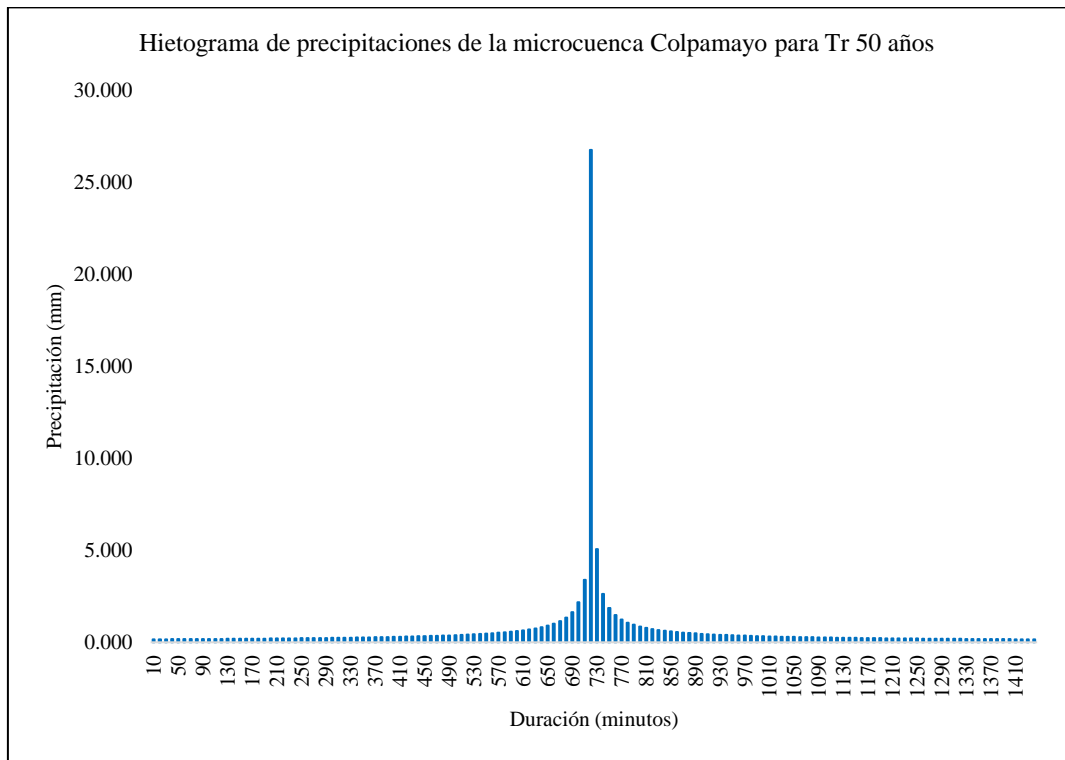


Figura 55

Hietograma de Precipitaciones de la Microcuenca Colpamayo para Tr 100 años

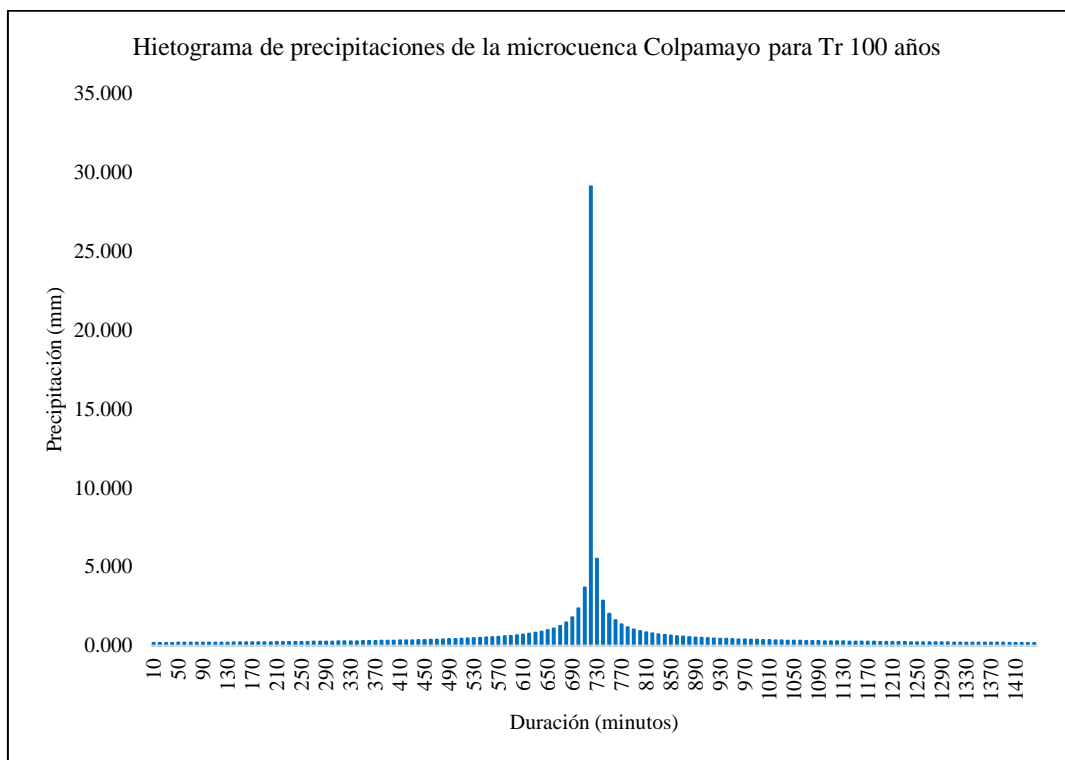


Figura 56

Hietograma de Precipitaciones de la Microcuenca Colpamayo para Tr 200 años

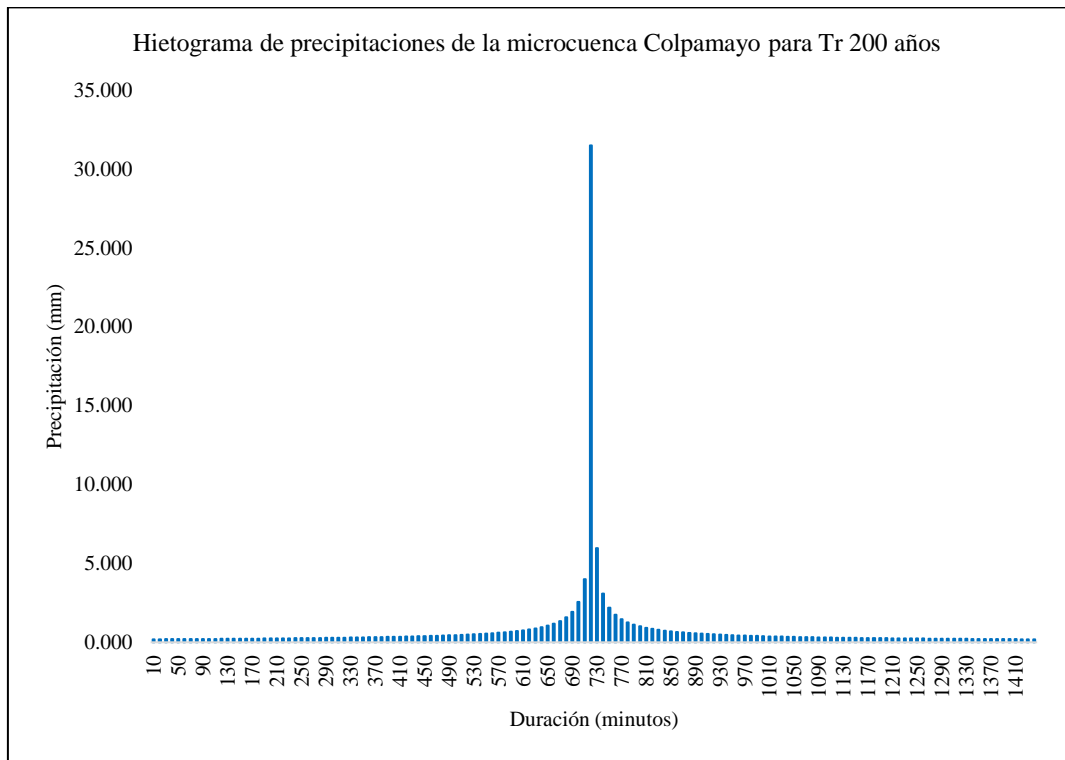
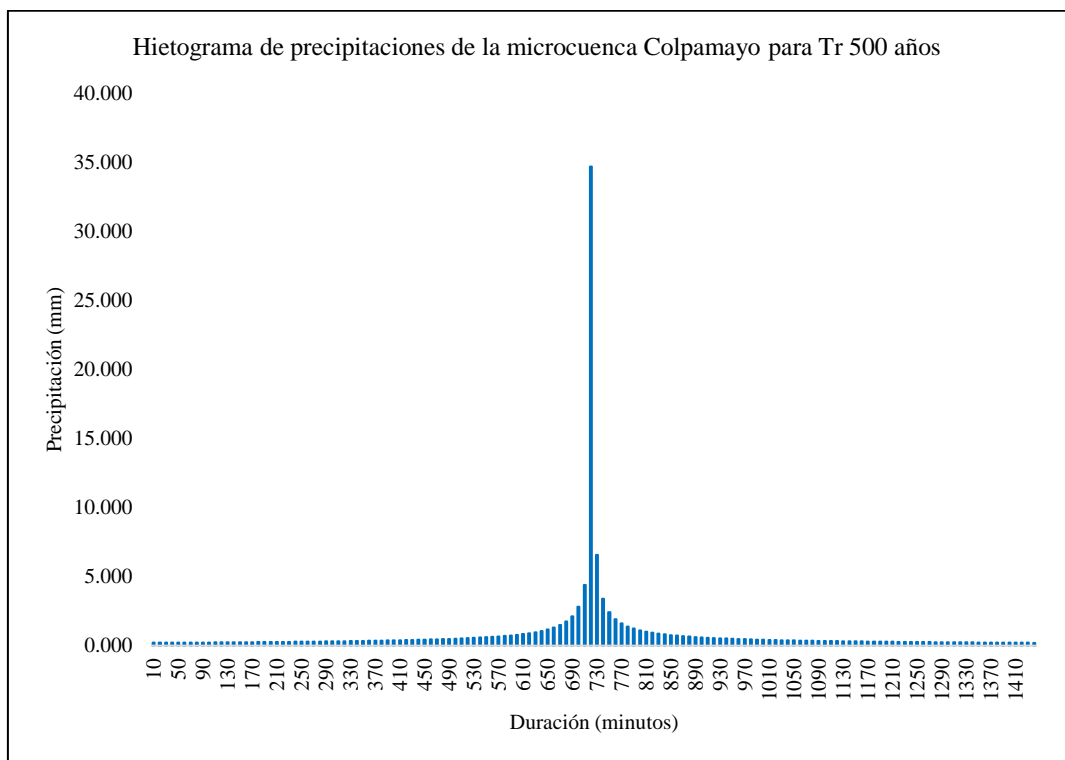


Figura 57

Hietograma de Precipitaciones de la Microcuenca Colpamayo para Tr 500 años



Respecto a la temperatura en la microcuenca Colpamayo varía entre -2 °C a 34 °C, con máximas temperaturas en el mes de enero y julio, mientras que, las temperaturas más bajas se han dado consecuentemente algunos días de noviembre y diciembre coincidiendo así con aquellos meses de alta precipitación pluvial, siendo así el histograma se concentra de 0 a 40 °C para temperaturas máximas y de 0 °C a 22.5 °C para las temperaturas mínimas. Además, cabe recalcar que, a lo largo del tiempo de registro de la data (data del año 1993 al 2018, 25 años), la temperatura máxima cada año ha alcanzado en promedio un valor similar al año anterior, siendo en promedio el año 2008 el que presenta menor temperatura, algo similar sucede con las temperaturas mínimas donde en promedio tienen una variación constante al paso del tiempo, siendo el año 2009 en el que se alcanzó en promedio la mayor temperatura mínima. El análisis de la variación de la temperatura como parte del monitoreo ambiental coadyuba a verificar si existen cambios significativos en la misma a causa del cambio climatológico.

Tabla 28

Temperatura en la Microcuenca Colpamayo

MES	Máy. de Temperatura máxima diaria (°C)	Mín. de Temperatura mínima diaria (°C)
ENE	34.07	-1.92
FEB	32.53	1.92
MAR	32.02	1.28
ABR	27.54	3.84
MAY	32.53	0.13
JUN	32.41	-0.64
JUL	33.56	-1.92
AGO	32.66	-1.15
SET	33.30	2.56
OCT	33.81	-1.28
NOV	32.79	-2.95
DIC	33.30	-2.56

Figura 58 *Temperatura en la Microcuenca Colpamayo*

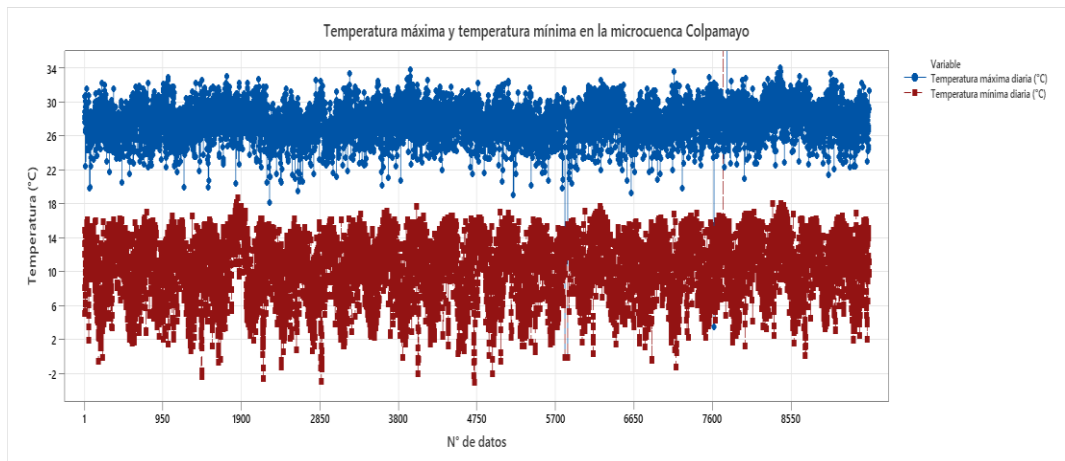


Figura 59 *Temperatura Máxima en la Microcuenca Colpamayo*

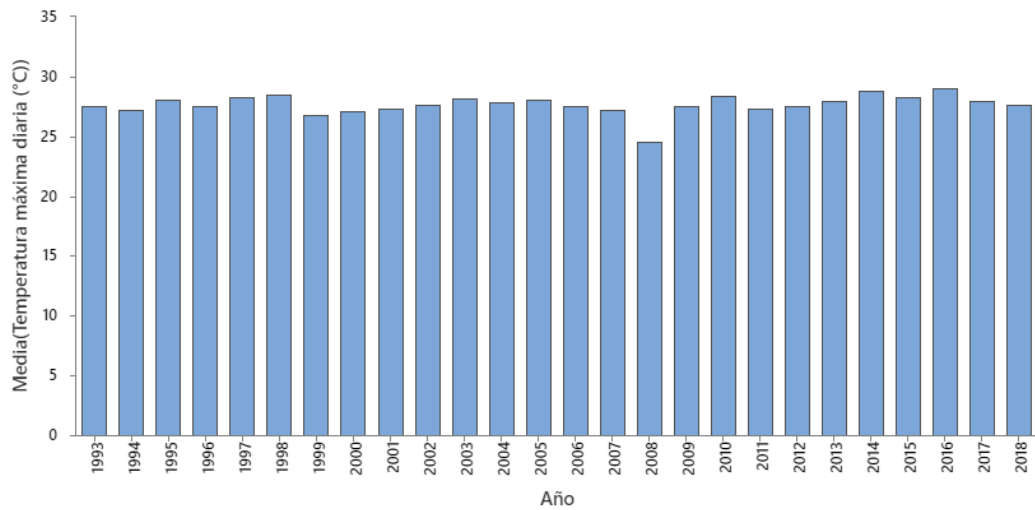


Figura 60 *Temperatura Mínima en la Microcuenca Colpamayo*

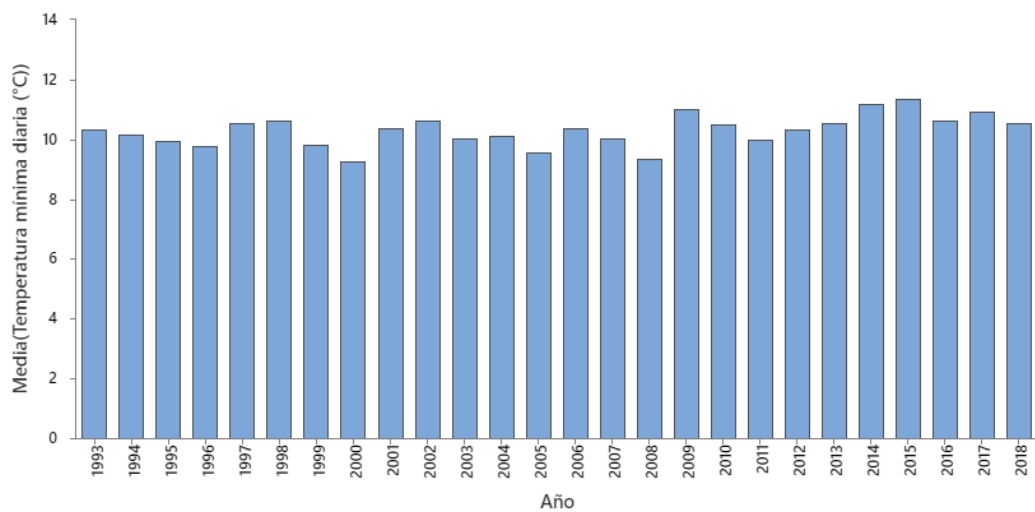


Figura 61

Histograma de la Temperatura Máxima en la Microcuenca Colpamayo

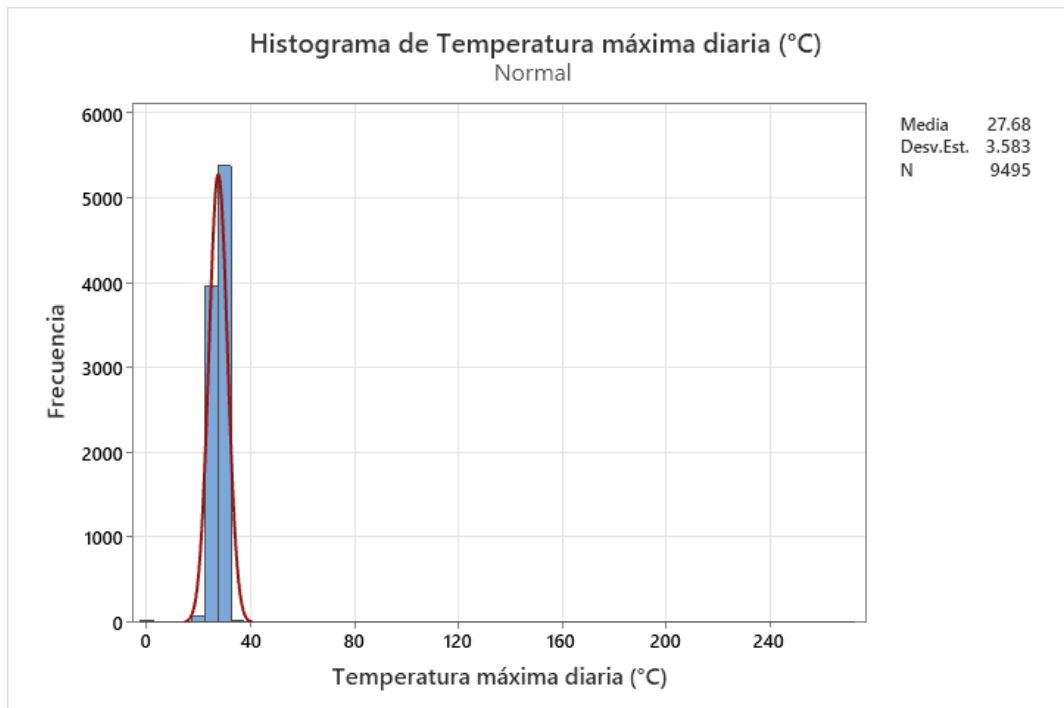
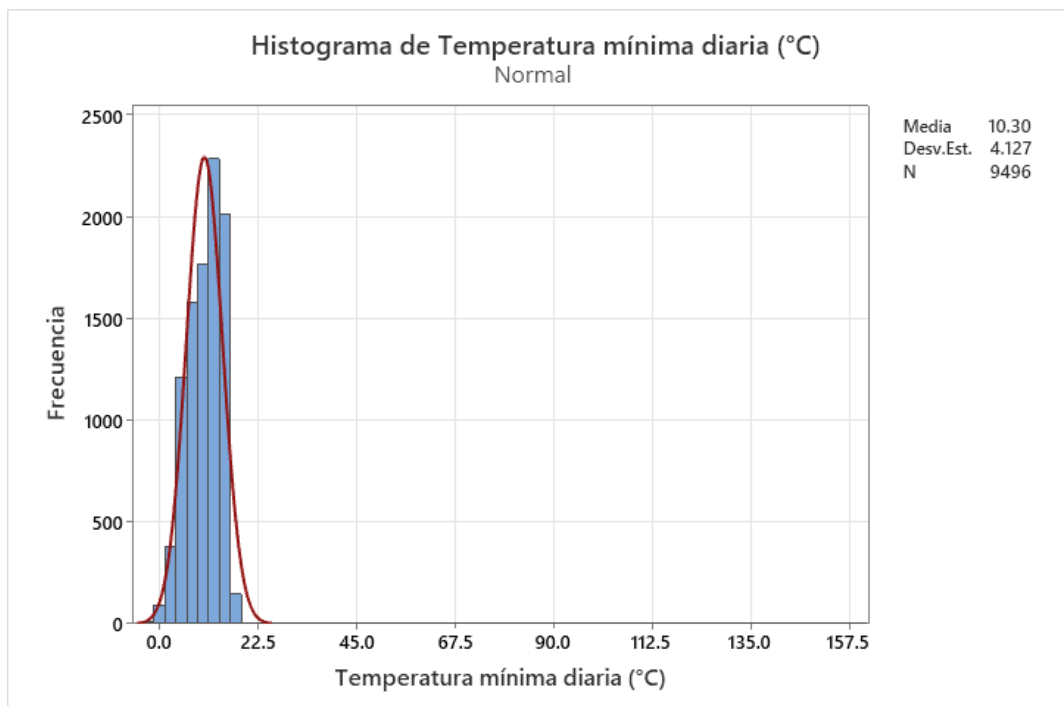


Figura 62

Histograma de la Temperatura Mínima en la Microcuenca Colpamayo



La humedad no se ha registrado de forma continua como la temperatura sino existen muchos años en los que no existe data referencial, por lo que, se han omitido dichos años considerando así, solamente la data hasta el año 2000, donde la humedad relativa mensual máxima en la microcuenca de Colpamayo varía entre el 50% a 110%, siendo el mes con mayor humedad relativa mensual promedio enero y diciembre ambas con 26.49%.

Figura 63

Humedad Relativa Mensual en la Microcuenca Colpamayo

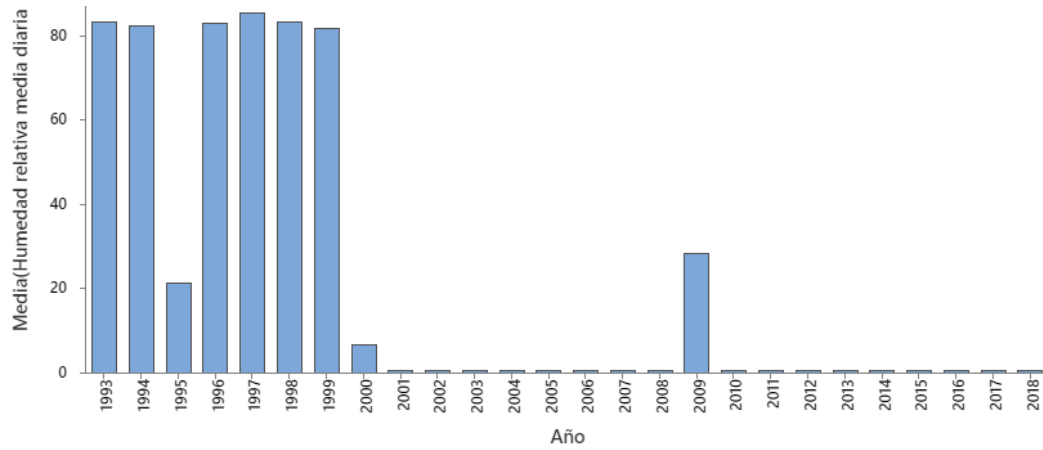


Figura 64

Humedad Relativa Mensual Máxima en la Microcuenca Colpamayo

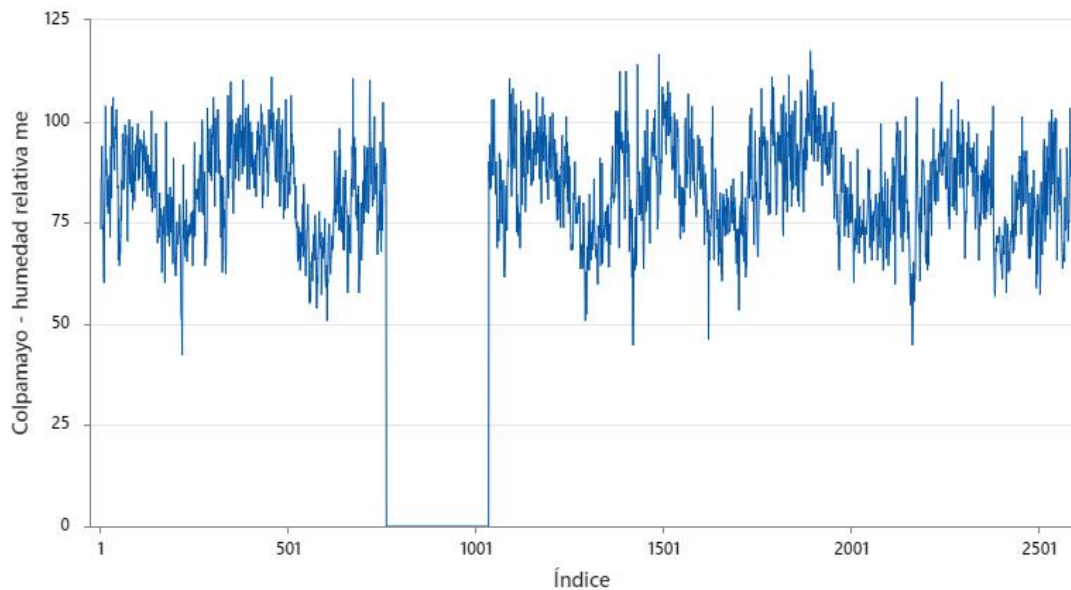


Tabla 29

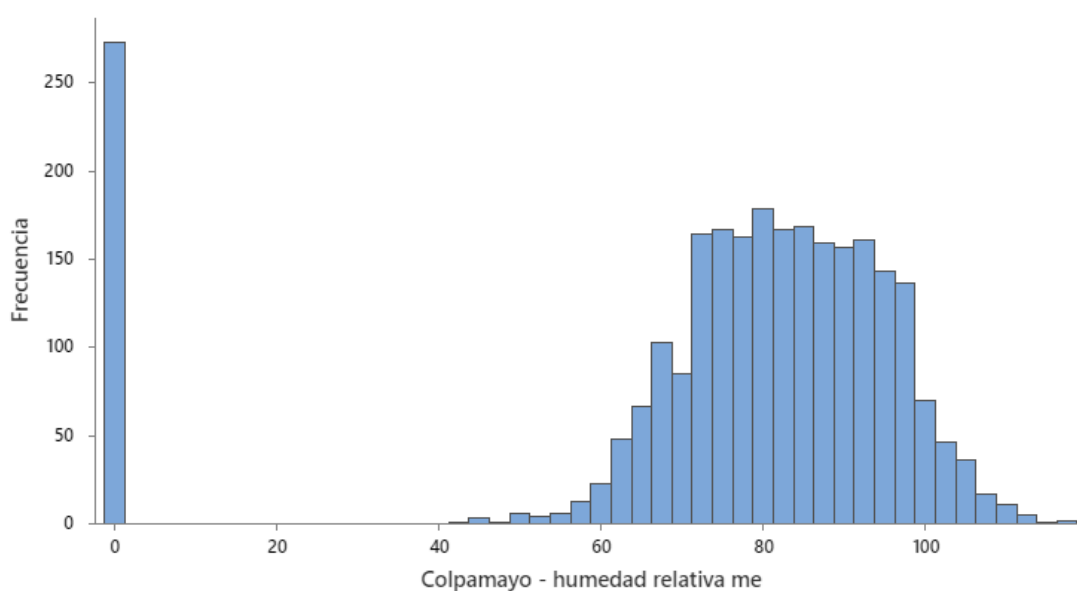
Humedad Relativa Media Diaria Mensual de la Microcuenca Colpamayo

MES	Promedio de Humedad relativa media diaria (%)
ENE	26.49
FEB	21.24
MAR	21.16
ABR	21.04
MAY	19.82
JUN	17.88
JUL	16.38
AGO	16.48
SET	21.30
OCT	22.57
NOV	25.26
DIC	26.49

Nota: En promedio la humedad es baja debido a la gran cantidad de datos categorizados como cero o S/D.

Figura 65

Distribución de Frecuencias de la Humedad Relativa Media Mensual de la Microcuenca Colpamayo



Nota: La humedad relativa se concentra frecuentemente entre el 40% a 100%.

Con la data del año 1970 al 2022 (52 años) de la Estación Hidrológica Chotano Lajas se ha determinado proporcionalmente el nivel del agua en el cauce principal de la microcuenca Colpamayo verificando que, este varía según el horario de toma de datos, y es mayor en el mes de marzo donde alcanza el mayor nivel del agua siendo de 3.18 m a 4.61 m (lo que, significaría el desborde del cauce en algunos tramos de la microcuenca Colpamayo), sin embargo dicha data proviene de la simulación de datos y no corresponden a datos tomados en campo, aun cuando se relacionan con estudios locales, como el de Díaz (2023).

Tabla 30 Nivel de Agua en el Cauce Principal de la Microcuenca Colpamayo

MES	Máx. de Nivel 06h	Máx. de Nivel 10h	Máx. de Nivel 14h	Máx. de Nivel 18h
ENE	3.02	3.46	2.82	2.56
FEB	3.54	3.73	3.18	4.35
MAR	3.71	3.59	3.20	4.61
ABR	3.07	2.92	2.78	3.79
MAY	2.88	1.92	2.11	4.48
JUN	1.70	1.67	1.64	3.33
JUL	1.29	1.27	1.28	1.92
AGO	1.32	1.31	1.33	1.79
SEP	1.73	1.60	1.54	3.52
OCT	1.99	1.86	1.82	4.29
NOV	2.82	2.64	2.51	2.95
DIC	2.82	2.95	2.82	2.56

Figura 66 Representación de la Sección de Mayor Nivel de Agua, Microcuenca Colpamayo

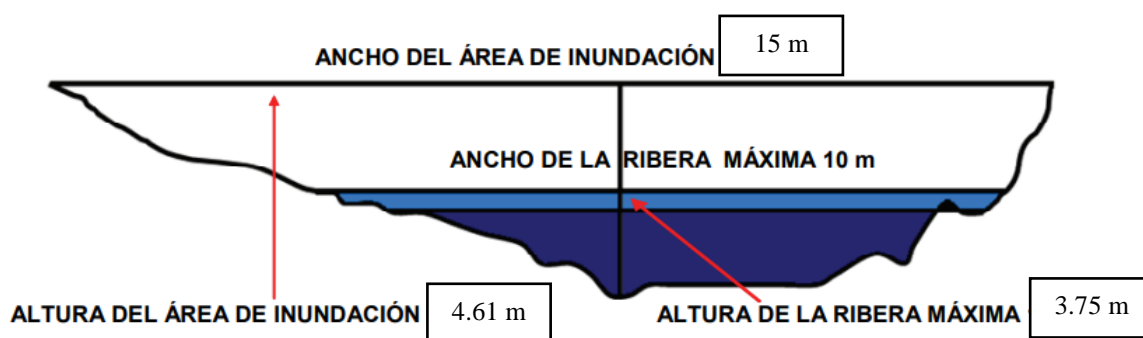


Figura 67

Nivel de Agua en el Cauce Principal de la Quebrada Colpamayo según Año

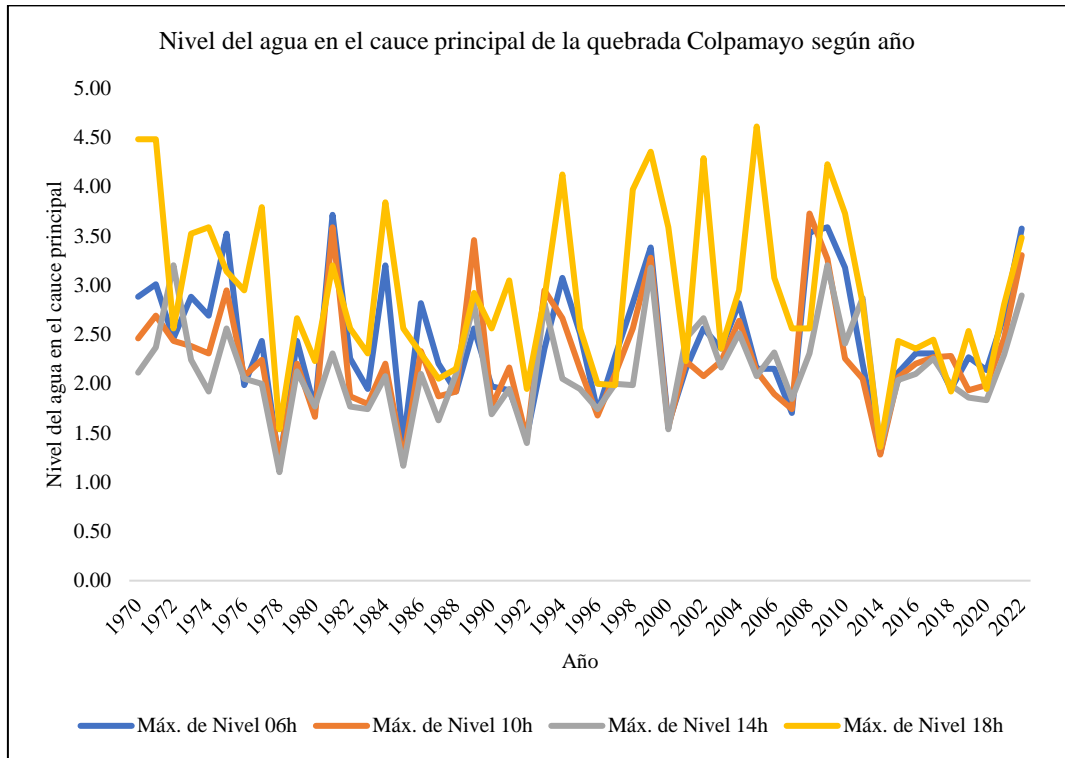
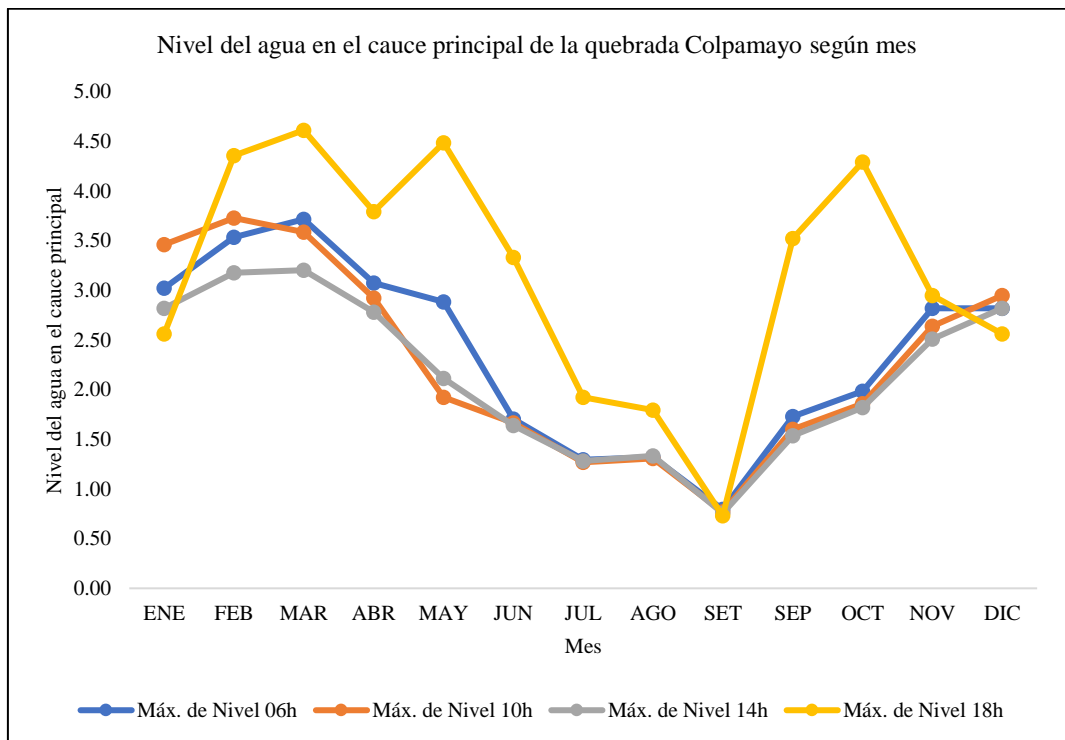


Figura 68

Nivel de Agua en el Cauce Principal de la Quebrada Colpamayo según Mes



El índice de Fourier máximo en la microcuenca Colpamayo es 575.87 por tanto la agresividad climática es muy alta, así mismo, la concentración de la precipitación pluvial alcanza un índice de 34.43% por tanto es fuertemente estacional.

El resultado indica que en la microcuenca Colpamayo, la agresividad climática es muy alta. Esto significa que el clima en esta área es extremo y puede ser muy adverso para las condiciones naturales y las actividades humanas. Esto podría incluir lluvias intensas, vientos fuertes o temperaturas extremas.

Además, la concentración de la precipitación pluvial en la microcuenca es fuertemente estacional, lo que significa que la mayoría de la lluvia cae en un período específico del año. Esto puede tener implicaciones importantes para la disponibilidad de agua y la planificación agrícola. Por ejemplo, si la mayor parte de la lluvia solo ocurre en un par de meses, podría haber sequías prolongadas en el resto del año; o todo lo contrario el exceso de precipitaciones pluviales durante algunos meses del año podría sobrepasar el límite de escorrentía y nivel de agua que los cauces trasladan, llevando a que, haya inundaciones pluviales e inundaciones fluviales dentro de la microcuenca Colpamayo.

Tabla 31

Parámetros Ambientales Relacionados con la Climatología, Microcuenca

Colpamayo

Parámetros ambientales	Índice	Categoría
Índice De Fournier (IF)	327.36	Muy alto
Índice Fournier Modificado (IFM)	575.87	Muy alto
Índice De Fournier-Maule Modificado (IFMM)	5133.73	Muy alto
Índice De Concentración De Precipitación (ICP)	34.43	Fuertemente estacional

4.1.3.2. Microcuenca San Mateo

Las precipitaciones pluviométricas transferidas de la estación Chota a la microcuenca San Mateo son semejantes entre sí debido a que, no se tiene una diferencia significativa en la altitud media además de que la microcuenca San Mateo está aledaña a la ubicación de la estación meteorológica, la mayor precipitación pluvial se dio en el año 1998 donde la lluvia alcanzó 73.73 mm/hr. Así mismo, en los 40 años de data histórica, porque 10 años de los 50 años (data del año 1971 al 2021) no tienen registro alguno de precipitaciones pluviales, las precipitaciones generalmente alcanzan de 0 a 40 mm, siendo los meses con mayor intensidad abril, febrero, marzo y noviembre. Así mismo, se ha verificado que, los datos se ajustan al modelo Log-Pearson tipo III con lo cual se ha realizado el análisis de frecuencia y se ha planteado el hietograma de precipitaciones para Tr de 10, 25, 50, 100, 200 y 500 años, con el objetivo de que, estos sirvan como medio de control de la agresividad climática y la concentración de precipitaciones en la microcuenca de la quebrada San Mateo.

Figura 69 *Precipitaciones Pluviales Transferidas a la Microcuenca San Mateo*

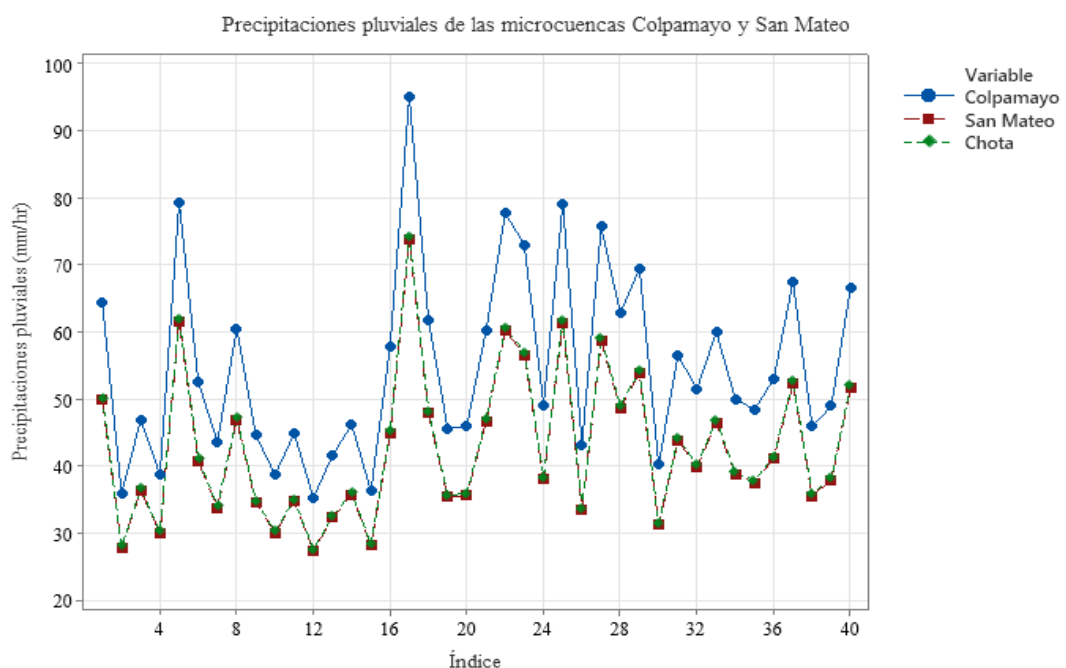


Tabla 32*Precipitaciones Pluviales Transferidas a la Microcuenca San Mateo*

Año	Precipitaciones máximas en 24 h Estación Chota	Precipitaciones máximas en 24 h Microcuenca Colpamayo
1971	50.20	49.81
1972	28.00	27.78
1973	36.60	36.32
1974	30.20	29.97
1975	62.00	61.52
1976	41.00	40.68
1977	34.00	33.74
1978	47.20	46.84
1979	34.80	34.53
1980	30.20	29.97
1981	35.00	34.73
1982	27.50	27.29
1994	32.50	32.25
1995	36.00	35.72
1996	28.30	28.08
1997	45.20	44.85
1998	74.30	73.73
1999	48.20	47.83
2000	35.60	35.33
2001	35.90	35.62
2002	47.00	46.64
2003	60.70	60.23
2004	57.00	56.56
2005	38.30	38.00
2006	61.80	61.32
2007	33.70	33.44
2008	59.10	58.64
2009	49.00	48.62
2010	54.20	53.78
2011	31.40	31.16
2012	44.10	43.76
2013	40.20	39.89
2014	46.80	46.44
2015	39.00	38.70
2016	37.80	37.51
2017	41.40	41.08
2018	52.70	52.29
2019	35.80	35.52
2020	38.20	37.91
2021	52.00	51.60

Figura 70

Máxima Precipitación Pluvial según Mes en la Microcuenca San Mateo

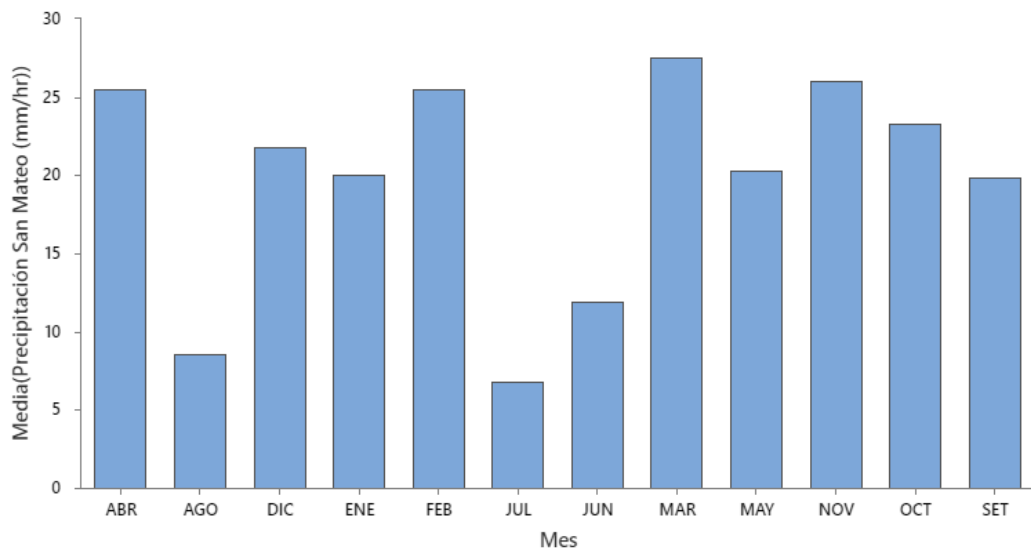


Figura 71

Mapa de Calor de las Máximas Precipitaciones Pluviales según Mes en la Microcuenca San Mateo

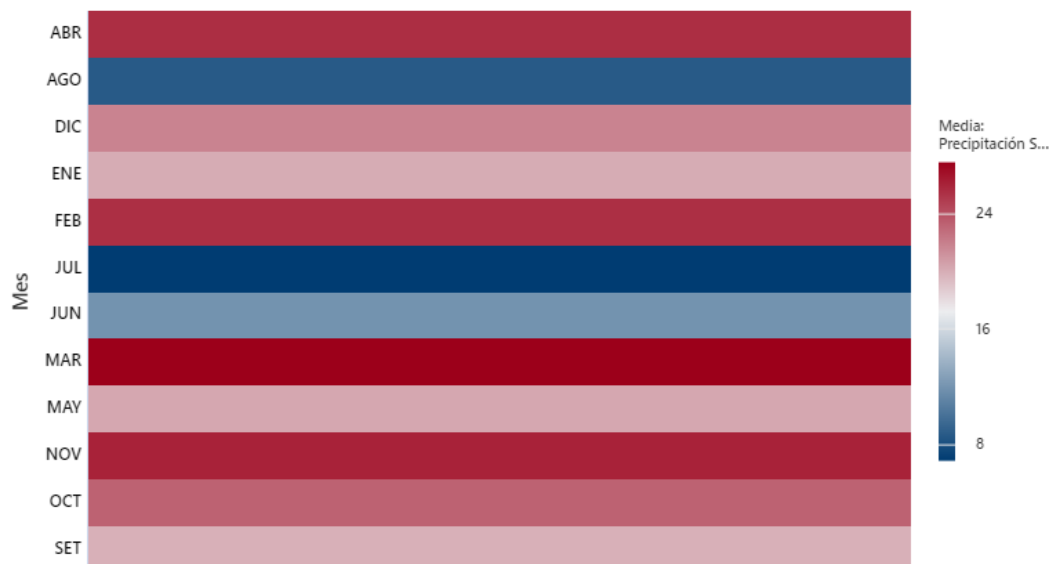


Figura 72

Frecuencia de Precipitaciones Pluviales de la Microcuenca San Mateo

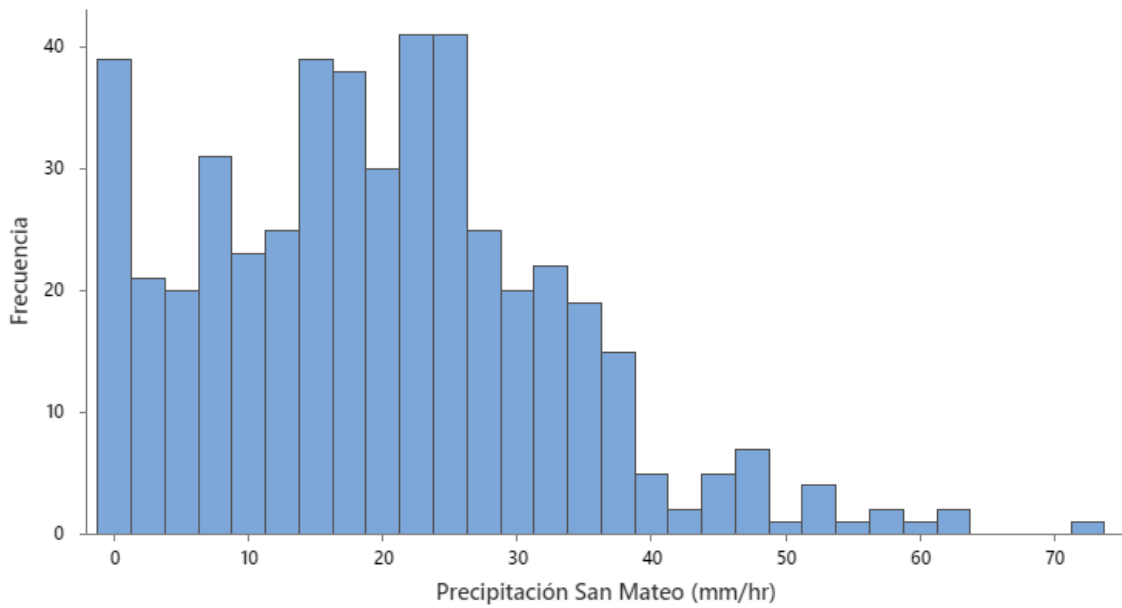


Tabla 33

Precipitación Pluvial según Periodo de Retorno en la Microcuenca San Mateo

Microcuenca San Mateo		
Periodo de retorno T (años)	Propabilidad de excedencia q	Precipitación correspondiente XT (mm)
10	0.100	57.16
25	0.040	65.52
50	0.020	71.79
100	0.010	78.12
200	0.005	84.53
500	0.002	93.17

Figura 73

Hietograma de Precipitaciones de la Microcuenca San Mateo para Tr 10 años

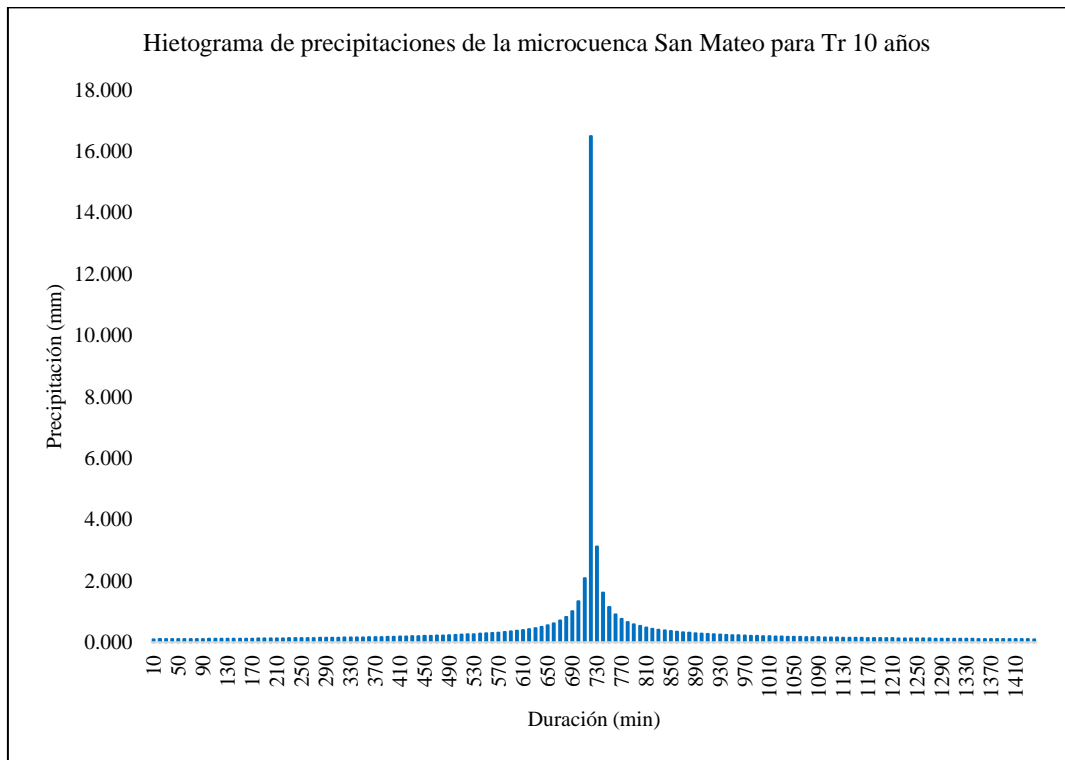


Figura 74

Hietograma de Precipitaciones de la Microcuenca San Mateo para Tr 25 años

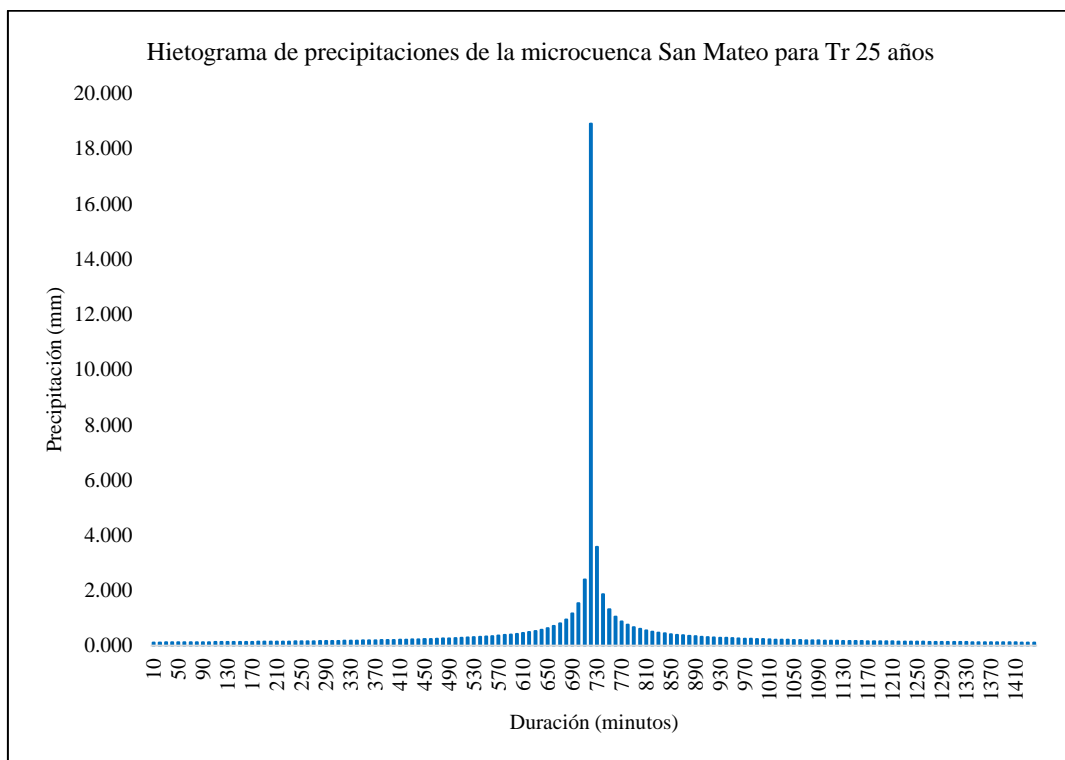


Figura 75

Hietograma de Precipitaciones de la Microcuenca San Mateo para Tr 50 años

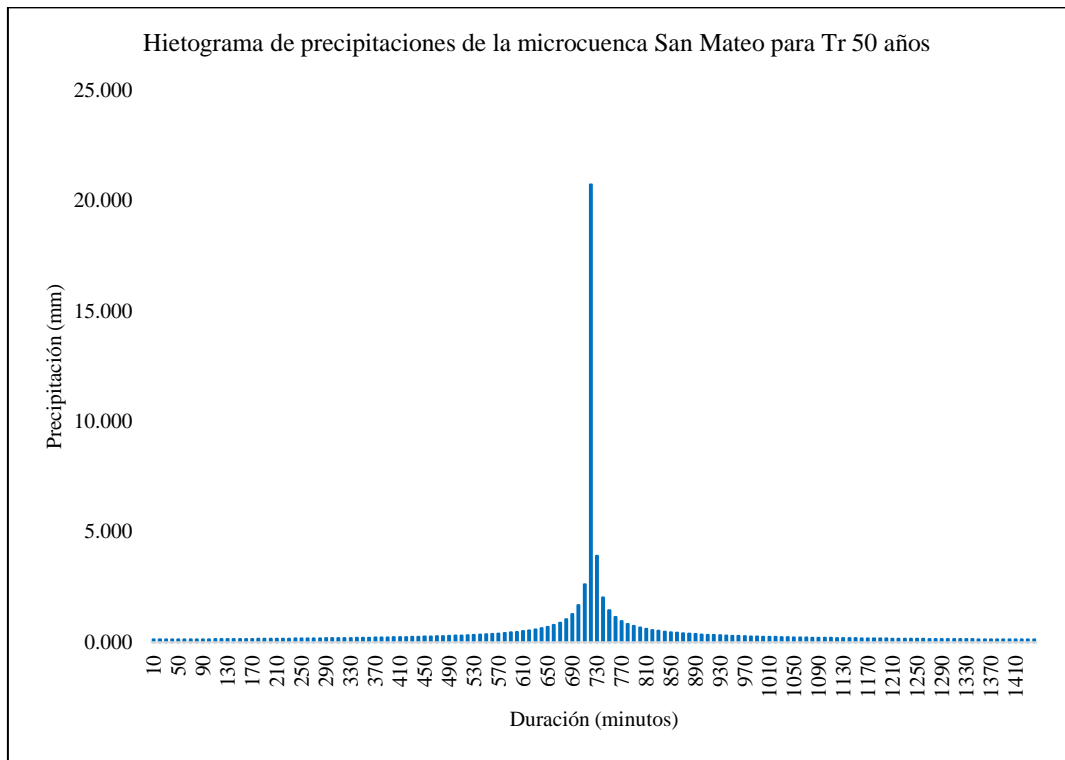


Figura 76

Hietograma de Precipitaciones de la Microcuenca San Mateo para Tr 100 años

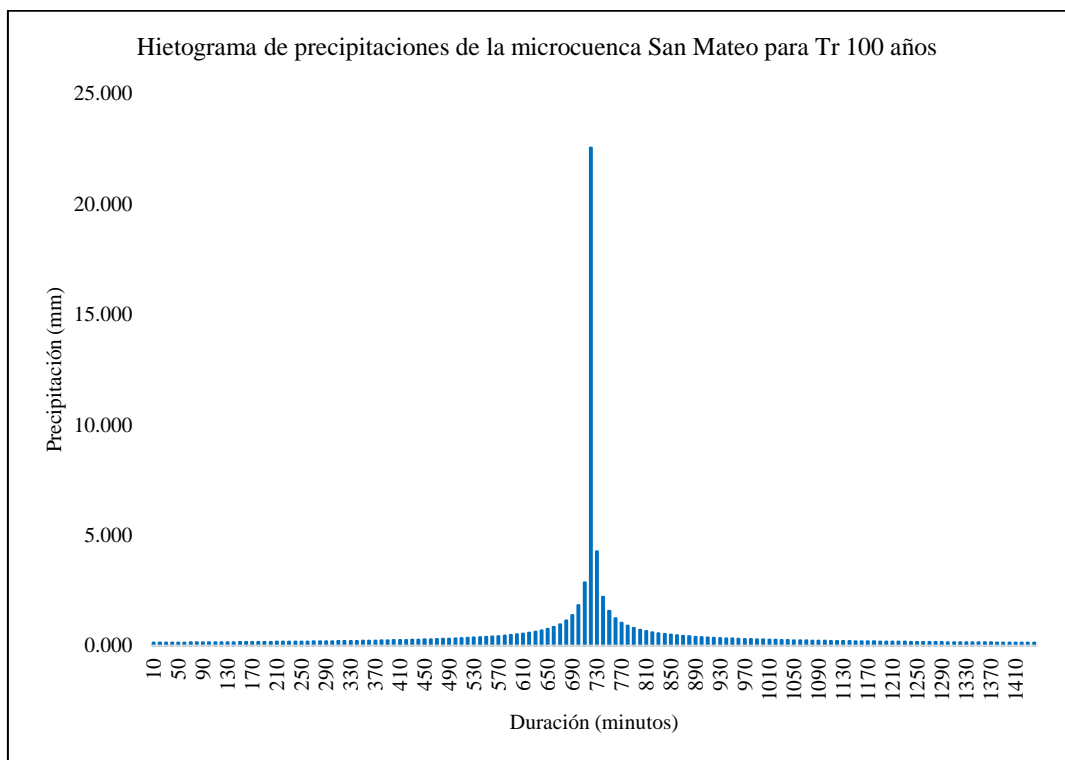


Figura 77

Hietograma de Precipitaciones de la Microcuenca San Mateo para Tr 200 años

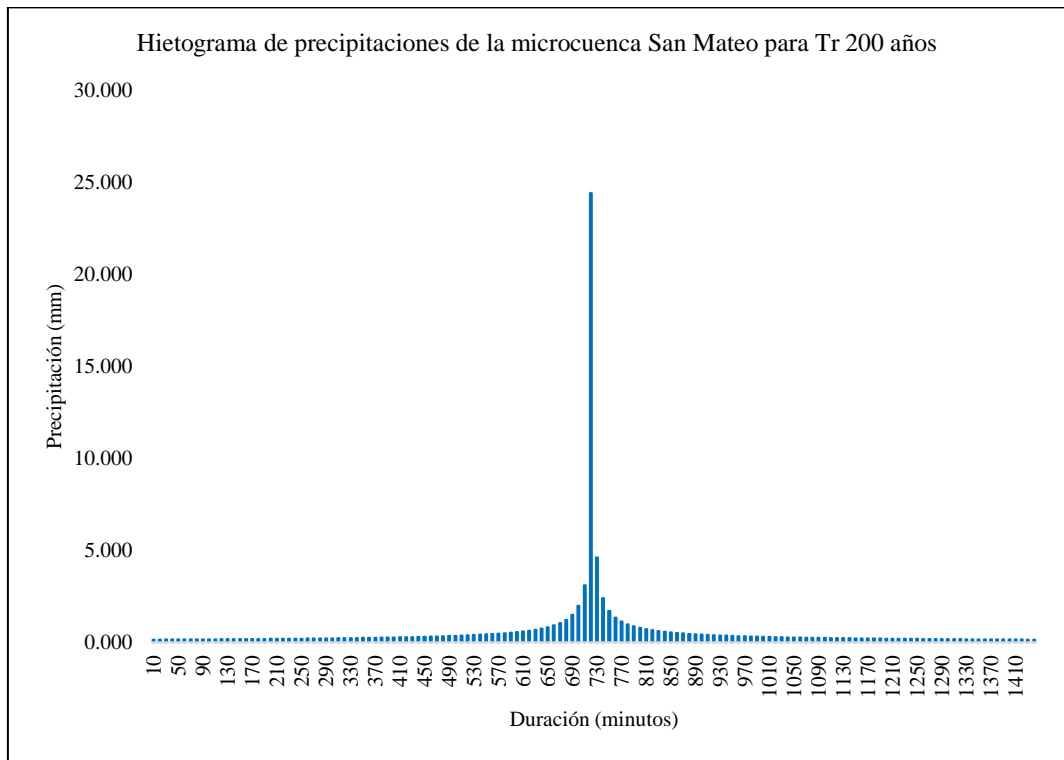
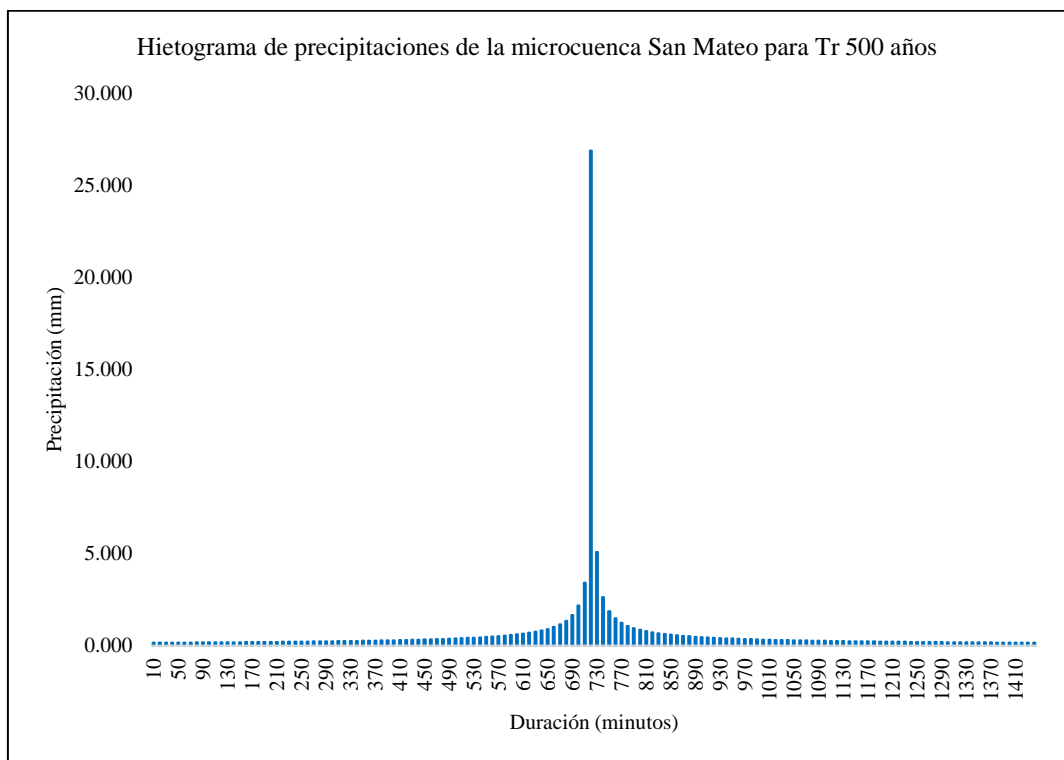


Figura 78

Hietograma de Precipitaciones de la Microcuenca San Mateo para Tr 500 años



Respecto a la temperatura en la microcuenca San Mateo varía entre 0 °C a 25 °C, con máximas temperaturas en el mes de enero y octubre, mientras que, las temperaturas más bajas se han dado consecuentemente en todos los meses del año. Además, cabe recalcar que, a lo largo del tiempo de registro de la data (data del año 1993 al 2018, 25 años), la temperatura máxima cada año ha alcanzado en promedio un valor similar al año anterior, siendo en promedio el año 2008 el que presenta menor temperatura, algo similar sucede con las temperaturas mínimas donde en promedio tienen una variación constante al paso del tiempo, siendo el año 2009 en el que se alcanzó en promedio la mayor temperatura mínima. El análisis de la variación de la temperatura como parte del monitoreo ambiental coadyuba a verificar si existen cambios significativos en la microcuenca a causa del cambio climatológico.

Tabla 34

Temperatura en la Microcuenca San Mateo

MES	Máx. de Temperatura máxima diaria (°C)	Mín. de Temperatura mínima diaria (°C)
ENE	14.09	0.00
FEB	13.04	0.00
MAR	13.69	0.00
ABR	13.30	0.00
MAY	12.70	0.00
JUN	13.00	0.00
JUL	13.10	0.00
AGO	13.30	0.00
SET	12.50	0.00
OCT	13.99	0.00
NOV	13.00	0.00
DIC	13.59	0.00

Figura 79 *Temperatura en la Microcuenca San Mateo*

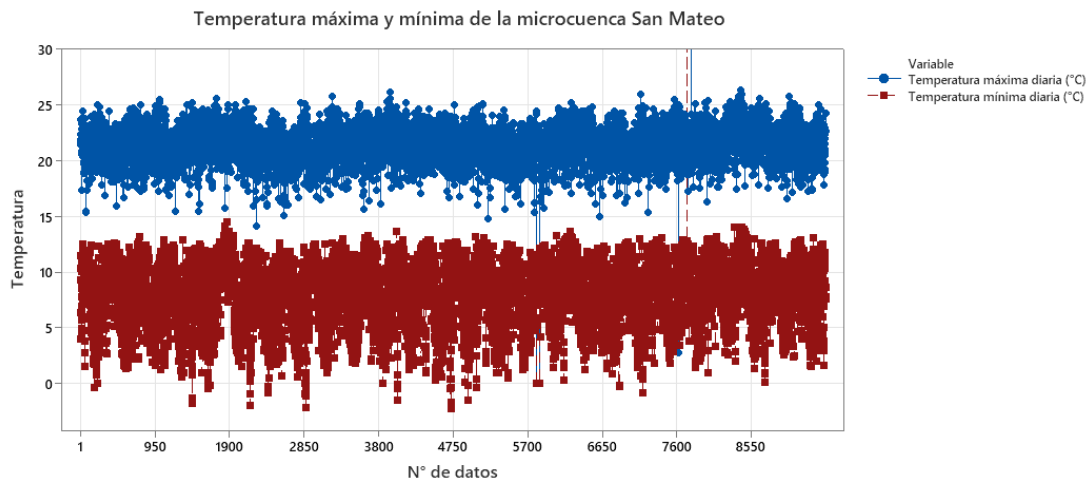


Figura 80 *Temperatura Máxima en la Microcuenca San Mateo*

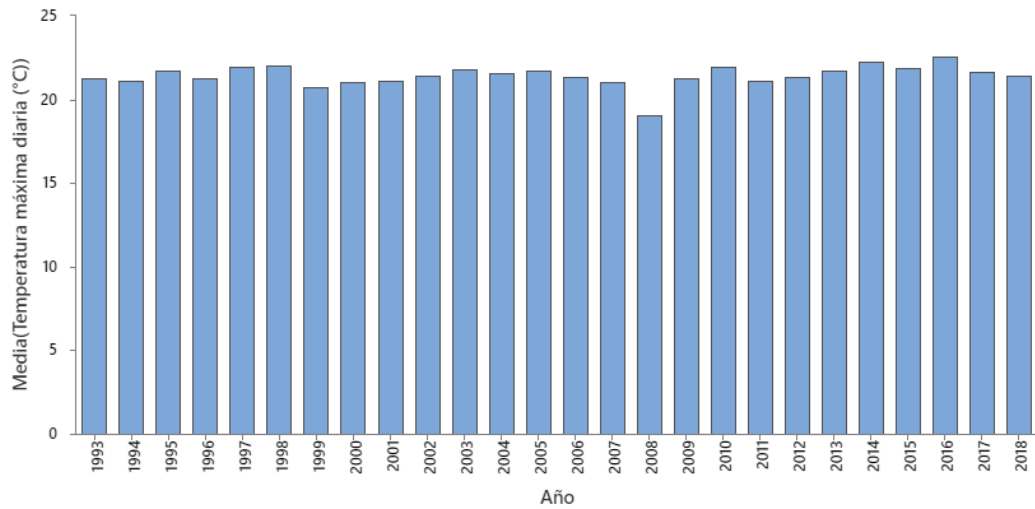


Figura 81 *Temperatura Mínima en la Microcuenca San Mateo*

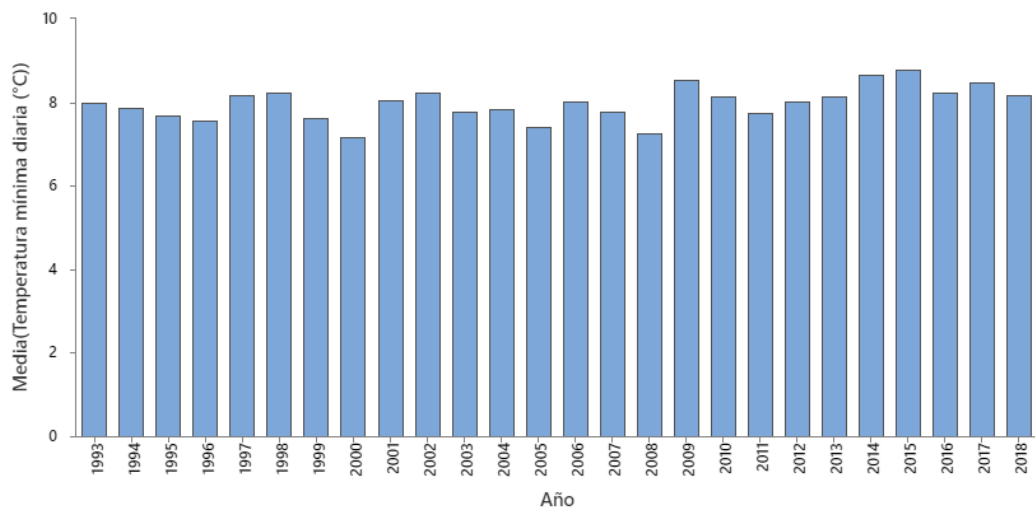


Figura 82

Histograma de la Temperatura Máxima en la Microcuenca San Mateo

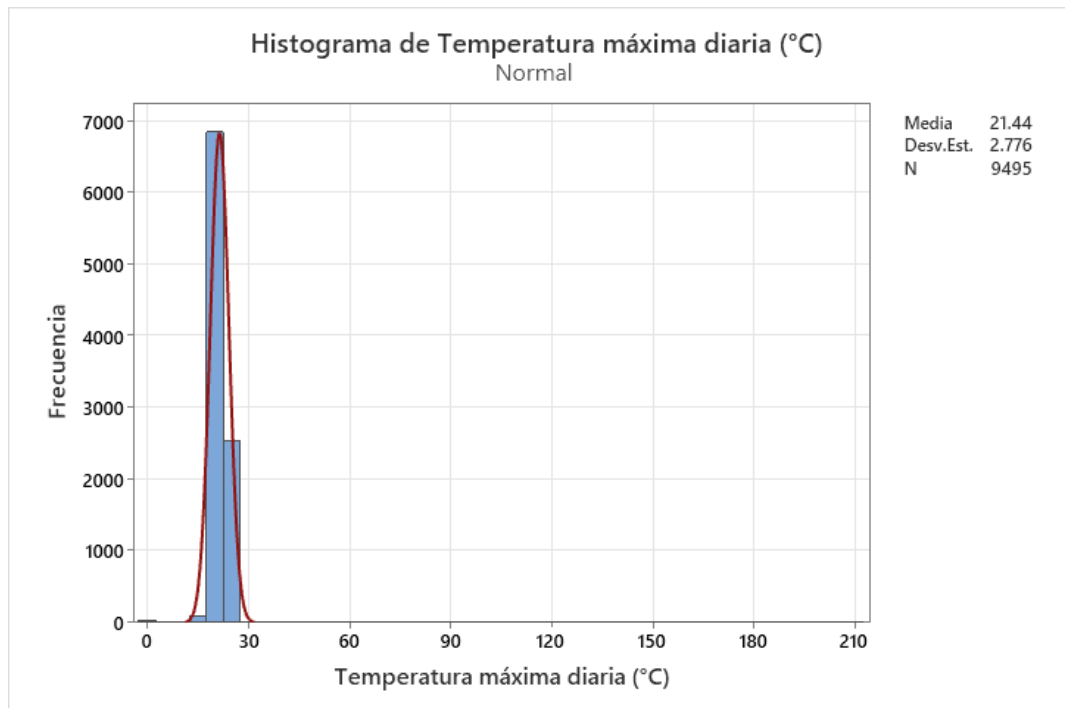
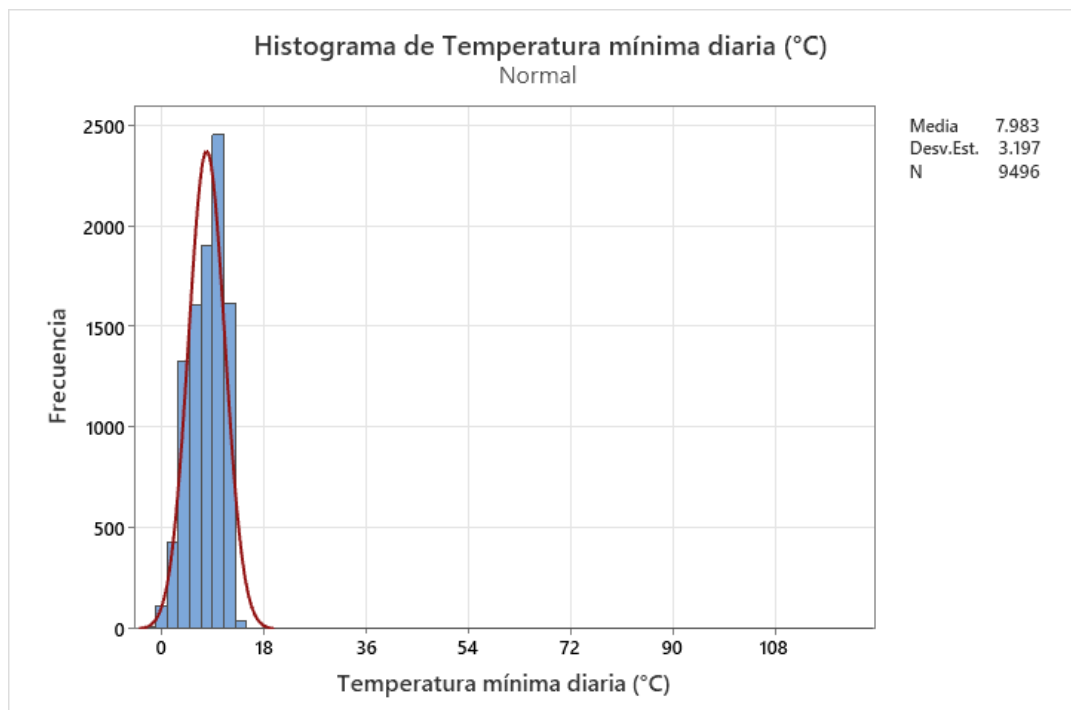


Figura 83

Histograma de la Temperatura Mínima en la Microcuenca San Mateo



La humedad no se ha registrado de forma continua como la temperatura sino existen muchos años en los que no existe data referencial, por lo que, se han omitido dichos años considerando así, solamente la data hasta el año 2000, donde la humedad relativa mensual máxima en la microcuenca de San Mateo varía entre el 40% a 8%, siendo el mes con mayor humedad relativa mensual promedio enero y diciembre ambas con 26.49%

Figura 84

Humedad Relativa Mensual en la Microcuenca San Mateo

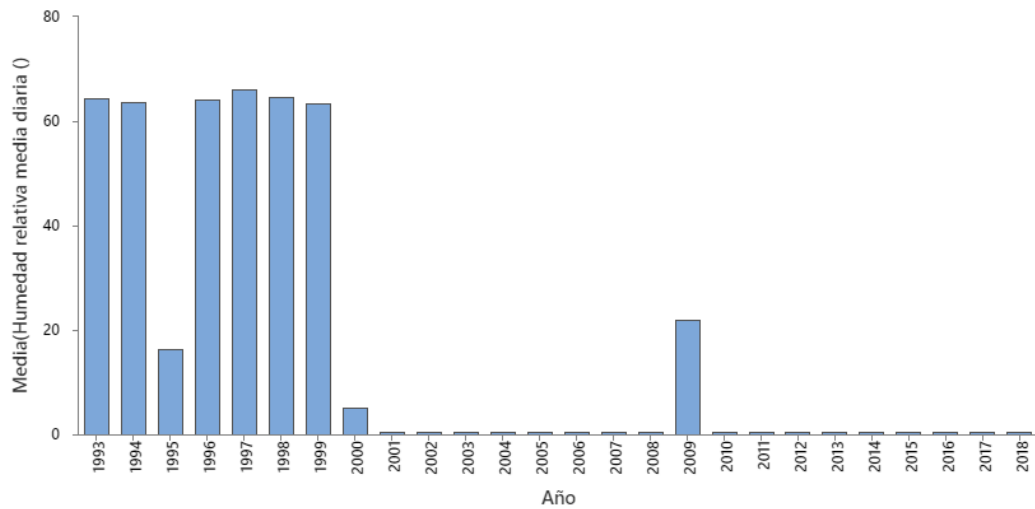


Figura 85

Humedad Relativa Mensual Máxima en la Microcuenca San Mateo

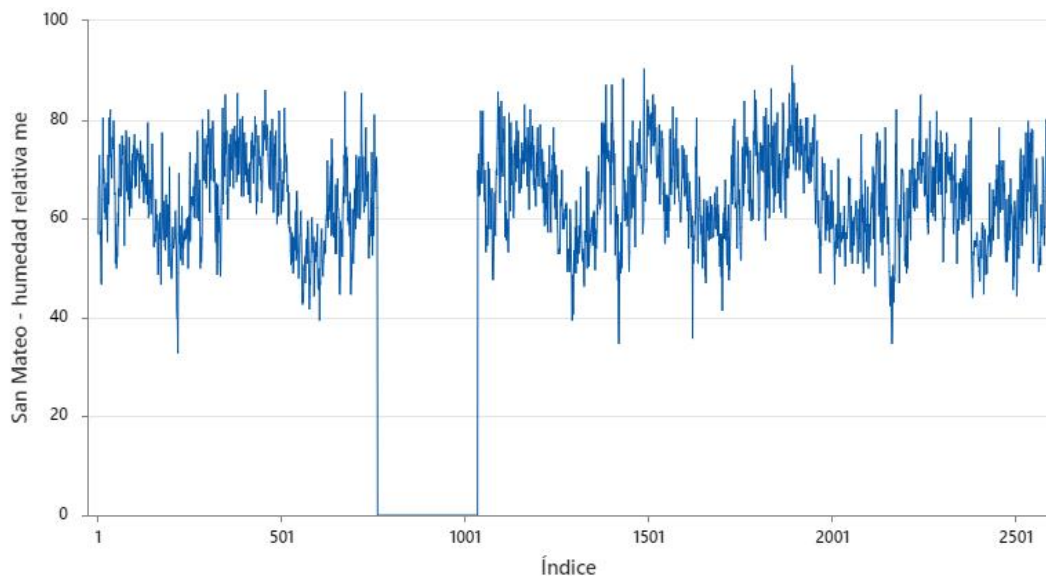


Tabla 35

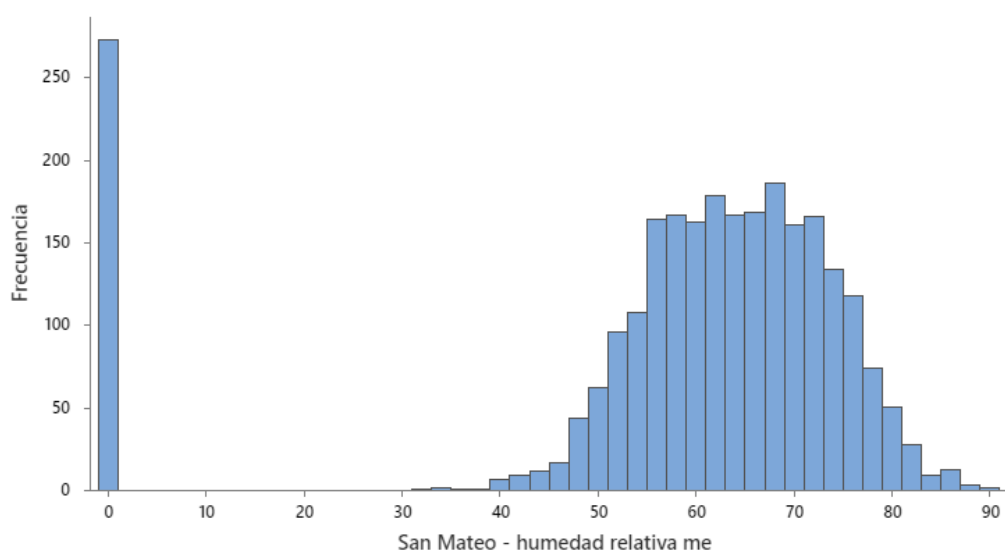
Humedad Relativa Media Diaria Mensual de la Microcuenca San Mateo

MES	Promedio de Humedad relativa media diaria (%)
ENE	26.71
FEB	20.53
MAR	20.58
ABR	20.65
MAY	20.72
JUN	20.16
JUL	19.16
AGO	19.07
SET	22.97
OCT	23.22
NOV	25.63
DIC	26.46

Nota: En promedio la humedad es baja debido a la gran cantidad de datos categorizados como cero o S/D.

Figura 86

Distribución de Frecuencias de la Humedad Relativa Media Mensual de la Microcuenca San Mateo



Nota: La humedad relativa se concentra frecuentemente entre el 40% a 100%.

Con la data del año 1970 al 2022 (52 años) de la Estación Hidrológica Chotano se ha determinado proporcionalmente el nivel del agua en el cauce principal de la microcuenca San Mateo verificando que, este varía según el horario de toma de datos, y es mayor en el mes de marzo donde alcanza el mayor nivel del agua siendo de 2.75 m a 3.5 m (lo que, significaría el desborde del cauce en algunos tramos de la microcuenca San Mateo), sin embargo, dicha data proviene de la simulación de datos y no corresponden a datos tomados en campo, aun cuando se relacionan con estudios locales, como el de Ticlla (2022).

Tabla 36 Nivel de Agua en el Cauce Principal de la Microcuenca San Mateo

MES	Máx. de Nivel 06h	Máx. de Nivel 10h	Máx. de Nivel 14h	Máx. de Nivel 18h
ENE	2.34	2.68	2.18	1.98
FEB	2.74	2.89	2.46	3.37
MAR	2.88	2.78	2.48	3.57
ABR	2.38	2.26	2.15	2.94
MAY	2.23	1.49	1.64	3.47
JUN	1.32	1.29	1.27	2.58
JUL	1.00	0.98	0.99	1.49
AGO	1.02	1.01	1.03	1.39
SET	0.62	0.60	0.59	0.57
SEP	1.34	1.24	1.19	2.73
OCT	1.54	1.44	1.41	3.32
NOV	2.18	2.04	1.94	2.28
DIC	2.18	2.28	2.18	1.98

Figura 87 Representación de la Sección de Mayor Nivel de Agua, Microcuenca San Mateo

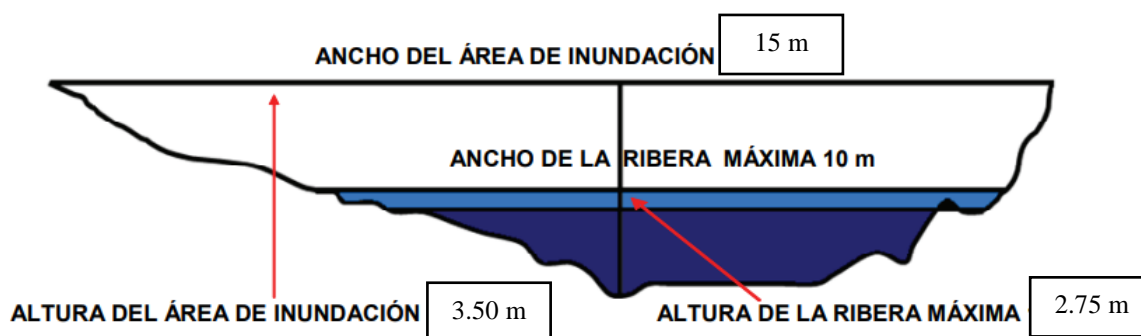


Figura 88

Nivel de Agua en el Cauce Principal de la Quebrada San Mateo según Año

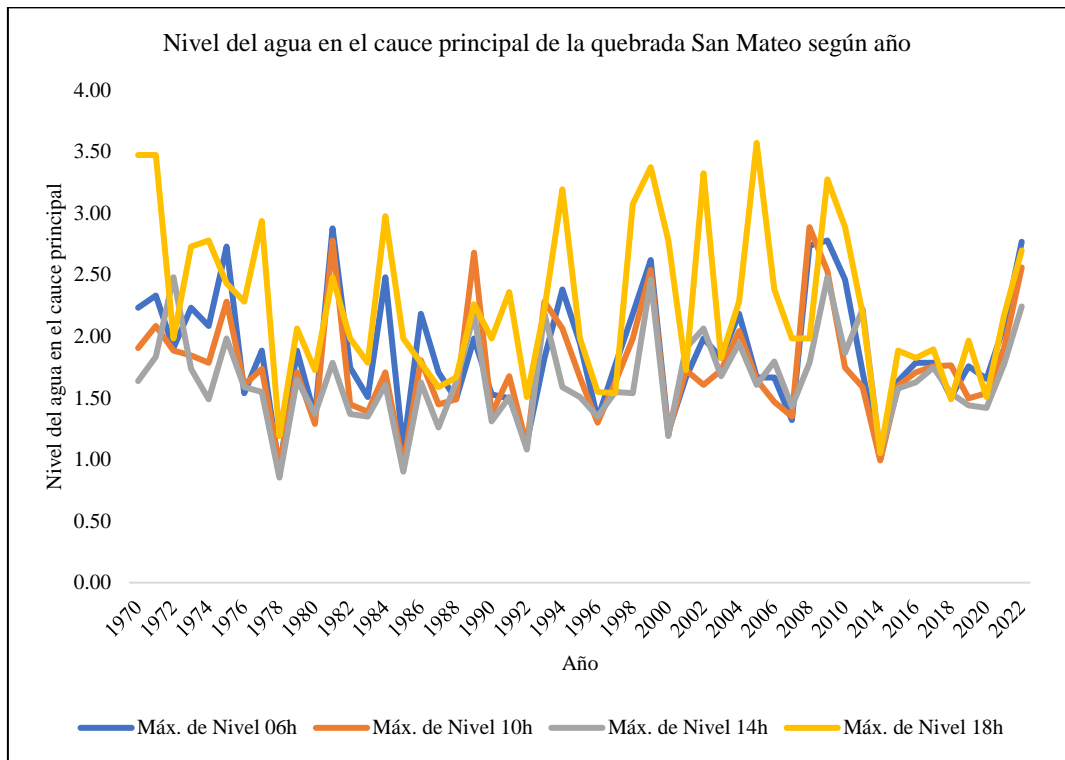
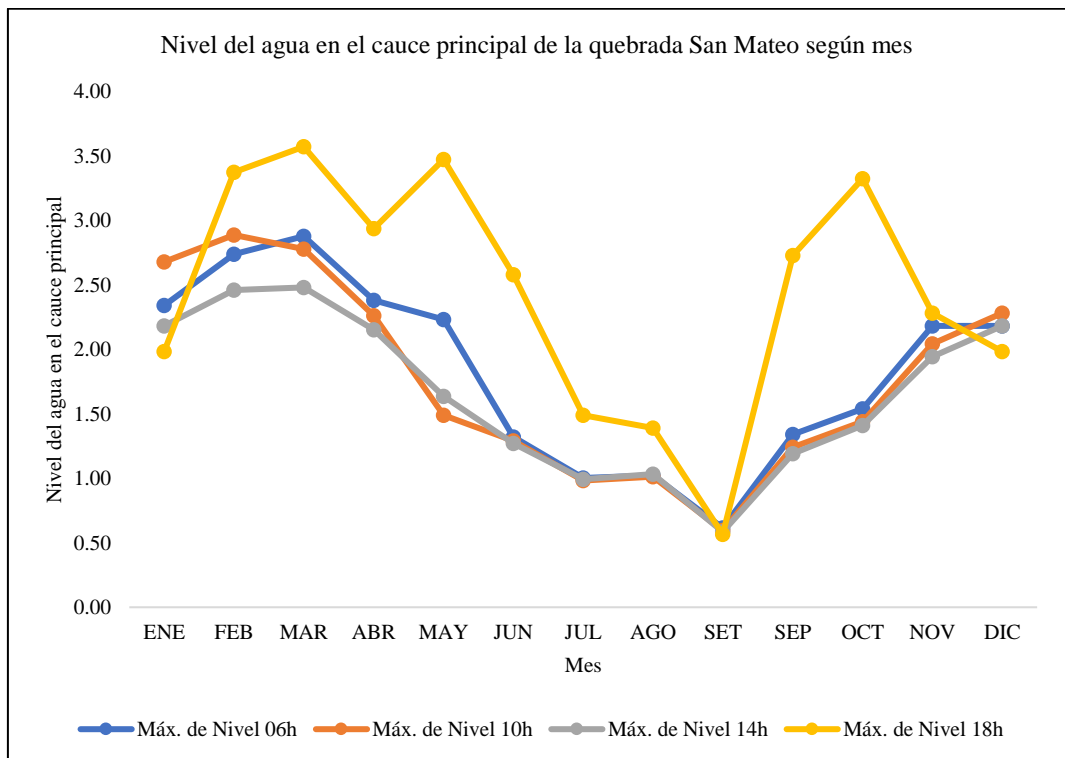


Figura 89

Nivel de Agua en el Cauce Principal de la Quebrada San Mateo según Mes



Como parte del análisis de la agresividad climatológica, en este caso, un índice de Fourier 235.61 significa que la variabilidad estacional del clima en la microcuenca San Mateo es muy alta. Esto implica que el clima experimenta cambios significativos a lo largo del año, y se caracteriza por tener estaciones muy distintas entre sí. Por ejemplo, hay una temporada de lluvias intensas prolongada seguida de una temporada seca.

Además, se menciona que la concentración de la precipitación pluvial alcanza un índice del 34.43%. Este porcentaje indica la proporción de la precipitación total que ocurre en la estación lluviosa en comparación con la estación seca. Un índice del 34.43% implica que la mayor parte de la precipitación se concentra en una estación lluviosa específica, mientras que la estación seca tiene una cantidad significativamente menor de precipitación.

Tabla 37

Parámetros Ambientales Relacionados con la Climatología, Microcuenca San Mateo

Parámetros ambientales	Índice	Categoría
índice de Fournier (IF)	253.61	Muy alto
índice Fournier modificado (IFM)	446.13	Muy alto
índice de Fournier-Maule modificado (IFMM)	3977.13	Muy alto
Índice de concentración de precipitación (ICP)	34.43	Fuertemente estacional

En conclusión, los resultados indican que en la microcuenca San Mateo, la agresividad climática es muy alta, lo que significa que el clima experimenta cambios considerables a lo largo del año. Además, la concentración de la precipitación pluvial es fuertemente estacional, lo que implica que hay una estación lluviosa con una mayor cantidad de precipitación que puede llevar a que, se produzcan inundaciones pluviales y fluviales.

5.1.1.6. Relación entre el monitoreo ambiental utilizando estaciones meteorológicas e hidrológicas automatizadas con tecnología GSM/GPRS con la ingeniería civil

El monitoreo ambiental utilizando estaciones meteorológicas e hidrológicas automatizadas con tecnología GSM/GPRS es una herramienta clave para la ingeniería civil, ya que proporciona información en tiempo real sobre las condiciones climáticas e hidrológicas de una determinada ubicación.

En el campo de la ingeniería civil, es fundamental contar con datos actualizados y precisos sobre el clima y los niveles de agua, especialmente en proyectos de construcción y obras de infraestructura que pueden verse afectados por estos factores.

Las estaciones meteorológicas automatizadas con tecnología GSM/GPRS permiten la recolección automática de datos ambientales como la temperatura, la humedad, la precipitación, la velocidad y dirección del viento, entre otros. Estos datos son transmitidos de manera inalámbrica a una central de monitoreo, donde los ingenieros civiles pueden acceder a ellos en tiempo real.

Estos datos son indispensables para realizar análisis y estudios de factibilidad de proyectos, diseñar estructuras y sistemas de drenaje adecuados, y tomar decisiones informadas sobre la planificación y programación de las obras.

Por otro lado, las estaciones hidrológicas automatizadas también son esenciales para la ingeniería civil, ya que proporcionan información sobre los niveles y caudales de los cuerpos de agua, como ríos, lagos y embalses. Esto es especialmente relevante en proyectos que involucran obras hidráulicas, como canales, presas, sistemas de drenaje y control de inundaciones.

La tecnología GSM/GPRS permite una comunicación eficiente y segura de los datos recolectados por estas estaciones, evitando la necesidad de realizar mediciones manuales y reduciendo el margen de error. Además, al tener acceso en tiempo real a esta información, los ingenieros civiles pueden monitorear de cerca las condiciones ambientales y tomar medidas preventivas o correctivas si es necesario.

En conclusión, la relación entre el monitoreo ambiental utilizando estaciones meteorológicas e hidrológicas automatizadas con tecnología GSM/GPRS y la ingeniería civil es estrecha, ya que esta tecnología brinda a los ingenieros civiles información esencial y precisa sobre las condiciones ambientales y los niveles de agua, permitiéndoles realizar un diseño y planificación más preciso y eficiente de las obras y proyectos.

4.2. Contrastación de hipótesis

Dado que la investigación se ha centrado en determinar promedios, desviación y variación estándar a través de la estadística descriptiva, es probable que el objetivo principal no sea establecer relaciones causales o probar hipótesis. En su lugar, el enfoque se centra en proporcionar una descripción detallada de las características de las microcuencas y su monitoreo ambiental utilizando las estaciones automáticas. Es decir, el estudio está diseñado como un estudio descriptivo o exploratorio, que tiene como objetivo principal describir y caracterizar las variables de interés en lugar de establecer relaciones causales o probar hipótesis. En este tipo de estudios, la estadística descriptiva es suficiente para presentar y resumir los datos.

4.3. **Discusión de resultados**

Para identificar las zonas geográficas más adecuadas para la instalación de las estaciones meteorológicas e hidrológicas automáticas en las microcuencas Colpamayo y San Mateo, inicialmente se delimitaron e identificaron sus parámetros geomorfológicos, siendo así, correspondientemente cada una tiene un área de 25.37 km² y 5.49 Km², con pendiente de 19.46% y 12.66%, densidad de drenaje de la cuenca de 2.89 y 0.95, tiempo de concentración de 1.28 horas y 0.71 horas, además de que, el drenaje de la microcuenca Colpamayo es moderado, mientras que, en la microcuenca San Mateo es bajo. Siendo la microcuenca Colpamayo similar a la cuenca “El Porvenir” de Huarango en Silva (2019), mientras que, la microcuenca San Mateo delimitada en el presente estudio, tiene propiedades geomorfológicas similares a la delimitación realizada por Ticlla (2022).

La ubicación geográfica en el ámbito de las microcuencas Colpamayo y/o San Mateo para instalar las estaciones Meteorológicas e hidrológicas automáticas equipados con tecnología GSM/GPRS, se definieron mediante la preselección utilizando los criterios del Manual Técnico: MT-DRD-001. No obstante, en la microcuenca Colpamayo la elección del emplazamiento fue difícil debido a la accidentada topografía, pero finalmente se optó por un punto en el centro poblado de Choctapata Alto en las coordenadas UTM: 765333.252 de longitud Oeste y 9274429.03 de Latitud sur, en la zona 17 Sur, dentro de la carta nacional 14f. Además, se ubica a una altitud de 3132 m.s.n.m. Así mismo, aun cuando la topografía de la microcuenca San Mateo no es tan accidentada como en la microcuenca Colpamayo, gran parte de su superficie corresponde a área urbana, lo que también hizo difícil la elección de un punto de ubicación, pero al final se

optó por un lugar con coordenadas UTM: 761445.00 de longitud Oeste y 9275061.00 de Latitud sur, a una altitud de 2531 msnm. Ambos lugares son despejados y disponen de una superficie plana en relación a su horizontal, con hierba de menos de 25 cm de altura, además, se encuentra ubicados a una distancia considerable de árboles y edificaciones, tal como lo establece el protocolo MT-DRD-001 en su versión de 2013; y, tal como, Theochari et al. (2021) quienes propusieron la ubicación adecuada para la instalación de una red de estaciones de este tipo en la cuenca del río Sarantapotamos en la parte occidental de Región de Ática, Grecia; Buriticá et al. (2015) quienes escogieron la ubicación de la estación meteorológica en base a los aspectos técnicos, criterios de sección y ponderación de criterios de ubicación; y Medina & Ramírez (2019) donde concluyeron que, emplazamiento de la Granja Dos Palmas cumplía los requisitos de la Organización Meteorológica Mundial para el diseño y la construcción de estaciones meteorológicas. Siendo así, este proyecto proporciona data precisa para adecuar los sitios de instalación de la red de estaciones con tecnología GPRS para un posterior monitoreo ambiental de los recursos hídricos.

El diseño de las estaciones meteorológicas e hidrológicas automáticas con tecnología GSM/GPRS para las microcuencas Colpamayo y San Mateo fue un proceso complejo pero exitoso. Se llevaron a cabo estudios preliminares para determinar los sensores necesarios, sus características técnicas y las especificaciones adecuadas para cada zona, tal como, lo realizaron Ciampittiello et al. (2021), Theochari et al. (2021), Nord et al. (2020), Barriga et al. (2015). Ambas estaciones tanto en la microcuenca Colpamayo como San Mateo cumplen ciertas especificaciones comunes, como, el equipo para medir la velocidad y dirección del viento, humedad relativa, presión barométrica, precipitaciones

pluviales y accesorios de registro, tal como argumenta Solano (2021). La estación meteorológica de la Microcuenca Colpamayo y San Mateo se ubica en un emplazamiento de 3.15 x 3.15 m, con tubería PVC 2", base para anclaje de mástil, ubicación de pozo a tierra, puerta de cerco de fierro galvanizado de 3.15 m, poste central de fierro galvanizado de 2" de diámetro con 2 mm de espesor y base de pluviómetro, tal como, Antonio (2019), Buriticá et al. (2015) y Barriga et al. (2015). La estación hidrológica de la microcuenca Colpamayo tiene una longitud de 30 m, con cable de acero de ½" serie 6x9 tipo boa con grapas del mismo diámetro, y un sensor para medir caudales; en cambio la estación hidrológica de la microcuenca San Mateo tiene una longitud de 25 m, con cable de acero de ½" serie 6x9 tipo boa con grapas del mismo diámetro, cámara de anclaje con poste de acero de 5" de diámetro y un sensor para medir caudales.

Finalmente, se ha simulado el comportamiento climatológico, hidrológico e hidráulico en las microcuencas Colpamayo y San Mateo. Se recopilaron datos históricos de temperatura, precipitación, humedad relativa y caudales aportantes para cada área, los cuales fueron procesados y analizados mediante modelos y algoritmos especializados. Estos resultados proporcionan una visión integral de la dinámica ambiental de estas microcuencas, permitiendo una mejor comprensión de los fenómenos hidrológicos y una toma de decisiones más informada en lo que respecta a la gestión y conservación de los recursos hídricos, tal como, lo ha determinado Antonio (2019) quien afirmó que, es importante contar con datos meteorológicos e hidrológicos para comprender el ciclo hidrológico. Siendo así, las estaciones metodológicas automáticas permiten obtener pronósticos climatológicos e hidráulicos de calidad, tal como argumenta Agressoth (2022).

En la microcuenca Colpamayo y San Mateo las precipitaciones pluviales generalmente alcanzan de 0 a 40 mm, siendo los meses con mayor intensidad abril, febrero, marzo y noviembre, tal como, se encontró en las cuencas de los ríos cajamarquinos y de Namora (Céspedes, 2020). La temperatura en la microcuenca Colpamayo varía entre $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $34\text{ }^{\circ}\text{C}$ con máximas temperaturas en el mes de enero y julio, mientras que, en la microcuenca San Mateo de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ con máximas temperaturas en enero y octubre, con temperaturas más bajas en noviembre y diciembre. La humedad en la microcuenca Colpamayo y San Mateo varía entre el 50% a 110% y entre 8% a 40%, correspondientemente, siendo el mes con mayor humedad relativa mensual promedio enero con 26.49% en ambos casos. El nivel de agua en la microcuenca Colpamayo y San Mateo asciende de 3.18 a 4.61 m y de 2.75 a 3.5 m. Así mismo, el índice de Fourier en la microcuenca Colpamayo y San Mateo era 575.87 y 235.61, respectivamente, por tanto, la agresividad climática en ambos casos es muy alta y la concentración de la precipitación pluvial alcanza un índice de 34.43%, por tanto, es fuertemente estacional, siendo similar a lo determinado en la microcuenca San Felix en Arequipa por medio de la estación HOBO (Lujan, 2021).

CAPÍTULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- 1) La ubicación geográfica para instalar las estaciones Meteorológicas e Hidrométricas automáticas equipados con tecnología GSM/GPRS en el ámbito geográfico de las microcuencas Colpamayo y San Mateo, cumplen con los criterios del Manual Técnico: MT – DRD – 001, quedando estas proyectadas en las coordenadas UTM: 765333.252 m E, 9274429.03 m S, a 3132 msnm (Centro Poblado Choctapata) y 761445.00 m E y 9275061.00 m S, a 2531 msnm (comunidad de Pacchapampa); de igual manera, las estaciones hidrométricas para las microcuencas Colpamayo y San Mateo, están ubicadas aproximadamente a unos cincuenta (50) metros del punto de evacuación de estas aguas pluviales con el cauce del río Chotano.

Tabla 38

Selección de Sitios para Ubicar la Estación Meteorológica Automática en la Estación Colpamayo y San Mateo

Microcuenca	Zona	Coordenada Este (m)	Coordenada Norte (m)	Altitud (msnm)
Colpamayo	17 M	765333.252	9274429.03	3132
San Mateo	17 M	761445.00	9275061.00	2531

- 2) La estación hidrológica de la microcuenca Colpamayo tiene una longitud de 30 m, con cable de acero de ½” serie 6x9 tipo boa con grapas del mismo diámetro, y un sensor para medir caudales; en cambio la estación hidrológica de la microcuenca San Mateo tiene una longitud de 25 m, con cable de acero de ½” serie 6x9 tipo boa con grapas del mismo diámetro, cámara de anclaje con poste de acero de 5” de diámetro y un sensor para medir caudales. En ambos casos se

han considerado los siguientes equipos: un limnómetro de presión modelo GT-LMN para medir la altura del agua, un molinete para medir la velocidad de la corriente y un registrador para almacenar los datos obtenidos, conectados a un sensor automático que, se ubica al margen del cauce en una estructura de concreto armado con un brazo de tubo de acero cuadrado de 2x1 pulgadas.

Tabla 39

Torre 01 y 02 de la Estación Hidrológica de la Microcuenca Colpamayo y San Mateo

	Dimensiones	Microcuenca Colpamayo	Microcuenca San Mateo
Torre 01			
Zapata	Ancho (m)	1.5	1.5
	Largo (m)	1.5	1.5
	Altura (m)	1.2	1.2
Poste	Polea	de 20 cm de diámetro	de 20 cm de diámetro
	Poste metálico	de Ø=5	de Ø=5
	Altura (m)	2.90	2.90
Torre 02			
Zapata	Ancho (m)	1.45	
	Largo (m)	1.54	
	Altura (m)	1.20	
Poste	Polea	de 20 cm de diámetro	
	Poste metálico	de Ø=5	
	Altura (m)	2.50	

- 3) En la microcuenca Colpamayo y San Mateo las precipitaciones pluviales generalmente alcanzan de 0 a 40 mm, siendo los meses con mayor intensidad abril, febrero, marzo y noviembre. Con temperaturas de -2 °C a 34 °C para la microcuenca Colpamayo y de 0 °C a 25 °C para la microcuenca San Mateo. La humedad en la microcuenca Colpamayo y San Mateo varía entre el 50% a 110% y entre 8% a 40%, correspondientemente, siendo el mes con mayor humedad relativa mensual promedio enero con 26.49% en ambos casos. El nivel de agua en la microcuenca Colpamayo y San Mateo asciende de 3.18 a 4.61 m y de 2.75 a 3.5 m. Así mismo, el índice de Fourier en la microcuenca Colpamayo y San Mateo

era 575.87 y 235.61, respectivamente, por tanto, la agresividad climática en ambos casos es muy alta y la concentración de la precipitación pluvial alcanza un índice de 34.43%, por tanto, es fuertemente estacional.

Tabla 40

Precipitación Pluvial según Periodo de Retorno en la Microcuenca Colpamayo y San Mateo

Precipitación correspondiente XT (mm)		
Periodo de retorno T (años)	Microcuenca Colpamayo	Microcuenca San Mateo
10	73.78	57.16
25	84.57	65.52
50	92.67	71.79
100	100.84	78.12
200	109.11	84.53
500	120.27	93.17

Tabla 41

Temperatura en la Microcuenca Colpamayo y San Mateo

MES	Temperatura diaria (°C)			
	Microcuenca Colpamayo		Microcuenca San Mateo	
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
ENE	34.07	-1.92	14.09	0.00
FEB	32.53	1.92	13.04	0.00
MAR	32.02	1.28	13.69	0.00
ABR	27.54	3.84	13.30	0.00
MAY	32.53	0.13	12.70	0.00
JUN	32.41	-0.64	13.00	0.00
JUL	33.56	-1.92	13.10	0.00
AGO	32.66	-1.15	13.30	0.00
SET	33.30	2.56	12.50	0.00
OCT	33.81	-1.28	13.99	0.00
NOV	32.79	-2.95	13.00	0.00
DIC	33.30	-2.56	13.59	0.00

Tabla 42

Humedad Relativa Media Diaria Mensual de la Microcuenca Colpamayo y San Mateo

MES	Promedio de Humedad relativa media diaria (%)	
	Microcuenca Colpamayo	Microcuenca San Mateo
ENE	26.49	26.71
FEB	21.24	20.53
MAR	21.16	20.58
ABR	21.04	20.65
MAY	19.82	20.72
JUN	17.88	20.16
JUL	16.38	19.16
AGO	16.48	19.07
SET	21.30	22.97
OCT	22.57	23.22
NOV	25.26	25.63
DIC	26.49	26.46

Nota: En promedio la humedad es baja debido a la gran cantidad de datos categorizados como cero o S/D.

Tabla 43 *Nivel de Agua en el Cauce Principal de la Microcuenca Colpamayo y San Mateo*

MES	Nivel máximo de agua	
	Microcuenca Colpamayo	Microcuenca San Mateo
ENE	3.46	2.68
FEB	4.35	3.37
MAR	4.61	3.57
ABR	3.79	2.94
MAY	4.48	3.47
JUN	3.33	2.58
JUL	1.92	1.49
AGO	1.79	1.39
SEP	3.52	2.73
OCT	4.29	3.32
NOV	2.95	2.28
DIC	2.95	2.28

5.2. Recomendaciones.

Se recomienda iniciar el monitoreo ambiental de estas dos (2) microcuencas en el corto o mediano plazo conforme a las propuestas de equipos y emplazamientos proyectados. Así mismo, se sugiere a la MPCH realizar talleres, charlas y campañas educativas sobre preservación del medio ambiente.

Se recomienda delimitar cuencas y/o subcuencas en el ámbito de la provincia de Chota, a fin de proponer la instalación de puntos de control hidrométricos (caudales).

CAPÍTULO VI.

REFERENCIAS

- Agressoth, J. S. (2022). *Propuesta de mejora operativa para el radar meteorológico Vaisala WRM200, integrado a la red de radares meteorológicos de la Aeronáutica Civil para la prestación del Servicio Meteorológico Aeronáutico en Colombia*. [Monografía para optar el título de ingeniero en telecomunicaciones, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. <http://hdl.handle.net/11349/30108>
- Agustín Felipe B. P. & Marco Antonio J. V. (2006). *Principios y Fundamentos de la Hidrología Superficial*. México. Universidad Autónoma Metropolitana. Obtenido de: https://www.uamenlinea.uam.mx/materiales/licenciatura/hidrologia/principios_fundamentos/libro-PFHS-05.pdf
- Amás, F. J. (2016). *Diseño de un sistema de monitoreo hidrométrico y meteorológico en línea del río Pilcomayo*. [Proyecto final de ingeniería, Universidad Argentina de la Empresa].
- Antonino, L. (2019). *Instalación de estaciones hidrométricas y meteorológicas*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Córdoba]. <http://hdl.handle.net/11086/24949>
- Arriola, G., Villegas, L., Idrogo, C. Piedra, J., & Arbulú, J. (2022). Evaluación de la Agresividad Climática y Concentración de Precipitaciones en la Cuenca Chancay-Lambayeque, Perú. *Revista Politécnica*, 50(2), 15-22. <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/rpolit/v50n2/2477-8990-rpolit-50-02-00015.pdf>
- Autoridad Nacional de Agua [ANA]. 2022. *Estación hidrológica automática y sistema mecanizado de aforos de ríos se instalan en distrito Namora*. <https://www.gob.pe/institucion/ana/noticias/605446-estacion-hidrologica-automatica-y-sistema-mecanizado-de-aforos-de-rios-se-instalan-en-distrito-namora>
- Barriga, M., Vizcaíno, J., & Recalde, C. (2015). Implementación De Una Red De Estaciones Meteorológicas Utilizando Transmisión GPRS En La Región Centro Andina Ecuatorial. *Revista Congreso de Ciencia y Tecnología*, 1(10), 209 – 214. <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/cienciaytecnologia/article/view/49>.
- Belendés, A. (2017, pág. 4). *Calor y Temperaturas*. [Grado en Ingeniería en Sonido e Imagen en Telecomunicación]. Repositorio de la Universidad de Alicante.

<https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/95287/1/Tema-4-Calor-y-temperatura.pdf>

- Bendezú, R. (2018). Gestión de la Microcuenca “Cachimayo” para el desarrollo sostenible a través de sistema de información geográfico. [Tesis para optar el grado académico de Maestro en: Ciencias de Ingeniería. Universidad Nacional de Huancavelica]. Repositorio de la Universidad Nacional de Huancavelica. <https://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/1523/TESIS%20MAESTRIA%20BENDEZU%20URETA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Bravo, D., García, A., & Muñoz, W. (2012). Diseño e Implementación de un Prototipo de Estación meteorológica. *Revista Universitaria en Telecomunicaciones Informática y Control*, 1(2), 24-28.
- Buenaño Andrade, A. M. (2009). *Diseño e instalación de equipos supervisores y sensores de temperatura para las unidades de generación de la Central Hidroeléctrica*. [Proyecto para obtener el título profesional de ingeniero civil, Escuela politécnica Nacional]. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1401>
- Buriticá, C., López, G., Rodríguez, N. (2015). Estación meteorológica para la conformación de redes: proceso de instalación. *Visión Electrónica*, 1(9), 67-74. <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/visele/article/view/11016/11863>.
- Camino, Mariana A., Bó, María Juliana, Cionchi, José L., López de Armentia, Adriana, Del Río, Julio L., & De Marco, Silvia G.. (2018). Estudio morfométrico de las cuencas de drenaje de la vertiente sur del sudeste de la provincia de Buenos Aires (Argentina). *Revista Universitaria de Geografía*, 27(1), 73-97. Recuperado en 01 de julio de 2023, de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-42652018000100005&lng=es&tlng=es.
- Campos Aranda, D. (1992). *Procesos del Ciclo Hidrológico*. San Luis de Potosí: Editorial Universitaria Potosina.
- Carrasco, J. D. (2018). *Caracterización de sequías meteorológicas en la cuenca alto Jequetepeque mediante índice estandarizado de precipitación y evapotranspiración*. [Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil, universidad nacional de Cajamarca].
- Céspedes, A. (2020). Comparación de los modelos hidrológicos de Lutz Scholz y similitud hidráulica de sistemas hidrológicos Altoandinos, en las cuencas de los ríos cajamarquinos y namora para el periodo: 1973-2015. [Tesis para optar el

- título de ingeniero civil, Universidad Nacional de Cajamarca].
<http://hdl.handle.net/20.500.14074/4005>
- Chota, M. P. (01 de enero de 2023). Municipalidad Provincial Chota. Obtenido de Municipalidad Provincial Chota: <https://www.munichota.gob.pe/ubicacion-geografica>
- Ciampittiello, M., Manca, D., Dresti, C., Grisoni, S., Lami, A., & Saidi, H. (2021). Meteorological sensors within the Lake Maggiore catchment: system establishment, functioning and data validation. *Sensors*, 21(24), 8300.
<https://doi.org/10.3390/s21248300>
- Cionchi, J.L. (1984). Análisis cuantitativo de pendientes en la cuenca superior del arroyo Chocorí, provincia de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 39 (1-2), 28 - 37.
- Congreso de la República, (2017). Decreto Supremo que aprueba el Reglamento del Registro Nacional de Derecho de Autor y Derechos Conexos, contemplado en el Decreto Legislativo N° 822, Ley sobre el Derecho de Autor, publicado en el Diario El Peruano, <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-aprueba-el-reglamento-del-registro-nacio-decreto-supremo-n-053-2017-pcm-1522459-1/Di>
- Leo, J. M., & Delnero, J. S. (2018, pág10). *El impacto de la ingeniería del viento sobre el desarrollo sostenible, Objeto de conferencia*. Repositorio Institucional de la UNLP. Córdoba.
http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/121832/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Delgadillo, A. & Páez, G. (2008). Aspectos hidrológicos, subcuencas susceptibles a crecidas, escenarios de riesgo. En C. Ferrer & M. Duarte (Eds.). (2008). *Plan de desarrollo urbano del Municipio Antonio Pinto Salinas, bajo el enfoque de gestión del riesgo. Caracterización del riesgo de la cuenca del valle Mocoties*. Mérida: FUNDAPRIS.
- Estrada, J., Paredes, A. & Quintero, P. (2010). *Diseño e implementación de un sistema piloto de localización vehicular a través de la red GPRS para el parque automotor de la facultad técnica para el desarrollo de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil*. [Tesis de grado para la obtención del título de Ingeniero en Telecomunicaciones, Universidad Católica De Santiago De Guayaquil]. Repositorio de la Universidad Católica De Santiago De Guayaquil.

<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/9940/1/T-UCSG-PRE-TEC-ITEL-259.pdf>

- Flores Rivadeneira, H. R. (2009). *Monitoreo ambiental de la microcuenca del río Vascún para la identificación del impacto ambiental*. [Tesis de grado previa a la obtención del título de: Magíster en Ciencias de la Ingeniería y Gestión Ambiental, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Institucional UTA. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/2194/1/Maestr%c3%ada%20G.%20A.%2044%20-%20Flores%20Rivadeneira%20Humberto%20Ranulfo.pdf>
- Flores, A. F. (2018). *Hidrometría*. [Trabajo de Suficiencia Profesional, Universidad Jose Carlos Mariátegui]. <https://hdl.handle.net/20.500.12819/407>
- Fuentes Junco, J. J. A. (2004). *Análisis morfométrico de cuencas: caso de estudio del Parque Nacional Pico de Tancítaro*. México: Dirección General de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas. Instituto Nacional de Ecología (INE).
- Galindo, L., Samaniego, J., Alatorre J., Reyes, O., Ferrer, J & Gómez, J. (2015). Recursos hídricos y riesgos climáticos. Serie Seminarios y Conferencias N° 82. Repositorio CEPAL – Organización de las Naciones Unidas. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/38274/S1500538_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Gaspari, F. J, Rodríguez Vagaría, A. M., Senisterra, G. E., Denegri, G.; Delgado, M. I. & Besteiro, S. (2012). Caracterización morfométrica de la cuenca alta del río Sauce Grande, Buenos Aires, Argentina. *Revista Electrónica del Comité de Medio Ambiente. AUGMDOMUS*, 4, 143-158. Recuperado de: <https://revistas.unlp.edu.ar/domus/article/download/476/505/>
- Gonzales, A. (2004). *Análisis Morfométrico de la cuenca y la red de drenaje del río Zandorra y sus afluentes aplicado a la peligrosidad de crecidas*. Universidad del País Vasco. España: *Revista Dialnet*. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/1079160.pdf>
- Guerrero, C., Ávila, G. (2007). “Estudio de la tecnología GSM (Global System for Mobile) tercer y cuarta generación”. [En su trabajo de obtención de grado académico de Ingeniero Eléctrico, Universidad Tecnológica de Bolívar]. Repositorio Institucional de UTB.

- <https://repositorio.utb.edu.co/bitstream/handle/20.500.12585/3667/0042605M.pdf?sequence=6&isAllowed=y>
- He, J., & Zhu, X. (2020). Research On Regional Extreme Rainfall Forecasting For Water Resource Management And Warning Operations. In *2020 XXXIIIrd General Assembly and Scientific Symposium of the International Union of Radio Science*, 1(1), 1-3. doi: 10.23919 /URSIGASS49373.2020.9232239
- Hernández, R., Fernández, C & Baptista, L. (2014). Metodología de la Investigación. México. Obtenido de: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Horton, R. E. (1945). Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. *Bulletin of the Geological Society of America*. (56), 275 - 370.
- Horton, R. E. (1932). Drainage-basin characteristics. *Transactions*, 13(1), 350 - 361.
- Huerta, E., & García, J. (2009). Estrategias de gestión ambiental: Una perspectiva de las organizaciones modernas. *Clío América*, 3(5), 15-30. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5114810>
- Ibáñez, S., Moreno, H., & Gisbert, J. (2011). Morfología de las cuencas hidrográficas. Universidad Politécnica de Valencia. Obtenido de: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/10782/Morfolog%c3%ada%20de%20una%20cuenca.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ibisate González de Mateuco, A. (2004). Análisis morfométrico de la cuenca y de la red de drenaje Del Río Zadorra y sus afluentes aplicado a la peligrosidad de crecidas". *Boletín de la Asociación Geológica Española*. (38), 311 - 329.
- Idrogo, N.A. (2022). *Evaluación de la condición global y funcionalidad técnica de las obras de arte de la carretera CA-105, km 65+000 al km 78+000, Chota*. [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Nacional Autónoma de Chota].
- Instituto de Hidrología, M. y. (2005). Atlas Climatológico De Colombia. Parte I - Aspectos Nacionales, Colombia. Obtenido de: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/019711/AtlasClimatico1.pdf>
- Ureña, F. (2011). Utilización de estaciones meteorológicas automáticas como nueva alternativa para el registro y transmisión de datos. *Revista Posgrado y Sociedad*, 1(11), 33 - 49. <https://revistas.uned.ac.cr/index.php/posgrado/article/view/1881/2089>.

- Jima Sanmartín, L. M., & Sanmartín Jiménez, C. A. (2019). *Desarrollo de un prototipo hidrométrico usando vasos comunicantes en la acequia Pumamaqui de la comunidad de Pesillo*. [Trabajo de titulación para obtener el título de ingeniero electrónico, Universidad Politécnico Salesiana Sede Quito]. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16986>
- Korver, M. C., Haughton, E., Floyd, W. C., & Giesbrecht, I. J. (2022). High-resolution streamflow and weather data (2013–2019) for seven small coastal watersheds in the northeast Pacific coastal temperate rainforest, Canada. *Earth System Science Data*, 14(9), 4231-4250. <https://doi.org/10.5194/essd-14-4231-2022>
- Leandro, A. (2019). Instalaciones de estaciones hidrométricas y meteorológicas. [Práctica supervisada, Universidad Nacional de Córdoba]. <http://hdl.handle.net/11086/24949>
- Lezama, B. M. (2013). *Prototipo didáctico de una estación meteorológica monitoreada a distancia*. [Tesis para optar el título profesional de ingeniería de Comunicaciones y Electrónica., Instituto Politécnico Nacional].
- López Bermúdez, F., Navarro, F., Romero, M.A., Conesa, C., Castillo, V., Martínez, J. & García, C. (1988). *Geometría de cuencas fluviales: Las redes de drenaje del Alto Guadalentín*. Madrid: ICONA.
- López Cadenas de Llano, F. (1998). Restauración Hidrológica Forestal de cuencas y Control de la Erosión. Madrid: Mundi Prensa.
- López, L., De Armas, Y., Almeida, M., & Alonso, L. (2012). Procedimiento para planificar el monitoreo ambiental en empresas hoteleras. *Revista Avanzada Científica*, 1(15), 1-16. <http://www.avanzada.idict.cu/index.php/avanzada/article/view/360/352>
- Lujan, J. (2021). *Desarrollo y validación de prototipo de estación meteorológica de bajo costo para el registro de mediciones meteorológicas en zonas de alta montaña*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Federico Villarreal]. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/5934>
- Martines L, E. (2007). Definiciones de Humedad y su Equivalencia. Obtenido de: <https://www.cenam.mx/dme/pdf/tm02.pdf>
- Medina, C., Ramírez, W. (2019). “Diseño y construcción de estación meteorológica, ubicada en la vereda el Callejon, Ricauarte - Cundinamarca”. [En su trabajo de obtención de grado académico de Ingeniero Civil, Universidad Católica de Colombia]. Repositorio Institucional de UCC.

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/24356/1/tesis%20final%20Camilo%20y%20Felipe%20con%20comentarios.pdf>

Medina-García, G., Grageda-Grageda, J., Ruiz-Corral, J. A., & Báez-González, A. D. (2008). Uso de estaciones meteorológicas en la agricultura. *México. INIFAP*. Obtenido de: <https://docplayer.es/13303312-Uso-de-estaciones-meteorologicas-en-la-agricultura.html>

Merino Yalaque, H (2020). “Estudio de los problemas de transmisión de los sistemas de telemedición”. [Proyecto para optar por el título de maestría de administración de empresas con mención en telecomunicaciones, Universidad de Guayaquil]. Repositorio UG <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/51221/1/MERINO%20YALAUQUE%20HUGO%20%20TRABAJO%20DE%20TITULACION%20MAESTR%20R%20c3%8dA.pdf>

Ministerio de Agricultura (26 de agosto de 2015). *Manual de Hidrometría - Convenio de Cooperación Interinstitucional INRENA – UCPSI. SCRIBD*. Obtenido de SCRIBD: <https://es.slideshare.net/efrovelasquez/hidrometria-52104801>

Miranda, F. J., & Camacllanqui, G. J. (2015). *Sistema remoto de monitoreo eficaz de la temperatura, humedad y velocidad del viento de una estación agro meteorológica automática en el valle de Pampas*. [Tesis para optar el título de ingeniero electrónico, Universidad Nacional de Huancavelica]. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/791>

Negrete Valera, A. (2017). Laboratorio de Física Manual de Prácticas. [Universidad Nacional Autónoma de México]. Obtenido de: <https://ingenieria.acatlan.unam.mx/media/vinculos/2015/10/FESA%20ITLQU%20P01%20LAB%20FISICA%20GENERAL.pdf>

Ngô, L. A., Hoàng, T. T., Nguyễn, H. S., Vũ, M. C., Đỗ, L. T., Võ, V. H., ... & Ranzi, R. (2021). A Hydrometeorological Flood Forecasting Chain for the Red and Ca Rivers (China, Laos and Vietnam) Part II—Applications and Results. In *Innovations in Land, Water and Energy for Vietnam's Sustainable Development*, 1(1), 15-26. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-51260-6_2

Nord, G., Michielin, Y., Biron, R., Esteves, M., Freche, G., Geay, T., ... & Mercier, B. (2020). An autonomous low-power instrument platform for monitoring water and

- solid discharges in mesoscale rivers. *Geoscientific Instrumentation, Methods and Data Systems*, 9(1), 41-67. <https://gi.copernicus.org/articles/9/41/2020/>
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA]. 2022. *Monitoreo ambiental*. <https://www.oefa.gob.pe/monitoreo-ambiental-2/ocac02/>
- Organización Meteorológica Mundial, «Sistema Mundial Integrado de Sistemas de Observación de la OMM. Reglamento Técnico,» OMM Naciones Unidas, Ginebra, 2001.
- Ortiz Vera, O. (2004). Evaluación hidrológica. *Hidrored*, (1), 1-7.
- Ortiz, O., Montalvo, N., Mejía, A., Vásquez, A., Ingol-Blanco, E. (2016). *Morfometría adimensional de sistemas hidrológicos altoandinos y generación de información hidrológica*. XXVII Congreso latinoamericano de Hidráulica, IAHR.
- Otero, E. D. I. S. O. N. (2008). Teoría de la tecnología y teoría de la comunicación: relaciones ambiguas. *Revista Chilena de Comunicación*, 1(2), 57-66.
- Paredes Patín, A. M., & Pérez Acosta, M. E. (2008). *Diseño de la red de transmisión de datos para el centro de comunicaciones hidrometeorológico del Inamhi para las provincias del Callejón Interandino del Ecuador utilizando la plataforma celular GPRS*. Repositorio Digital – Escuela Politécnica Nacional, Quito. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4201/3/CD-1362.pdf>
- Patra, A., Chowdhury, U., & Ranade, S. D. (2022). Reliable real time data acquisition in water resources management. *NDCWWC Journal*, 11(1), 11-17. <https://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:ndcwwc&volume=11&issue=1&article=002>
- Quintanilla, M. Q., & Hernández, L. A. (2022). Metodología de captura y procesado para el desarrollo de una base de datos gráfica 3D del patrimonio arquitectónico. *Geconservacion*, 21(1), 72-84. [G- Conservación, (21), pag 75]. <http://eprints.rclis.org/12263/>
- Rivero, D. (2011). Evolución de la tecnología celular GSM hacia la generación 3.75. *Revista Académica de Investigación*, 1(7), 1 – 10. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7320557.pdf>
- Romero Díaz, M. A. & López Bermúdez, F. (1987). Morfometría de redes fluviales: revisión crítica de los parámetros más utilizados y aplicación al alto Guadalquivir. *Papeles de Geografía*, (12), 47-62.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMHI]. 2022. *Precipitaciones y Temperaturas Extremas del aire*. Repositorio Senamhi.

[https://repositorio.senamhi.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12542/2105/Bolet%
c3%adn-precipitaciones-y-temperaturas-extremas-del-aire-
abr_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.senamhi.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12542/2105/Bolet%c3%adn-precipitaciones-y-temperaturas-extremas-del-aire-abr_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Silva, R. (2019). *Generación de información Hidrométrica con fines de Aprovechamiento Hídrico para la Cuenca el Porvenir Distrito de Huarango*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/3211>
- Solano Becerra, G. (2021). *Diseño e implementación de una estación meteorológica con acceso a internet para lugares remotos*. [Tesis de Título Profesional, Universidad de Ingeniería y Tecnología]. <https://hdl.handle.net/20.500.12815/227>
- Strahler, A. (1964). Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks. En Chow, V. (Ed). (1964). *Handbook of applied Hydrology* (439-476). New York: Mc Graw-Hill.
- Suárez, A., Llugsí, R., Lupera, P., & Chango, R. (2017). Implementación de un Sistema Aéreo de Medición y Almacenamiento de Parámetros Meteorológicos Georreferenciados para Zonas Pequeñas. *Revista Politécnica*, 39(2), 17-26. *Revista Politécnica*. Vol 39 pag. 3.
- Theochari, A. P., Feloni, E., Bournas, A., & Baltas, E. (2021). Hydrometeorological-hydrometric station network design using multicriteria decision analysis and GIS techniques. *Environmental Processes*, 8(3), 1099-1119. <https://doi.org/10.1007/s40710-021-00527-x>
- Ticlla, Y.W. (2022). *Evaluación del nivel de riesgo a inundación según la metodología CENEPRED, en el río San Mateo, tramo puente "San Mateo" al puente "Lloque Yupanqui, Chota*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Chota].
- Tikhomirov, A. A., Korolkov, V. A., Smirnov, S. V., Azbukin, A. A., Bogushevich, A. Y., Kalchikhin, V. V., ... & Stepanenko, V. M. (2022). Meteorological Observations and Their Instrumental Support at IMCES SB RAS. *Atmospheric and Oceanic Optics*, 35(4), 456-466. <https://link.springer.com/article/10.1134/S1024856022040170>
- TLBG/UP, C. (2004). Análisis de Escenarios de Desarrollo y Plan Indicativo de Ordenamiento Territorial Ambiental Para la Región de la Cuenca del Canal de Panamá. Obtenido de: [https://docs.micanaldepanama.com/plan-
maestro/Study Plan/Environmental and Social/Watershed n Sustainable Dev
elopment/Analisis de escenarios/0005-exec.pdf](https://docs.micanaldepanama.com/plan-maestro/Study Plan/Environmental and Social/Watershed n Sustainable Development/Analisis de escenarios/0005-exec.pdf)

- Universidad Nacional Autónoma de Chota [UNACH], (2016). Vicepresidencia De Investigación, oficina General de Investigación: Código de Ética para la Investigación Científica. <https://1library.co/document/q0e37x9y-codigo-de-etica-para-la-investigacion-cientifica.html>.
- Vargas Sanunga, L. P. (2021). Teoría de valores extremos para el análisis de la precipitación de la estación meteorológica ESPOCH (1976-2019). [Tesis de grado, Escuela superior politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esepoch.edu.ec/handle/123456789/14824>
- Veloz Martínez, J. C. (2016). *Aplicación móvil para la toma de lecturas de medidores eléctricos de Elepco SA basado en mapas digitales georreferenciados*. [Proyecto de investigación, Universidad técnica de Cotopaxi]. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/4941>
- Vera Hernández, L. E. (2002). *Análisis de Aforo de la Estación Hidrométrica Obrajillo – Periodo 2000 – 2001* [Tesis para optar título profesional de Ingeniero Mecánico de Fluidos, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio digital de la UNMSM. https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/Tesis/Ingenie/Vera_H_L/T_Completo.pdf
- Yerrén, J.E., y Arboleda, F. (2017). *Instalación y operación de estaciones*. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, SENAMHI. <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/00711SENA-53.pdf>
- Zárate, C. (2020). *Modelamiento hidrológico de caudales medios mensuales en cuencas sin información hidrométrica aplicando el método Lutz Scholz y las redes neuronales artificiales, en la microcuenca Huajuri-Oropesa-Antabamba-Apurímac*. [Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <http://hdl.handle.net/10757/656781>
- Zhunio Cifuentes, J. (2008). *Estudio de factibilidad para la implementación de una red gsm/gprs en la red de telefonía móvil celular en el Ecuador*. [Proyecto previo a la obtención del título de ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones, Escuela Politécnica Nacional]. Biblioteca digital EPN. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/11938/1/T10873.pdf>

CAPÍTULO VII. ANEXOS

Anexo A. Matriz de consistencia

Tesis: Monitoreo ambiental de las microcuencas colpamayo y san mateo utilizando estaciones meteorológicas e hidrológicas automáticas con tecnología GSM/GPRS, Chota, 2022

Tesistas: Cristian Yomar Saucedo Linares, Regalado Saucedo Gilmer Ramiro

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
¿Cómo monitorear el ambiente de las microcuencas Colpamayo y San Mateo utilizando estaciones Meteorológicas e hidrológicas automáticas equipados con tecnología GSM/GPRS como parte de la gestión de los recursos hídricos, Chota.?	<p>Objetivo general Intervenir en el monitoreo ambiental de las microcuencas Colpamayo y San Mateo utilizando estaciones Meteorológicas e hidrológicas automáticas equipados con tecnología GSM/GPRS como parte de la gestión de los recursos hídricos, Chota.</p> <p>Objetivos específicos</p> <p><input type="checkbox"/> Determinar la ubicación geográfica en el ámbito de las microcuencas Colpamayo y/o san mateo donde se tendrían que instalar las estaciones Meteorológicas e hidrológicas automáticas equipados con tecnología GSM/GPRS.</p> <p><input type="checkbox"/> Diseñar las estaciones Meteorológicas e hidrológicas automáticas equipados con tecnología GSM/GPRS para las microcuencas Colpamayo y/o San Mateo.</p> <p><input type="checkbox"/> Simular el comportamiento climatológico, hidrológico e hidráulico (temperatura, precipitación, humedad relativa y caudales aportantes) en las microcuencas Colpamayo y San Mateo, como parte del monitoreo ambiental.</p>	El monitoreo ambiental de los parámetros meteorológicos e hidrométricos que se generan a nivel de las microcuencas Colpamayo y San Mateo, se lograrán mediante la instalación y funcionamiento de las estaciones meteorológicas e hidrológicas automáticas con tecnología GSM/GPRS debidamente ubicadas según normatividad del SENAMHI.	<p>Variable Independiente: Estaciones Meteorológicas e Hidrológicas Automáticas con Tecnología GSM/GPRS.</p> <p>Variable Dependiente: Monitoreo Ambiental de las Microcuencas Colpamayo y San Mateo.</p>	Parámetros geomorfológicos de las microcuencas	Área	<p>Enfoque: Cuantitativo Tipo: Aplicada Nivel: Explicativo Diseño de investigación: Descriptivo no experimental Muestra: La muestra de esta investigación fue las quebradas San Mateo y Colpamayo en las cuales se ha ubicado y diseñado dos estaciones meteorológicas e hidrométricas computarizadas usando enlace serial a un módem de Servicio General de Paquete de Radio (GPRS) en Chota.</p>
					Pendiente	
					Longitud de curso principal	
					Altitud media	
					Tiempo de concentración	
				Emplazamiento	Ubicación	
					Características	
				Diseño de estaciones meteorológicas automáticos	Condiciones	
					Sensores	
				Diseño de estaciones hidrométricas	Telemetría	
					Escala hidrométrica	
					Sensor de presión	
					Boya y flotador	
					Sensor ultrasónico	
					Sensor de radar	
Limnómetro volumétrico						
Temperatura máxima						
Temperatura mínima						
Temperatura ambiental						
Monitoreo ambiental con la estación meteorológica	Precipitación pluvial					
	Humedad relativa					
	Caudal de aporte					
Monitoreo ambiental con la estación hidrológica	Altura del nivel de agua					
	Velocidad del flujo					

Anexo B. Panel fotográfico

Fotografía 1 Levantamiento topográfico del Cauce de la quebrada Colpamayo (BM-01)



Fotografía 2 Levantamiento topográfico río chotano 150 m aguas arriba. (BM-01)



Fotografía 3 Levantamiento topográfico río chotano 150 m aguas abajo. (BM-01)



Fotografía 4 *Levantamiento topográfico: vista del punto de aforo de la quebrada Colpamayo.*



Fotografía 5 *Levantamiento topográfico del cauce del río chotano*



Fotografía 6 *Levantamiento topográfico coordenada y altitud del BM-03.*



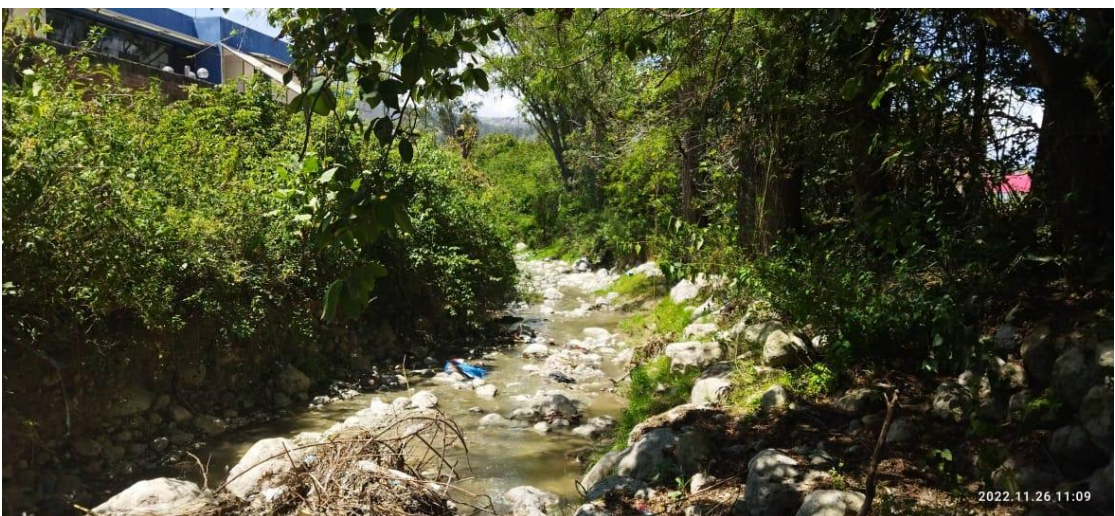
Fotografía 7 *Levantamiento topográfico coordenada y altitud del BM-03.*



Fotografía 8 *Levantamiento topográfico coordenada y altitud del BM-04.*



Fotografía 9 *Levantamiento topográfico cauce de la quebrada Colpamayo.*



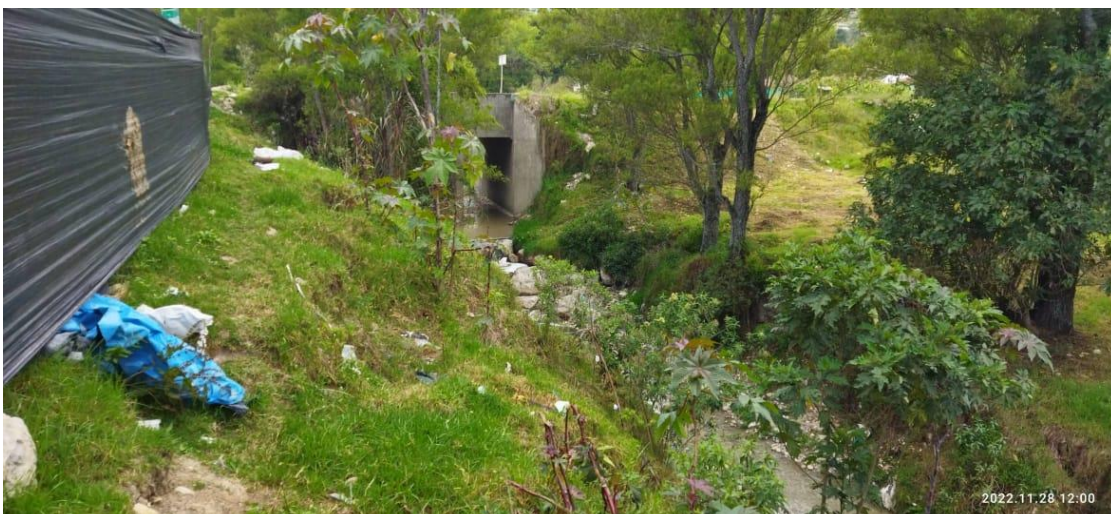
Fotografía 10 *Levantamiento topográfico cauce de la quebrada Colpamayo.*



Fotografía 11 *Levantamiento topográfico de la quebrada San Mateo (BM-01).*



Fotografía 12 *Levantamiento topográfico del cauce de la quebrada San Mateo*



Fotografía 13 *Levantamiento topográfico del cauce de la quebrada San Mateo*



Fotografía 14 *Levantamiento topográfico del cauce del río chotano 150 m aguas abajo.*



Fotografía 15 *Propuesta del lugar para instalación del Sistema Mecanizado de Aforo y Estación Hidrológicas Automáticas para la Microcuenca San Mateo.*



Fotografía 16 *Propuesta del lugar para instalación del Sistema Mecanizado de Aforo y Estación Hidrológicas Automáticas para la Microcuenca San Mateo.*



Fotografía 17 *Propuesta del lugar para instalación del Sistema Mecanizado de Aforo y Estación Hidrológicas Automáticas para la Microcuenca Colpamayo.*



Propuesta del lugar para instalación del Sistema Mecanizado de Aforo y Estación Hidrológicas Automáticas para la Microcuenca Colpamayo.



Fotografía 18 *Autoridad Nacional de Agua – región Cajamarca.*



Fotografía 19 *Autoridad Nacional de Agua – región Cajamarca.*



Fotografía 20 *Visita a la Estación Hidrológica Automática y Sistema Mecanizado de Aforos Chonta – distritos de Baños del Inca y la Encañada - región Cajamarca.*



Fotografía 21 *Datos Estación Hidrológica Chonta – distritos de Baños del Inca y la Encañada - región Cajamarca.*



Fotografía 22 *Estación Hidrológica Automática y Sistema Mecanizado de Aforos Chonta – distritos de Baños del Inca y la Encañada - región Cajamarca.*



Fotografía 23 *Toma de datos de la Estación Hidrológica Automática y Sistema Mecanizado de Aforos Chonta – distritos de Baños del Inca y la Encañada - región Cajamarca.*



Fotografía 24 Toma de datos de la Estación Hidrológica Automática y Sistema Mecanizado de Aforos Chonta – distritos de Baños del Inca y la Encañada - región Cajamarca.



Fotografía 25 Seguridad de la Estación Hidrológica Chonta – distritos de Baños del Inca y la Encañada - región Cajamarca.



Fotografía 26 Columna para los sensores de nivel y/o calidad del agua en el río Chonta.



Fotografía 27 Sensor de nivel y/o calidad del agua en el río Chonta.



Fotografía 28 Mira para visualizar el nivel del agua.



Fotografía 29 Torre y cámara de anclaje de la Estación Hidrología Chonta.



Fotografía 30 *Cable de acero.*



Fotografía 31 *Sistema de sensores de Estación Hidrológica Automática Chonta.*



Fotografía 32 Estación Hidrológica Automática Chonta. (EHA+Q)



Fotografía 33 Estación Hidrológica Automática Chonta. (EHA+Q)



Fotografía 34 Visita a la Estación Meteorológica Automática Rambran - Chota.



Fotografía 35 Visita a la estación Meteorológica Automática Rambran - Chota.



Fotografía 36 Visita a la estación Meteorológica Automática Rambran - Chota.



Fotografía 37 Tesistas: Saucedo Linares Cristian Yomar – Regalado Saucedo Gilmer Ramiro.



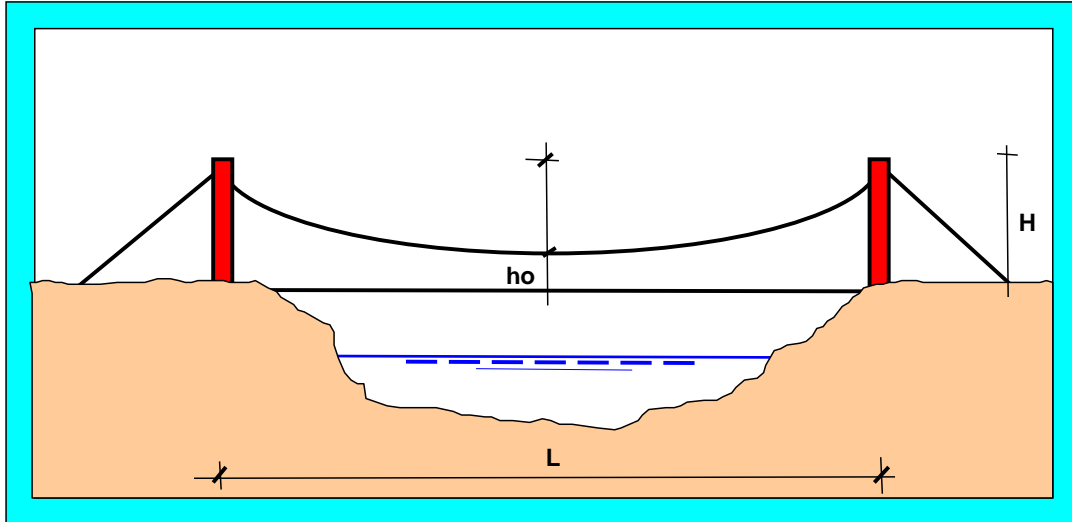
Anexo D. Diseño de las estaciones meteorológicas

NOMBRE DEL PROYECTO

ESTACION HIDROMETEREOLOGICA COLPAMAYO

OFICINA ZONAL

CHOTA



ESPECIFICACIONES TECNICAS



CONST./SERIE :	6*19	6*36	19*7/35W*7
TIPO :	TIPO BOA	TIPO CASCABEL	NO ROTATORIO O ELEFANTE
ALMA :	ACERO	ACERO	ACERO
ACERO :	ARADO MEJORADO	ARADO MEJORADO	ARADO MEJORADO
ACABADO :	NEGRO/GALV.	NEGRO/GALV.	NEGRO

DIAMETRO		PESO	CARGA DE RUPTURA	PESO	CARGA DE RUPTURA	PESO	CARGA DE RUPTURA
mm.	Nom.	Kg/m	Ton	Kg/m	Ton	Kg/m	Ton
3.16	1/8"	0.04	0.69				
4.76	3/16"	0.10	1.43				
6.35	1/4"	0.17	2.67	0.17	2.67		
7.94	5/16"	0.27	4.16	0.27	4.16	0.28	3.53
9.53	3/8"	0.39	5.95	0.39	5.95	0.36	5.07
11.11	7/16"	0.52	8.07	0.52	8.07	0.49	6.88
12.7	1/2"	0.68	10.40	0.68	10.40	0.54	8.94
14.30	9/16"	0.88	13.20	0.88	13.20	0.82	11.20
15.9	5/8"	1.07	16.20	1.07	16.20	1.01	13.90
19.05	3/4"	1.55	23.20	1.55	23.20	1.44	19.80
22.23	7/8"	2.11	31.40	2.11	31.40	1.96	26.80
25.40	1"	2.75	40.70	2.75	40.70	2.57	34.70
28.60	1 1/8"	3.48	51.30	3.48	51.30	3.26	43.70
31.75	1 1/4"	4.30	63.01	4.30	63.00	4.02	53.70

Ingrese los datos de casilleros amarillos

Longitud= L =b= 30.00 m
 Diamtro de cable 1/2 pul
 Fml 100 kg
 Fc 0.68 kg/m

Cable tipo BOA 6 x 19		
Diámetros	Peso Kg/m	Rotura Ton.
1/4	0.17	2.67
3/8	0.39	5.95
1/2	0.68	10.4

Diseño del cable principal:

Para determinar el valor de Yc

Flecha = Yc = **0.60 m**

Tensión horizontal del Cable

$$F_{ht} = \frac{F_c b^2}{8h} + \frac{F_{ml} b}{4h}$$

1378 Kg

Tención real

$$F_{at} = \sqrt{F_{ht}^2 + \left(\frac{4hF_{ht}}{b} - \frac{F_{ml}}{2}\right)^2}$$

Fat 1378 Kg

Factor de seguridad

$$\eta = \frac{R_u}{T_{max\ cal.}}$$

n= 7.54 OK

Longitud del cable

$$L = \left(1 + \frac{8y^2 c}{3S^2}\right) \sqrt{S^2 + h^2}$$

L=

Se usará cable de 1/2" tipo BOA 6 x 19

Para determinar el valor de , que es el valor de la flecha el cual 2% según ASI 4375 de S.

$$F_{ht} = \frac{F_c b^2}{8h} + \frac{F_{ml} b}{4h}$$

donde

F_c es la masa introducida de cable por metro, en newtons;

b es el margen (vano, luz), en metros;

F_{ml} es la carga concentrada en movimiento, en newtons;

h es la flecha, en metros, inducida por la carga F_{ml} en medio del vano.

La tensión real, F_{at} , expresada en newtons, en el cable, viene dada por:

$$F_{at} = \sqrt{F_{ht}^2 + \left(\frac{4hF_{ht}}{b} - \frac{F_{ml}}{2}\right)^2}$$

O, dentro del 3%, por

$$F_{at} = F_{ht} \sqrt{1 + \left(\frac{4h}{b}\right)^2}$$

Diseño de la cámara de anclaje:

- H c.a. = **1.30 m**
- b c.a. = **1.00 m**
- prof. c.a. = **2.00 m**
- Angulo O° = **45.00 grados**

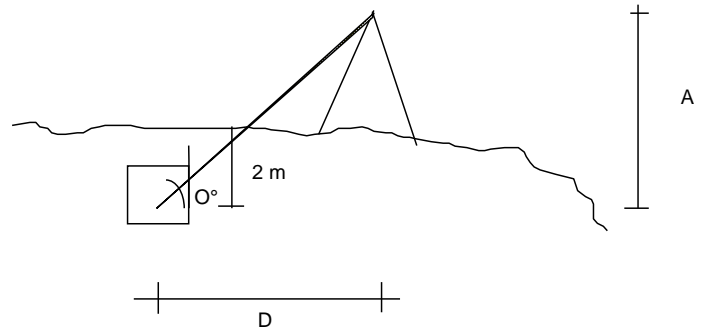
Wp = **5.98 Ton**

- Tmax.ser SEN O= **0.97 Ton-m**
- Tmax.ser COS O= **0.97 Ton-m**

d = $(Wp \cdot b/2 - Tmax.ser SEN(O)) \cdot b/4 - Tmax.ser COS(O) \cdot 3/4H$
 $Wp - Tmax.ser SEN(O)$

d = $\frac{1.796015729}{5.01}$ **0.36 m**

e = $b/2 - d$ **0.14 < b/3 =**



Altura de la cámara de anclaje
 Ancho de la cámara de anclaje (paralela a la longitud del puente)
 Profundidad de la cámara de anclaje (perpendicular al ancho)
 Se recomienda este ángulo para efectos constructivos

0.33 OK

Factores de Seguridad al Deslizamiento y Volteo

Tipo de Suelo	Valor de μ
Grano grueso	0.50
limo o arcilla	0.35
roca firme	0.60

U = 0.35

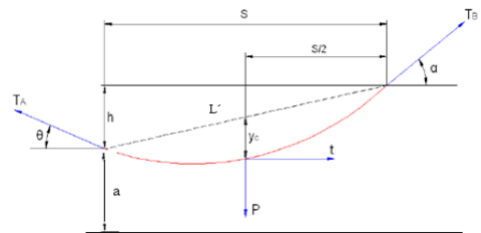


Fig. 2.12.- Catenaria elástica con soporte situados a distinto nivel.

O2 en grados = 2.29 ° O2= 2.291

Torre
 diametro 5.00 pul Tmax.ser SEN O2 = 0.06 Ton
 Peso 16.80 kg/m Tmax.ser COS O2 = 1.38 Ton
 Accesorios 50 kg Tmax.ser SEN O = 0.97 Ton
 H 2.50 m Tmax.ser COS O = 0.97 Ton
 Wp 0.09 Ton

Zapata
 hz 1.20 m
 b 1.45 m
 prof. 1.45 m
 p.e.cto. 2.40 Ton/m3
 Wz 6.06 Ton
 S 1.20
 U 1.00
 C 2.50
 Z 0.25
 Rd 8.00
 H (cortante basal) 0.01 Ton

Cálculo de las cargas de sismo				
Nivel	hi (m)	pi (Ton)	pi*hi	Fsi (Ton)
3	2.50	0.05	0.12	0.0060
2	1.67	0.05	0.08	0.0040
1	0.83	0.05	0.04	0.0020
			0.25	0.0120

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$$

e = b/2 - d = 0.03273 < b/3 = 0.48 **Ok**

$$d = \frac{Wp \cdot 2b/3 + Wz \cdot b/2 + Tmax.ser \cdot SEN(O2) \cdot 2b/3 + Tmax.ser \cdot SEN(O) \cdot 2b/3 - (Tmax.ser \cdot COS(O2) - Tmax.ser \cdot COS(O)) \cdot (H+hz) - Fs3 \cdot (H+hz) - Fs2 \cdot 2 \cdot (H+hz)/3 - Fs1 \cdot (H+hz)/3}{Wp + Wz + Tmax.ser \cdot SEN(O) + Tmax.ser \cdot SEN(O2)}$$

$$\frac{(Wp \cdot b/2 - Tmax.ser \cdot SEN(O) \cdot b/4 - Tmax.ser \cdot COS(O) \cdot 3/4H)}{Wp - Tmax.ser \cdot SEN(O)}$$

d = 4.968394102 / 7.18 = 0.692 m

Factores de seguridad al deslizamiento y volteo

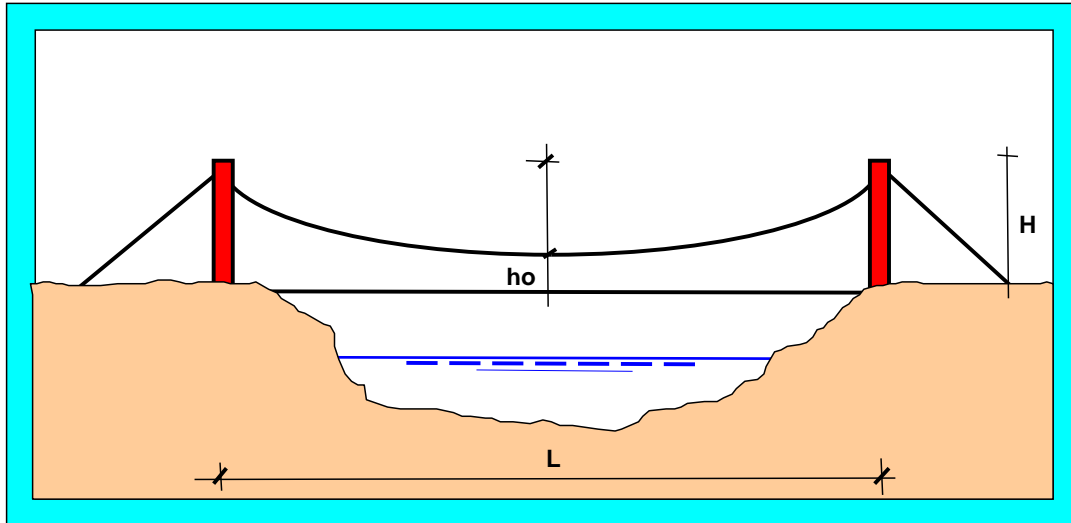
F.S.D. = $\frac{Wp + Wz + Tmax.ser \cdot SEN(O2) + Tmax.ser \cdot SEN(O) \cdot U}{(Tmax.ser \cdot COS(O2) - Tmax.ser \cdot COS(O)) + Fs3 + Fs2 + Fs1}$ = 2.51 / 0.41 = 6.06 > 1.5 **Ok**

F.S.V. = $\frac{Wp \cdot 2b/3 + Wz \cdot b/2 + Tmax.ser \cdot SEN(O2) \cdot 2b/3 + Tmax.ser \cdot SEN(O) \cdot 2b/3 + Tmax.ser \cdot COS(O) \cdot (H+hz)}{(Tmax.ser \cdot COS(O2) \cdot (H+hz) + Fs3 \cdot (H+hz) + Fs2 \cdot 2 \cdot (H+hz)/3 + Fs1 \cdot (H+hz)/3)}$

F.S.V. = 9.08 / 5.13 = 1.77 > 1.75 **Ok**

NOMBRE DEL PROYECTO
 N° DEL EXPEDIENTE
 OFICINA ZONAL

ESTACION HIDROMETEREOLOGICA SAN MATEO
 CHOTA



Ingrese los datos de casilleros amarillos

Longitud= L =b= **25.00** m
 Diamtro de cable **1/2** pul
 Fml **100** kg
 Fc **0.68** kg/m

Cable tipo BOA 6 x 19		
Diámetros	Peso Kg/m	Rotura Ton.
1/4	0.17	2.67
3/8	0.39	5.95
1/2	0.68	10.4

Diseño del cable principal:

Para determinar el valor de Yc

Flecha = Yc = **0.50** m

Para determinar el valor de , que es el valor de la flecha el cual 2% según ASI 4375 de S.

Tensión horizontal del Cable

$$F_{ht} = \frac{F_c b^2}{8h} + \frac{F_{ml} b}{4h}$$

$$F_{ht} = \frac{F_c b^2}{8h} + \frac{F_{ml} b}{4h}$$

donde

- F_c es la masa introducida de cable por metro, en newtons;
- b es el margen (vano, luz), en metros;
- F_{ml} es la carga concentrada en movimiento, en newtons;
- h es la flecha, en metros, inducida por la carga F_{ml} en medio del vano.

1356 Kg

Tención real

$$F_{at} = \sqrt{F_{ht}^2 + \left(\frac{4hF_{ht}}{b} - \frac{F_{ml}}{2}\right)^2}$$

La tensión real, F_{at} , expresada en newtons, en el cable, viene dada por:

$$F_{at} = \sqrt{F_{ht}^2 + \left(\frac{4hF_{ht}}{b} - \frac{F_{ml}}{2}\right)^2}$$

Fat **1357** Kg

O, dentro del 3%, por

$$F_{at} = F_{ht} \sqrt{1 + \left(\frac{4h}{b}\right)^2}$$

Factor de seguridad

$$\eta = \frac{R_u}{T_{max\ cal.}}$$

n= **7.66** **OK**

Longitud del cable

$$L = \left(1 + \frac{8y^2c}{3S^2}\right) \sqrt{S^2 + h^2}$$

L=

Se usará cable de **1/2"** tipo BOA 6 x 19

Diseño de la cámara de anclaje:

H c.a. = **1.30** m
 b c.a. = **1.00** m
 prof. c.a. = **2.00** m
 Angulo O° = 45.00 grados

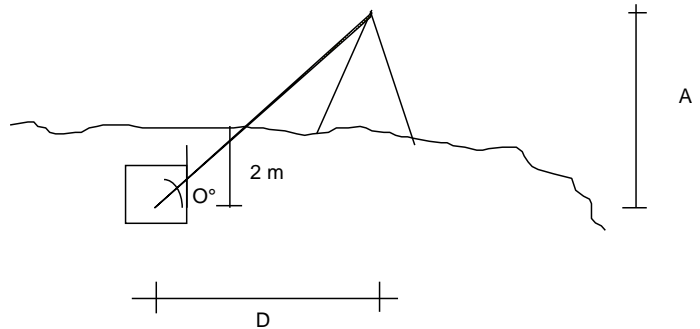
Wp = 5.98 Ton

Tmax.ser SEN O= 0.96 Ton-m
 Tmax.ser COS O= 0.96 Ton-m

$$d = \frac{(Wp \cdot b/2 - Tmax.ser SEN(O) \cdot b/4 - Tmax.ser COS(O) \cdot 3/4H)}{Wp - Tmax.ser SEN(O)}$$

$$d = \frac{1.814410299}{5.02} = 0.36 \text{ m}$$

$$e = b/2 - d = 0.14 < b/3 =$$



Altura de la cámara de anclaje
 Ancho de la cámara de anclaje (paralela a la longitud del puente)
 Profundidad de la cámara de anclaje (perpendicular al ancho)
 Se recomienda este ángulo para efectos constructivos

Factores de Seguridad al Deslizamiento y Volteo

Tipo de Suelo	Valor de μ
Grano grueso	0.50
limo o arcilla	0.35
roca firme	0.60

U = **0.35**

$$F.S.D. = \frac{U \cdot (Wp - Tmax.ser SEN(O))}{Tmax.ser COS(O)} = \frac{1.76}{0.96} = 1.83 > 1.75 \text{ Ok}$$

$$F.S.V. = \frac{Wp \cdot b/2}{Tmax.ser SEN(O) \cdot b/4 + Tmax.ser COS(O) \cdot 3H/4} = \frac{2.99}{1.18} = 2.54 > 2.00 \text{ Ok}$$

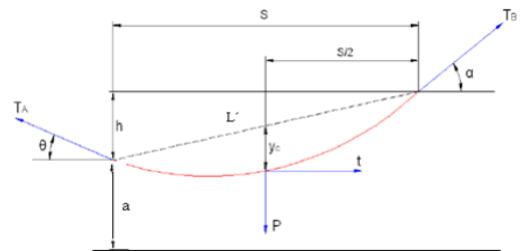


Fig. 2.12.- Catenaria elástica con soporte situados a distinto nivel.

Diseño de la cámara de anclaje:

H c.a. = **1.30** m
 b c.a. = **1.20** m
 prof. c.a. = **2.00** m
 Angulo O° = 0.00 grados

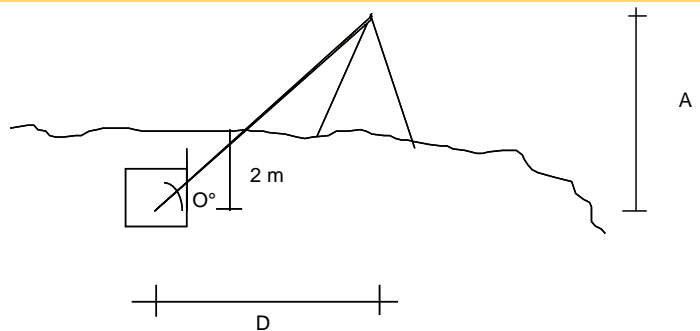
Wp = 7.18 Ton

Tmax.ser SEN O= 0.00 Ton-m
 Tmax.ser COS O= 1.36 Ton-m

$$d = \frac{(Wp \cdot b/2 - Tmax.ser SEN(O) \cdot b/4 - Tmax.ser COS(O) \cdot 3/4H)}{Wp - Tmax.ser SEN(O)}$$

$$d = \frac{2.982357938}{7.18} = 0.42 \text{ m}$$

$$e = b/2 - d = 0.18 < b/3 =$$



0.40 **Ok**

Factores de Seguridad al Deslizamiento y Volteo

Tipo de Suelo	Valor de μ
Grano grueso	0.50
limo o arcilla	0.35
roca firme	0.60

U = **0.35**

F.S.D. = $\frac{U \cdot (W_p - T_{max.serSEN(O)})}{T_{max.serCOS(O)}}$ $\frac{2.51}{1.36}$ 1.85 > 1.75 **Ok**

F.S.V. = $\frac{W_p \cdot b/2}{T_{max.serSEN(O)} \cdot b/4 + T_{max.serCOS(O)} \cdot 3H/4}$ $\frac{4.31}{1.32}$ 3.25 > 2.00 **Ok**

Diseño de la torre de elevación:

O2 en grados = **2.29** ° O2 = 2.291

Torre	diametro	5.00 pul	Tmax.ser SEN O2 =	0.05 Ton
	Peso	16.80 kg/m	Tmax.ser COS O2 =	1.36 Ton
	Accesorios	100 kg	Tmax.ser SEN O =	0.96 Ton
	H	2.90 m	Tmax.ser COS O =	0.96 Ton
	Wp	0.15 Ton		

Zapata	hz	1.20 m
	b	1.50 m
	prof.	1.50 m
	p.e.cto.	2.40 Ton/m3
	Wz	6.48 Ton

S	1.20
U	1.00
C	2.50
Z	0.25
Rd	8.00
H (cortante basal)	0.01 Ton

Nivel	hi (m)	pi (Ton)	pi*hi	Fsi (Ton)
3	2.90	0.05	0.14	0.0070
2	1.93	0.05	0.10	0.0046
1	0.97	0.05	0.05	0.0023
			0.29	0.0139

e = b/2 - d = 0.02789 < b/3 = 0.50 **Ok**

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$$

$d = \frac{(W_p \cdot 2b/3 + W_z \cdot b/2 + T_{max.serSEN(O2)} \cdot 2b/3 + T_{max.serSEN(O)} \cdot 2b/3 - (T_{max.serCOS(O2)} - T_{max.serCOS(O)}) \cdot (H+hz) - F_s3 \cdot (H+hz) - F_s2 \cdot 2 \cdot (H+hz)/3 - F_s1 \cdot (H+hz)/3}{W_p + W_z + T_{max.serSEN(O)} + T_{max.serSEN(O2)}}$

$(W_p \cdot b/2 - T_{max.serSEN(O)} \cdot b/4 - T_{max.serCOS(O)} \cdot 3/4H)$
 $W_p - T_{max.serSEN(O)}$

d = $\frac{5.518812634}{7.64}$ 0.722 m

Factores de seguridad al deslizamiento y volteo

F.S.D. = $\frac{(W_p + W_z + T_{max.serSEN(O2)} + T_{max.serSEN(O)}) \cdot U}{(T_{max.serCOS(O2)} - T_{max.serCOS(O)} + F_s3 + F_s2 + F_s1)}$ $\frac{2.67}{0.41}$ 6.52 > 1.5 **Ok**

F.S.V. = $\frac{(W_p \cdot 2b/3 + W_z \cdot b/2 + T_{max.serSEN(O2)} \cdot 2b/3 + T_{max.serSEN(O)} \cdot 2b/3 + T_{max.serCOS(O)} \cdot (H+hz))}{(T_{max.serCOS(O2)} \cdot (H+hz) + F_s3 \cdot (H+hz) + F_s2 \cdot 2 \cdot (H+hz)/3 + F_s1 \cdot (H+hz)/3)}$

F.S.V. = $\frac{9.96}{5.60}$ 1.78 > 1.75 **Ok**

Anexo E. Monitoreo ambiental

PRECIPITACIONES



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
 MONITOREO AMBIENTAL DE LAS MICROCUENCAS COLPAMAYO Y SAN MATEO
 UTILIZANDO ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLÓGICAS AUTOMÁTICAS CON
 TECNOLOGÍA GSM/GPRS, CHOTA, 2022



ESTACIÓN: CHOTA

Ubicación Política:

Región : Cajamarca
Distrito : Chota
Periodo : 1971-2021
Provincia : Chota

Ubicación Geográfica:

Latitud: 6° 32' 49.66"
Longitud: 78° 38' 55.07"
Altitud : 2468 msnm

Precipitación Máxima en 24 Horas (mm).

Nº REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MAX
1	1971	50.2	29.4	25.9	12.9	21.6	12	15.6	7.5	10.6	35.6	25.4	20.2	50.2
2	1972	16.6	17.9	21.8	28	19.3	10.5	4	5	25.5	10.6	25	8.6	28
3	1973	16	17.2	11.7	24.6	30.3	15.7	36	23.3	36.6	24.2	19.4	24.7	36.6
4	1974	15.6	30.2	19.8	15	10	16.7	3.2	15.2	14.6	13.6	16.8	16.9	30.2
5	1975	18.7	9.5	19.1	21	15.5	13.2	7.4	7	62	16	44.4	6.7	62
6	1976	36.5	27	41	14	9.8	34.5	3	6	2.5	28	21	22.5	41
7	1977	0	0	0	0	0	8.6	3.4	6.8	3.3	34	27.7	23	34
8	1978	19.1	11.3	8.1	22.7	11.7	0.4	6.7	3.3	31.3	23.3	47.2	21	47.2
9	1979	16.4	13.3	34.8	25.5	32.5	2.6	14.2	20.3	32.7	23.3	26.5	11.3	34.8
10	1980	14.8	11.6	14.9	12	12.2	6	0	0	30.2	0	17.2	24	30.2
11	1981	16	34.2	35	24	17.3	19.9	9.2	11	0.4	22	23	22.4	35
12	1982	10	19.5	27.5	16.5	21.3	6.6	0	0	18.5	11.1	11.6	17.8	27.5
13	1994	0	0	0	0	0	15	3	0	7.5	10	32.5	18.5	32.5
14	1995	4.5	23.4	17	19.8	9.3	11.7	7	27.8	36	0	12	32	36
15	1996	7.8	17.6	19.5	18.5	14.5	23.6	0	28.3	24.6	23.2	22.5	16.1	28.3
16	1997	17.1	34.7	45.2	24.6	23.7	8.6	0	0	11.8	15.9	16.3	30.6	45.2
17	1998	11.4	74.3	21	28.3	30	2.6	0.7	13.9	13.3	32	13.1	18.6	74.3
18	1999	38.4	48.2	28.4	24.7	34	23.7	4.3	2.6	15	20.4	39.4	27.5	48.2
19	2000	26.2	30.8	7.7	32.2	23.7	24.3	5.4	3.3	35.6	11.4	32.1	26	35.6
20	2001	24.3	17.6	26.8	32.8	14.4	8.8	3.4	0	17.4	16	30.6	35.9	35.9
21	2002	14	20.3	46.7	47	30.7	3.9	5.1	1.2	16.4	29.3	39	22.8	47
22	2003	26.3	60.7	25.2	29.7	6.7	21.9	1	4.7	28.5	19.7	28	31	60.7
23	2004	25.6	16	30.8	16.6	38.6	0.5	17.1	0.8	18.7	57	52.5	16.7	57
24	2005	8.6	0	38.3	25	8.4	14.9	0.8	4.2	17.8	32.9	28.2	23.8	38.3
25	2006	61.8	28	33.1	29.8	6.4	16.9	16.2	14.9	31.2	22.5	27.4	32.7	61.8
26	2007	21.5	11.1	33.7	32.7	26.6	0.7	16.6	9.7	6	20.4	24.4	19.8	33.7
27	2008	26.3	59.1	38.4	25.2	26.2	10.6	4.4	8.2	30.9	26	19.9	24.2	59.1
28	2009	0	34.2	49	38.1	36.5	13.4	2.7	0.8	16.7	21.6	24	33.3	49
29	2010	21.6	51.9	47.1	54.2	28.7	14.8	13.9	7.2	10.8	44	15.7	24.1	54.2
30	2011	17	18.1	26.2	23.2	15.7	0.7	13.6	8	27.9	31.4	14.9	23.4	31.4
31	2012	36.7	19.7	21.3	32.5	19.4	8.5	0	1	3.9	21.8	44.1	15.9	44.1
32	2013	40.2	23	33.2	19.2	29.4	7.4	1.2	24.6	4.4	33.1	17.1	24.4	40.2
33	2014	10.1	34.6	46.8	17.3	25.9	4.2	7.2	8.6	33.6	13.1	27	25.9	46.8
34	2015	24.1	26.5	39	37.2	24.1	2	9.1	2	5.3	19.3	19.2	6.7	39
35	2016	22.8	17.4	35.9	37.8	13.2	4.9	2.5	1.3	21.5	8.3	15.8	18.6	37.8
36	2017	13.2	21.5	41.4	21.5	33.3	10.3	1.7	41.4	16.9	26.9	19.2	18.8	41.4



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
 MONITOREO AMBIENTAL DE LAS MICROCUENCAS COLPAMAYO Y SAN MATEO
 UTILIZANDO ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLÓGICAS AUTOMÁTICAS CON
 TECNOLOGÍA GSM/GPRS, CHOTA, 2022



ESTACIÓN: CHOTA

Ubicación Política:

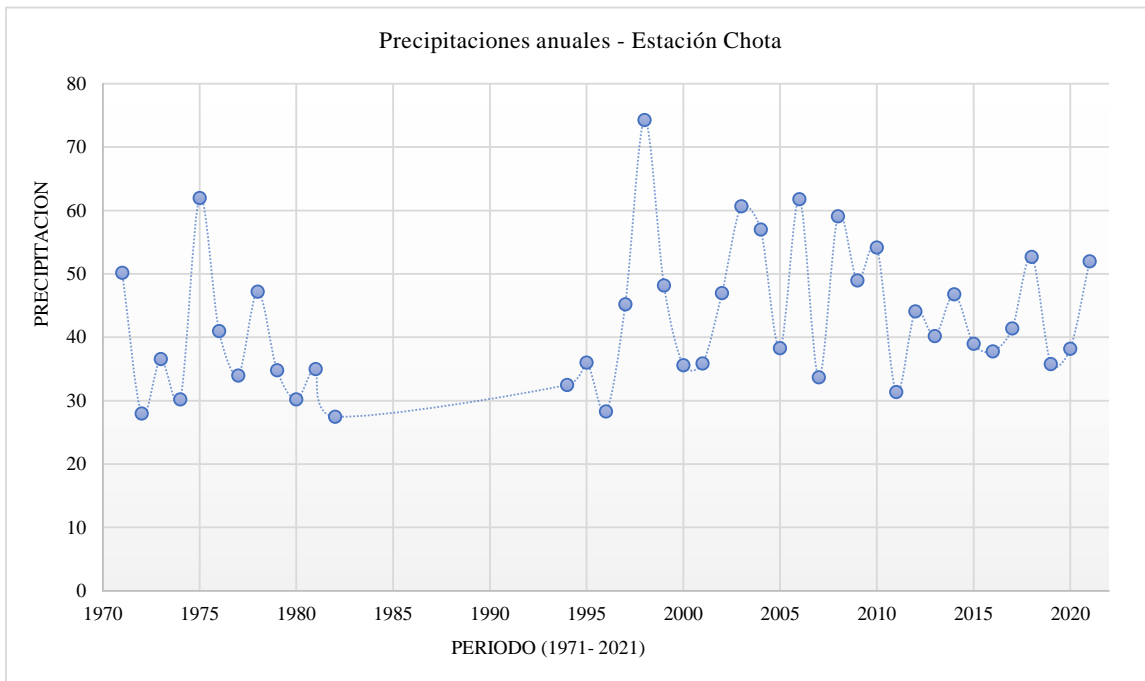
Región : Cajamarca
Distrito : Chota
Periodo : 1971-2021
Provincia : Chota

Ubicación Geográfica:

Latitud: 6° 32' 49.66"
Longitud: 78° 38' 55.07"
Altitud : 2468 msnm

37	2018	25.8	22.4	15.9	38.1	28.6	6.5	4.5	0.2	44.4	52.7	44.9	10.9	52.7
38	2019	14.4	35.8	22	35	11.9	11.8	5.2	0.3	2.3	25.9	22.6	23.8	35.8
39	2020	15.7	15.8	32.5	36.3	29.2	38.2	22.8	3.7	25.8	9.6	38.2	38.2	38.2
40	2021	23.4	44	28.1	35.7	26	21.5	3.5	22.5	8.7	52	24.1	20.7	52
Máx.		61.8	74.3	49	54.2	38.6	38.2	36	41.4	62	57	52.5	38.2	74.3

Fuente: Senamhi, 2022





Tranferencia y Generación de Información Hidrológica

(Ortiz, 2016):

Todas las leyes físicas o parámetros adimensionales y sus combinaciones pueden convertirse en funciones de transferencia de información entre sistemas hidrológicos similares.

Formula en función de tranferencia: Para características de precipitación

$$I_d = H_e t_e^{-1} I_o$$

Donde

- He = Escala de altitudes.
- Id = Intencidad de precipitación en la cuenca destino.
- Io = Intencidad de precipitación en la cuenca de origen.
- te = Escala de periodod de duración.

$$\frac{I_c}{I_e} = \frac{H_c}{H_e} \left(\frac{t_e}{t_c} \right)$$

Donde

- Ic = Intensidad de la cuenca.
- Ie = Intensidad de la estación.
- Hc = Altitud media de la cuenca.
- He = Altitud de la estación.
- t = Tiempo de lluvia en (minutos)

(Ortiz, 2016):

Deduciendo la formula con el Teorema PI de Vaschy - Buckingham:

Poseemos la siguiente información:

- H= Altura , dimensionalmente [L]
- tc= Tiempos de concentración y de lluvia respectivamente, dimensionalmente [T]
- Pe = Precipitación, dimensionalmente [LT-1]

Luego Nuestro Número P = [LT-1]^a [L]^b [T]^c

Entonces $P = L^a T^{-a} L^b T^c$ \Rightarrow Entonces $L^0 T^0 = L^{a+b} T^{-a+c}$ $0 = a + b$ (1)
 $0 = -a + c$ (2)

Resolviendo el Sistema: $a = c = -b$ para $a = 1, c = 1, y b = -1$

ENTONCES $P = LT^{-1} L^{-1} T$

Remplazando de análisis dimensional a los parametros:

$$I_c^1 \times H_c^{-1} \times t_c = I_e^1 \times H_e^{-1} \times t_e$$

Optemos:

$$\frac{I_c}{I_e} = \frac{H_c}{H_e} \left(\frac{t_e}{t_c} \right)$$

Adimencionalmente
[I] = [P]

Fórmula Final para la Tranferencia

$$P_c = \frac{H_c}{H_e} \times P_e$$

Donde

- Pe = Precipitaciones de estación.
- Pc = Precipitaciones de cuenca.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
MONITOREO AMBIENTAL DE LAS MICROCUENCAS COLPAMAYO Y SAN MATEO
UTILIZANDO ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLÓGICAS AUTOMÁTICAS CON
TECNOLOGÍA GSM/GPRS, CHOTA, 2022



Tranferencia y Generación de Información Hidrológica

GENERACIÓN DE PRECIPITACIONES PARA LA MICROCUENCA COLPAMAYO

PARTIREMOS DE LA SIGUENTE RELACIÓN:

$$P_{XXX} = P_{CHOTA} \frac{H_{XXX}}{H_{CHOTA}}$$

ALTITUD ESTACIÓN CHOTA = **2468** m.s.m.n 1.28

ALTITUD MEDIA DE LA MICROCUENCA = **3161.2** m.s.m.n

PRECIPITACIONES DE ESTACIÓN CHOTA	
Año	P24hr max
1971	50.20
1972	28.00
1973	36.60
1974	30.20
1975	62.00
1976	41.00
1977	34.00
1978	47.20
1979	34.80
1980	30.20
1981	35.00
1982	27.50
1994	32.50
1995	36.00
1996	28.30
1997	45.20
1998	74.30
1999	48.20
2000	35.60
2001	35.90
2002	47.00
2003	60.70
2004	57.00
2005	38.30
2006	61.80
2007	33.70
2008	59.10
2009	49.00
2010	54.20

PRECIPITACIONES DE LA MICROCUENCA	
Año	P24hr max
1971	64.30
1972	35.86
1973	46.88
1974	38.68
1975	79.41
1976	52.52
1977	43.55
1978	60.46
1979	44.57
1980	38.68
1981	44.83
1982	35.22
1994	41.63
1995	46.11
1996	36.25
1997	57.90
1998	95.17
1999	61.74
2000	45.60
2001	45.98
2002	60.20
2003	77.75
2004	73.01
2005	49.06
2006	79.16
2007	43.17
2008	75.70
2009	62.76
2010	69.42



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
MONITOREO AMBIENTAL DE LAS MICROCUENCAS COLPAMAYO Y SAN MATEO
UTILIZANDO ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLÓGICAS AUTOMÁTICAS CON
TECNOLOGÍA GSM/GPRS, CHOTA, 2022

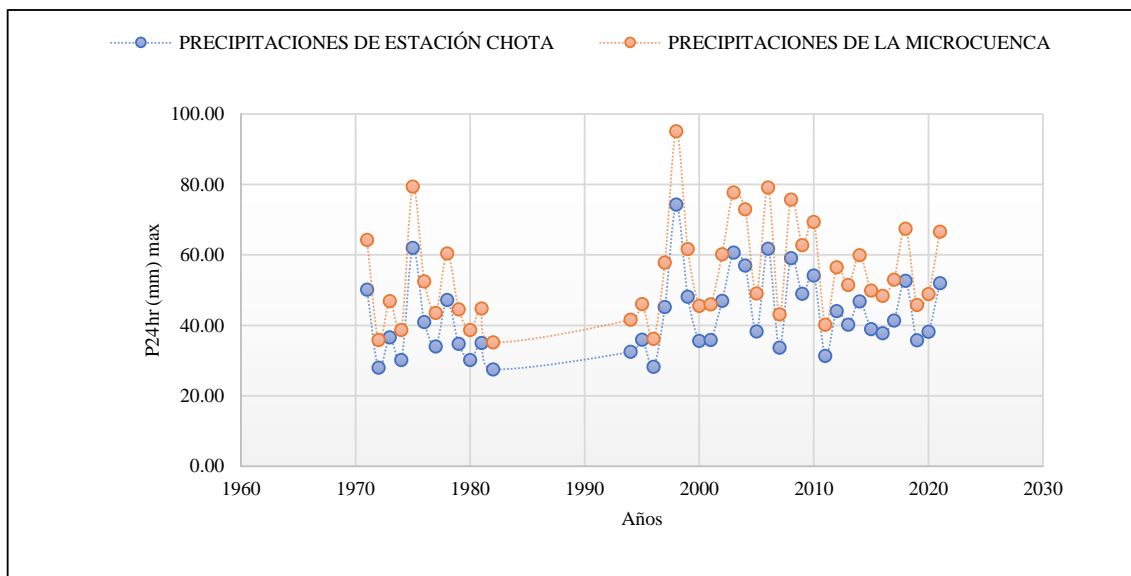


Tranferencia y Generación de Información Hidrológica

2011	31.40
2012	44.10
2013	40.20
2014	46.80
2015	39.00
2016	37.80
2017	41.40
2018	52.70
2019	35.80
2020	38.20
2021	52.00

2011	40.22
2012	56.49
2013	51.49
2014	59.94
2015	49.95
2016	48.42
2017	53.03
2018	67.50
2019	45.86
2020	48.93
2021	66.61

Pmax. EN 24 HORAS (mm) 95.17





Tranferencia y Generación de Información Hidrológica

(Ortiz, 2016):

Todas las leyes físicas o parámetros adimensionales y sus combinaciones pueden convertirse en funciones de tranferencia de información entre sistemas hidrológicos similares.

Formula en función de tranferencia:

Para características de precipitación

$$I_d = H_e t_e^{-1} I_o$$

Donde

- He = Escala de altitudes.
- Id = Intencidad de precipitación en la cuenca destino.
- Io = Intencidad de precipitación en la cuenca de origen.
- te = Escala de periodod de duración.

$$\frac{I_c}{I_e} = \frac{H_c}{H_e} \left(\frac{t_e}{t_c} \right)$$

Donde

- Ic = Intensidad de la cuenca.
- Ie = Intensidad de la estación.
- Hc = Altitud media de la cuenca.
- He = Altitud de la estación.
- t = Tiempo de lluvia en (minutos)

(Ortiz, 2016):

Deduciendo la formula con el Teorema PI de Vaschy - Buckingham:

Poseemos la siguiente información:

- H= Altura , dimensionalmente [L]
- tc= Tiempos de concentración y de lluvia respectivamente, dimensionalmente [T]
- Pe = Precipitación, dimensionalmente [LT-1]

Luego Nuestro Número P = [LT-1]^a [L]^b [T]^c

Entonces $P = L^a T^{-a} L^b T^c$ \Rightarrow Entonces $L^0 T^0 = L^{a+b} T^{-a+c}$ $0 = a + b$ (1)
 $0 = -a + c$ (2)

Resolviendo el Sistema: $a = c = -b$ para $a = 1, c = 1, y b = -1$

ENTONCES $P = LT^{-1} L^{-1} T$

Remplazando de análisis dimensional a los parametros:

$$I_c^1 \times H_c^{-1} \times t_c = I_e^1 \times H_e^{-1} \times t_e$$

Optemos:

$$\frac{I_c}{I_e} = \frac{H_c}{H_e} \left(\frac{t_e}{t_c} \right)$$

Adimencionalmente
[I] = [P]

Fórmula Final para la Tranferencia

$$P_c = \frac{H_c}{H_e} \times P_e$$

Donde

- Pe = Precipitaciones de estación.
- Pc = Precipitaciones de cuenca.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
MONITOREO AMBIENTAL DE LAS MICROCUENCAS COLPAMAYO Y SAN MATEO
UTILIZANDO ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLÓGICAS AUTOMÁTICAS CON
TECNOLOGÍA GSM/GPRS, CHOTA, 2022



Tranferencia y Generación de Información Hidrológica

GENERACIÓN DE PRECIPITACIONES PARA LA MICROCUENCA SAN MATEO

PARTIREMOS DE LA SIGUENTE RELACIÓN:

$$P_{XXX} = P_{CHOTA} \frac{H_{XXX}}{H_{CHOTA}}$$

ALTITUD ESTACIÓN CHOTA = **2468** m.s.m.n 0.99

ALTITUD MEDIA DE LA MICROCUENCA = **2449.0** m.s.m.n

PRECIPITACIONES DE ESTACIÓN CHOTA	
Año	P24hr max
1971	50.20
1972	28.00
1973	36.60
1974	30.20
1975	62.00
1976	41.00
1977	34.00
1978	47.20
1979	34.80
1980	30.20
1981	35.00
1982	27.50
1994	32.50
1995	36.00
1996	28.30
1997	45.20
1998	74.30
1999	48.20
2000	35.60
2001	35.90
2002	47.00
2003	60.70
2004	57.00
2005	38.30
2006	61.80
2007	33.70
2008	59.10
2009	49.00
2010	54.20

PRECIPITACIONES DE LA MICROCUENCA	
Año	P24hr max
1971	49.81
1972	27.78
1973	36.32
1974	29.97
1975	61.52
1976	40.68
1977	33.74
1978	46.84
1979	34.53
1980	29.97
1981	34.73
1982	27.29
1994	32.25
1995	35.72
1996	28.08
1997	44.85
1998	73.73
1999	47.83
2000	35.33
2001	35.62
2002	46.64
2003	60.23
2004	56.56
2005	38.00
2006	61.32
2007	33.44
2008	58.64
2009	48.62
2010	53.78



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
MONITOREO AMBIENTAL DE LAS MICROCUENCAS COLPAMAYO Y SAN MATEO
UTILIZANDO ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLÓGICAS AUTOMÁTICAS CON
TECNOLOGÍA GSM/GPRS, CHOTA, 2022

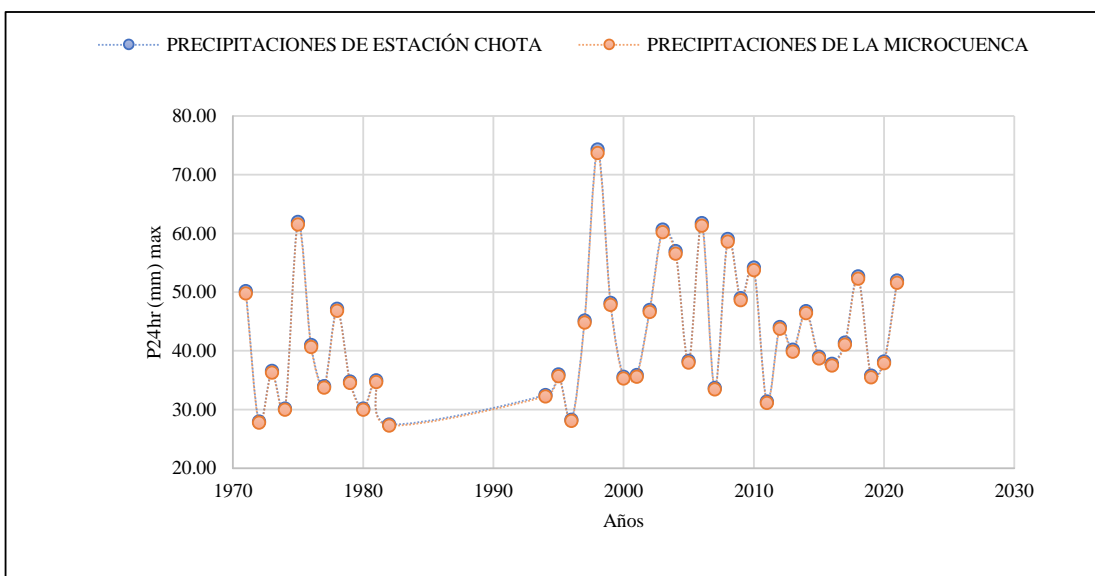


Tranferencia y Generación de Información Hidrológica

2011	31.40
2012	44.10
2013	40.20
2014	46.80
2015	39.00
2016	37.80
2017	41.40
2018	52.70
2019	35.80
2020	38.20
2021	52.00

2011	31.16
2012	43.76
2013	39.89
2014	46.44
2015	38.70
2016	37.51
2017	41.08
2018	52.29
2019	35.52
2020	37.91
2021	51.60

Pmax. EN 24 HORAS (mm) 73.73





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

MONITOREO AMBIENTAL DE LAS MICROCUENCAS COLPAMAYO Y SAN MATEO
UTILIZANDO ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLÓGICAS AUTOMÁTICAS CON
TECNOLOGÍA GSM/GPRS, CHOTA, 2022



TRANSFERENCIA TOTAL DE INFORMACIÓN PLUVIOMETRICA

$$P_{XXX} = P_{CHOTA} \frac{H_{XXX}}{H_{CHOTA}}$$

ALTITUD ESTACIÓN CHOTA

2468 m.s.m.n

ALTITUD MEDIA DE LA MICROCUENCA COLPAMAYO

3161 m.s.m.n

ALTITUD MEDIA DE LA MICROCUENCA SAN MATEO

2449 m.s.m.n

Nº REG	AÑO	MES	ESTACIÓN CHOTA	COLPAMAYO	SAN MATEO
1	1971	ENE	50.2	64.30	49.81
2	1972	ENE	16.6	21.26	16.47
3	1973	ENE	16	20.49	15.88
4	1974	ENE	15.6	19.98	15.48
5	1975	ENE	18.7	23.95	18.56
6	1976	ENE	36.5	46.75	36.22
7	1977	ENE	0	0.00	0.00
8	1978	ENE	19.1	24.46	18.95
9	1979	ENE	16.4	21.01	16.27
10	1980	ENE	14.8	18.96	14.69
11	1981	ENE	16	20.49	15.88
12	1982	ENE	10	12.81	9.92
13	1994	ENE	0	0.00	0.00
14	1995	ENE	4.5	5.76	4.47
15	1996	ENE	7.8	9.99	7.74
16	1997	ENE	17.1	21.90	16.97
17	1998	ENE	11.4	14.60	11.31
18	1999	ENE	38.4	49.19	38.10
19	2000	ENE	26.2	33.56	26.00
20	2001	ENE	24.3	31.13	24.11
21	2002	ENE	14	17.93	13.89
22	2003	ENE	26.3	33.69	26.10
23	2004	ENE	25.6	32.79	25.40
24	2005	ENE	8.6	11.02	8.53
25	2006	ENE	61.8	79.16	61.32
26	2007	ENE	21.5	27.54	21.33
27	2008	ENE	26.3	33.69	26.10
28	2009	ENE	0	0.00	0.00
29	2010	ENE	21.6	27.67	21.43
30	2011	ENE	17	21.77	16.87
31	2012	ENE	36.7	47.01	36.42
32	2013	ENE	40.2	51.49	39.89
33	2014	ENE	10.1	12.94	10.02
34	2015	ENE	24.1	30.87	23.91
35	2016	ENE	22.8	29.20	22.62
36	2017	ENE	13.2	16.91	13.10
37	2018	ENE	25.8	33.05	25.60

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**

MONITOREO AMBIENTAL DE LAS MICROCUENCAS COLPAMAYO Y SAN MATEO
 UTILIZANDO ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLÓGICAS AUTOMÁTICAS CON
 TECNOLOGÍA GSM/GPRS, CHOTA, 2022

**TRANSFERENCIA TOTAL DE INFORMACIÓN PLUVIOMETRICA**

$$P_{XXX} = P_{CHOTA} \frac{H_{XXX}}{H_{CHOTA}}$$

ALTITUD ESTACIÓN CHOTA

2468 m.s.m.n

ALTITUD MEDIA DE LA MICROCUENCA COLPAMAYO

3161 m.s.m.n

ALTITUD MEDIA DE LA MICROCUENCA SAN MATEO

2449 m.s.m.n

Nº REG	AÑO	MES	ESTACIÓN CHOTA	COLPAMAYO	SAN MATEO
38	2019	ENE	14.4	18.44	14.29
39	2020	ENE	15.7	20.11	15.58
40	2021	ENE	23.4	29.97	23.22
41	1971	FEB	29.4	37.66	29.17
42	1972	FEB	17.9	22.93	17.76
43	1973	FEB	17.2	22.03	17.07
44	1974	FEB	30.2	38.68	29.97
45	1975	FEB	9.5	12.17	9.43
46	1976	FEB	27	34.58	26.79
47	1977	FEB	0	0.00	0.00
48	1978	FEB	11.3	14.47	11.21
49	1979	FEB	13.3	17.04	13.20
50	1980	FEB	11.6	14.86	11.51
51	1981	FEB	34.2	43.81	33.94
52	1982	FEB	19.5	24.98	19.35
53	1994	FEB	0	0.00	0.00
54	1995	FEB	23.4	29.97	23.22
55	1996	FEB	17.6	22.54	17.46
56	1997	FEB	34.7	44.45	34.43
57	1998	FEB	74.3	95.17	73.73
58	1999	FEB	48.2	61.74	47.83
59	2000	FEB	30.8	39.45	30.56
60	2001	FEB	17.6	22.54	17.46
61	2002	FEB	20.3	26.00	20.14
62	2003	FEB	60.7	77.75	60.23
63	2004	FEB	16	20.49	15.88
64	2005	FEB	0	0.00	0.00
65	2006	FEB	28	35.86	27.78
66	2007	FEB	11.1	14.22	11.01
67	2008	FEB	59.1	75.70	58.64
68	2009	FEB	34.2	43.81	33.94
69	2010	FEB	51.9	66.48	51.50
70	2011	FEB	18.1	23.18	17.96
71	2012	FEB	19.7	25.23	19.55
72	2013	FEB	23	29.46	22.82
73	2014	FEB	34.6	44.32	34.33
74	2015	FEB	26.5	33.94	26.30
75	2016	FEB	17.4	22.29	17.27

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**

MONITOREO AMBIENTAL DE LAS MICROCUENCAS COLPAMAYO Y SAN MATEO
 UTILIZANDO ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLÓGICAS AUTOMÁTICAS CON
 TECNOLOGÍA GSM/GPRS, CHOTA, 2022

**TRANSFERENCIA TOTAL DE INFORMACIÓN PLUVIOMETRICA**

$$P_{XXX} = P_{CHOTA} \frac{H_{XXX}}{H_{CHOTA}}$$

ALTITUD ESTACIÓN CHOTA

2468 m.s.m.n

ALTITUD MEDIA DE LA MICROCUENCA COLPAMAYO

3161 m.s.m.n

ALTITUD MEDIA DE LA MICROCUENCA SAN MATEO

2449 m.s.m.n

Nº REG	AÑO	MES	ESTACIÓN CHOTA	COLPAMAYO	SAN MATEO
76	2017	FEB	21.5	27.54	21.33
77	2018	FEB	22.4	28.69	22.23
78	2019	FEB	35.8	45.86	35.52
79	2020	FEB	15.8	20.24	15.68
80	2021	FEB	44	56.36	43.66
81	1971	MAR	25.9	33.17	25.70
82	1972	MAR	21.8	27.92	21.63
83	1973	MAR	11.7	14.99	11.61
84	1974	MAR	19.8	25.36	19.65
85	1975	MAR	19.1	24.46	18.95
86	1976	MAR	41	52.52	40.68
87	1977	MAR	0	0.00	0.00
88	1978	MAR	8.1	10.38	8.04
89	1979	MAR	34.8	44.57	34.53
90	1980	MAR	14.9	19.08	14.79
91	1981	MAR	35	44.83	34.73
92	1982	MAR	27.5	35.22	27.29
93	1994	MAR	0	0.00	0.00
94	1995	MAR	17	21.77	16.87
95	1996	MAR	19.5	24.98	19.35
96	1997	MAR	45.2	57.90	44.85
97	1998	MAR	21	26.90	20.84
98	1999	MAR	28.4	36.38	28.18
99	2000	MAR	7.7	9.86	7.64
100	2001	MAR	26.8	34.33	26.59
101	2002	MAR	46.7	59.82	46.34
102	2003	MAR	25.2	32.28	25.01
103	2004	MAR	30.8	39.45	30.56
104	2005	MAR	38.3	49.06	38.00
105	2006	MAR	33.1	42.40	32.85
106	2007	MAR	33.7	43.17	33.44
107	2008	MAR	38.4	49.19	38.10
108	2009	MAR	49	62.76	48.62
109	2010	MAR	47.1	60.33	46.74
110	2011	MAR	26.2	33.56	26.00
111	2012	MAR	21.3	27.28	21.14
112	2013	MAR	33.2	42.52	32.94
113	2014	MAR	46.8	59.94	46.44



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

MONITOREO AMBIENTAL DE LAS MICROCUENCAS COLPAMAYO Y SAN MATEO
UTILIZANDO ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLÓGICAS AUTOMÁTICAS CON
TECNOLOGÍA GSM/GPRS, CHOTA, 2022



TRANSFERENCIA TOTAL DE INFORMACIÓN PLUVIOMETRICA

$$P_{XXX} = P_{CHOTA} \frac{H_{XXX}}{H_{CHOTA}}$$

ALTITUD ESTACIÓN CHOTA

2468 m.s.m.n

ALTITUD MEDIA DE LA MICROCUENCA COLPAMAYO

3161 m.s.m.n

ALTITUD MEDIA DE LA MICROCUENCA SAN MATEO

2449 m.s.m.n

Nº REG	AÑO	MES	ESTACIÓN CHOTA	COLPAMAYO	SAN MATEO
114	2015	MAR	39	49.95	38.70
115	2016	MAR	35.9	45.98	35.62
116	2017	MAR	41.4	53.03	41.08
117	2018	MAR	15.9	20.37	15.78
118	2019	MAR	22	28.18	21.83
119	2020	MAR	32.5	41.63	32.25
120	2021	MAR	28.1	35.99	27.88
121	1971	ABR	12.9	16.52	12.80
122	1972	ABR	28	35.86	27.78
123	1973	ABR	24.6	31.51	24.41
124	1974	ABR	15	19.21	14.88
125	1975	ABR	21	26.90	20.84
126	1976	ABR	14	17.93	13.89
127	1977	ABR	0	0.00	0.00
128	1978	ABR	22.7	29.08	22.53
129	1979	ABR	25.5	32.66	25.30
130	1980	ABR	12	15.37	11.91
131	1981	ABR	24	30.74	23.82
132	1982	ABR	16.5	21.13	16.37
133	1994	ABR	0	0.00	0.00
134	1995	ABR	19.8	25.36	19.65
135	1996	ABR	18.5	23.70	18.36
136	1997	ABR	24.6	31.51	24.41
137	1998	ABR	28.3	36.25	28.08
138	1999	ABR	24.7	31.64	24.51
139	2000	ABR	32.2	41.24	31.95
140	2001	ABR	32.8	42.01	32.55
141	2002	ABR	47	60.20	46.64
142	2003	ABR	29.7	38.04	29.47
143	2004	ABR	16.6	21.26	16.47
144	2005	ABR	25	32.02	24.81
145	2006	ABR	29.8	38.17	29.57
146	2007	ABR	32.7	41.88	32.45
147	2008	ABR	25.2	32.28	25.01
148	2009	ABR	38.1	48.80	37.81
149	2010	ABR	54.2	69.42	53.78
150	2011	ABR	23.2	29.72	23.02
151	2012	ABR	32.5	41.63	32.25



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

MONITOREO AMBIENTAL DE LAS MICROCUENCAS COLPAMAYO Y SAN MATEO
UTILIZANDO ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLÓGICAS AUTOMÁTICAS CON
TECNOLOGÍA GSM/GPRS, CHOTA, 2022



TRANSFERENCIA TOTAL DE INFORMACIÓN PLUVIOMETRICA

$$P_{XXX} = P_{CHOTA} \frac{H_{XXX}}{H_{CHOTA}}$$

ALTITUD ESTACIÓN CHOTA

2468 m.s.m.n

ALTITUD MEDIA DE LA MICROCUENCA COLPAMAYO

3161 m.s.m.n

ALTITUD MEDIA DE LA MICROCUENCA SAN MATEO

2449 m.s.m.n

Nº REG	AÑO	MES	ESTACIÓN CHOTA	COLPAMAYO	SAN MATEO
152	2013	ABR	19.2	24.59	19.05
153	2014	ABR	17.3	22.16	17.17
154	2015	ABR	37.2	47.65	36.91
155	2016	ABR	37.8	48.42	37.51
156	2017	ABR	21.5	27.54	21.33
157	2018	ABR	38.1	48.80	37.81
158	2019	ABR	35	44.83	34.73
159	2020	ABR	36.3	46.50	36.02
160	2021	ABR	35.7	45.73	35.43
161	1971	MAY	21.6	27.67	21.43
162	1972	MAY	19.3	24.72	19.15
163	1973	MAY	30.3	38.81	30.07
164	1974	MAY	10	12.81	9.92
165	1975	MAY	15.5	19.85	15.38
166	1976	MAY	9.8	12.55	9.72
167	1977	MAY	0	0.00	0.00
168	1978	MAY	11.7	14.99	11.61
169	1979	MAY	32.5	41.63	32.25
170	1980	MAY	12.2	15.63	12.11
171	1981	MAY	17.3	22.16	17.17
172	1982	MAY	21.3	27.28	21.14
173	1994	MAY	0	0.00	0.00
174	1995	MAY	9.3	11.91	9.23
175	1996	MAY	14.5	18.57	14.39
176	1997	MAY	23.7	30.36	23.52
177	1998	MAY	30	38.43	29.77
178	1999	MAY	34	43.55	33.74
179	2000	MAY	23.7	30.36	23.52
180	2001	MAY	14.4	18.44	14.29
181	2002	MAY	30.7	39.32	30.46
182	2003	MAY	6.7	8.58	6.65
183	2004	MAY	38.6	49.44	38.30
184	2005	MAY	8.4	10.76	8.34
185	2006	MAY	6.4	8.20	6.35
186	2007	MAY	26.6	34.07	26.40
187	2008	MAY	26.2	33.56	26.00
188	2009	MAY	36.5	46.75	36.22
189	2010	MAY	28.7	36.76	28.48



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

MONITOREO AMBIENTAL DE LAS MICROCUENCAS COLPAMAYO Y SAN MATEO
UTILIZANDO ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLÓGICAS AUTOMÁTICAS CON
TECNOLOGÍA GSM/GPRS, CHOTA, 2022



TRANSFERENCIA TOTAL DE INFORMACIÓN PLUVIOMETRICA

$$P_{XXX} = P_{CHOTA} \frac{H_{XXX}}{H_{CHOTA}}$$

ALTITUD ESTACIÓN CHOTA

2468 m.s.m.n

ALTITUD MEDIA DE LA MICROCUENCA COLPAMAYO

3161 m.s.m.n

ALTITUD MEDIA DE LA MICROCUENCA SAN MATEO

2449 m.s.m.n

Nº REG	AÑO	MES	ESTACIÓN CHOTA	COLPAMAYO	SAN MATEO
190	2011	MAY	15.7	20.11	15.58
191	2012	MAY	19.4	24.85	19.25
192	2013	MAY	29.4	37.66	29.17
193	2014	MAY	25.9	33.17	25.70
194	2015	MAY	24.1	30.87	23.91
195	2016	MAY	13.2	16.91	13.10
196	2017	MAY	33.3	42.65	33.04
197	2018	MAY	28.6	36.63	28.38
198	2019	MAY	11.9	15.24	11.81
199	2020	MAY	29.2	37.40	28.98
200	2021	MAY	26	33.30	25.80
201	1971	JUN	12	15.37	11.91
202	1972	JUN	10.5	13.45	10.42
203	1973	JUN	15.7	20.11	15.58
204	1974	JUN	16.7	21.39	16.57
205	1975	JUN	13.2	16.91	13.10
206	1976	JUN	34.5	44.19	34.23
207	1977	JUN	8.6	11.02	8.53
208	1978	JUN	0.4	0.51	0.40
209	1979	JUN	2.6	3.33	2.58
210	1980	JUN	6	7.69	5.95
211	1981	JUN	19.9	25.49	19.75
212	1982	JUN	6.6	8.45	6.55
213	1994	JUN	15	19.21	14.88
214	1995	JUN	11.7	14.99	11.61
215	1996	JUN	23.6	30.23	23.42
216	1997	JUN	8.6	11.02	8.53
217	1998	JUN	2.6	3.33	2.58
218	1999	JUN	23.7	30.36	23.52
219	2000	JUN	24.3	31.13	24.11
220	2001	JUN	8.8	11.27	8.73
221	2002	JUN	3.9	5.00	3.87
222	2003	JUN	21.9	28.05	21.73
223	2004	JUN	0.5	0.64	0.50
224	2005	JUN	14.9	19.08	14.79
225	2006	JUN	16.9	21.65	16.77
226	2007	JUN	0.7	0.90	0.69
227	2008	JUN	10.6	13.58	10.52



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

MONITOREO AMBIENTAL DE LAS MICROCUENCAS COLPAMAYO Y SAN MATEO
UTILIZANDO ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLÓGICAS AUTOMÁTICAS CON
TECNOLOGÍA GSM/GPRS, CHOTA, 2022



TRANSFERENCIA TOTAL DE INFORMACIÓN PLUVIOMETRICA

$$P_{XXX} = P_{CHOTA} \frac{H_{XXX}}{H_{CHOTA}}$$

ALTITUD ESTACIÓN CHOTA

2468 m.s.m.n

ALTITUD MEDIA DE LA MICROCUENCA COLPAMAYO

3161 m.s.m.n

ALTITUD MEDIA DE LA MICROCUENCA SAN MATEO

2449 m.s.m.n

Nº REG	AÑO	MES	ESTACIÓN CHOTA	COLPAMAYO	SAN MATEO
228	2009	JUN	13.4	17.16	13.30
229	2010	JUN	14.8	18.96	14.69
230	2011	JUN	0.7	0.90	0.69
231	2012	JUN	8.5	10.89	8.43
232	2013	JUN	7.4	9.48	7.34
233	2014	JUN	4.2	5.38	4.17
234	2015	JUN	2	2.56	1.98
235	2016	JUN	4.9	6.28	4.86
236	2017	JUN	10.3	13.19	10.22
237	2018	JUN	6.5	8.33	6.45
238	2019	JUN	11.8	15.11	11.71
239	2020	JUN	38.2	48.93	37.91
240	2021	JUN	21.5	27.54	21.33
241	1971	JUL	15.6	19.98	15.48
242	1972	JUL	4	5.12	3.97
243	1973	JUL	36	46.11	35.72
244	1974	JUL	3.2	4.10	3.18
245	1975	JUL	7.4	9.48	7.34
246	1976	JUL	3	3.84	2.98
247	1977	JUL	3.4	4.35	3.37
248	1978	JUL	6.7	8.58	6.65
249	1979	JUL	14.2	18.19	14.09
250	1980	JUL	0	0.00	0.00
251	1981	JUL	9.2	11.78	9.13
252	1982	JUL	0	0.00	0.00
253	1994	JUL	3	3.84	2.98
254	1995	JUL	7	8.97	6.95
255	1996	JUL	0	0.00	0.00
256	1997	JUL	0	0.00	0.00
257	1998	JUL	0.7	0.90	0.69
258	1999	JUL	4.3	5.51	4.27
259	2000	JUL	5.4	6.92	5.36
260	2001	JUL	3.4	4.35	3.37
261	2002	JUL	5.1	6.53	5.06
262	2003	JUL	1	1.28	0.99
263	2004	JUL	17.1	21.90	16.97
264	2005	JUL	0.8	1.02	0.79
265	2006	JUL	16.2	20.75	16.08



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

MONITOREO AMBIENTAL DE LAS MICROCUENCAS COLPAMAYO Y SAN MATEO
UTILIZANDO ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLÓGICAS AUTOMÁTICAS CON
TECNOLOGÍA GSM/GPRS, CHOTA, 2022



TRANSFERENCIA TOTAL DE INFORMACIÓN PLUVIOMETRICA

$$P_{XXX} = P_{CHOTA} \frac{H_{XXX}}{H_{CHOTA}}$$

ALTITUD ESTACIÓN CHOTA

2468 m.s.m.n

ALTITUD MEDIA DE LA MICROCUENCA COLPAMAYO

3161 m.s.m.n

ALTITUD MEDIA DE LA MICROCUENCA SAN MATEO

2449 m.s.m.n

Nº REG	AÑO	MES	ESTACIÓN CHOTA	COLPAMAYO	SAN MATEO
266	2007	JUL	16.6	21.26	16.47
267	2008	JUL	4.4	5.64	4.37
268	2009	JUL	2.7	3.46	2.68
269	2010	JUL	13.9	17.80	13.79
270	2011	JUL	13.6	17.42	13.50
271	2012	JUL	0	0.00	0.00
272	2013	JUL	1.2	1.54	1.19
273	2014	JUL	7.2	9.22	7.14
274	2015	JUL	9.1	11.66	9.03
275	2016	JUL	2.5	3.20	2.48
276	2017	JUL	1.7	2.18	1.69
277	2018	JUL	4.5	5.76	4.47
278	2019	JUL	5.2	6.66	5.16
279	2020	JUL	22.8	29.20	22.62
280	2021	JUL	3.5	4.48	3.47
281	1971	AGO	7.5	9.61	7.44
282	1972	AGO	5	6.40	4.96
283	1973	AGO	23.3	29.84	23.12
284	1974	AGO	15.2	19.47	15.08
285	1975	AGO	7	8.97	6.95
286	1976	AGO	6	7.69	5.95
287	1977	AGO	6.8	8.71	6.75
288	1978	AGO	3.3	4.23	3.27
289	1979	AGO	20.3	26.00	20.14
290	1980	AGO	0	0.00	0.00
291	1981	AGO	11	14.09	10.92
292	1982	AGO	0	0.00	0.00
293	1994	AGO	0	0.00	0.00
294	1995	AGO	27.8	35.61	27.59
295	1996	AGO	28.3	36.25	28.08
296	1997	AGO	0	0.00	0.00
297	1998	AGO	13.9	17.80	13.79
298	1999	AGO	2.6	3.33	2.58
299	2000	AGO	3.3	4.23	3.27
300	2001	AGO	0	0.00	0.00
301	2002	AGO	1.2	1.54	1.19
302	2003	AGO	4.7	6.02	4.66
303	2004	AGO	0.8	1.02	0.79



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

MONITOREO AMBIENTAL DE LAS MICROCUENCAS COLPAMAYO Y SAN MATEO
UTILIZANDO ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLÓGICAS AUTOMÁTICAS CON
TECNOLOGÍA GSM/GPRS, CHOTA, 2022



TRANSFERENCIA TOTAL DE INFORMACIÓN PLUVIOMETRICA

$$P_{XXX} = P_{CHOTA} \frac{H_{XXX}}{H_{CHOTA}}$$

ALTITUD ESTACIÓN CHOTA

2468 m.s.m.n

ALTITUD MEDIA DE LA MICROCUENCA COLPAMAYO

3161 m.s.m.n

ALTITUD MEDIA DE LA MICROCUENCA SAN MATEO

2449 m.s.m.n

Nº REG	AÑO	MES	ESTACIÓN CHOTA	COLPAMAYO	SAN MATEO
304	2005	AGO	4.2	5.38	4.17
305	2006	AGO	14.9	19.08	14.79
306	2007	AGO	9.7	12.42	9.63
307	2008	AGO	8.2	10.50	8.14
308	2009	AGO	0.8	1.02	0.79
309	2010	AGO	7.2	9.22	7.14
310	2011	AGO	8	10.25	7.94
311	2012	AGO	1	1.28	0.99
312	2013	AGO	24.6	31.51	24.41
313	2014	AGO	8.6	11.02	8.53
314	2015	AGO	2	2.56	1.98
315	2016	AGO	1.3	1.67	1.29
316	2017	AGO	41.4	53.03	41.08
317	2018	AGO	0.2	0.26	0.20
318	2019	AGO	0.3	0.38	0.30
319	2020	AGO	3.7	4.74	3.67
320	2021	AGO	22.5	28.82	22.33
321	1971	SET	10.6	13.58	10.52
322	1972	SET	25.5	32.66	25.30
323	1973	SET	36.6	46.88	36.32
324	1974	SET	14.6	18.70	14.49
325	1975	SET	62	79.41	61.52
326	1976	SET	2.5	3.20	2.48
327	1977	SET	3.3	4.23	3.27
328	1978	SET	31.3	40.09	31.06
329	1979	SET	32.7	41.88	32.45
330	1980	SET	30.2	38.68	29.97
331	1981	SET	0.4	0.51	0.40
332	1982	SET	18.5	23.70	18.36
333	1994	SET	7.5	9.61	7.44
334	1995	SET	36	46.11	35.72
335	1996	SET	24.6	31.51	24.41
336	1997	SET	11.8	15.11	11.71
337	1998	SET	13.3	17.04	13.20
338	1999	SET	15	19.21	14.88
339	2000	SET	35.6	45.60	35.33
340	2001	SET	17.4	22.29	17.27
341	2002	SET	16.4	21.01	16.27



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

MONITOREO AMBIENTAL DE LAS MICROCUENCAS COLPAMAYO Y SAN MATEO
UTILIZANDO ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLÓGICAS AUTOMÁTICAS CON
TECNOLOGÍA GSM/GPRS, CHOTA, 2022



TRANSFERENCIA TOTAL DE INFORMACIÓN PLUVIOMETRICA

$$P_{XXX} = P_{CHOTA} \frac{H_{XXX}}{H_{CHOTA}}$$

ALTITUD ESTACIÓN CHOTA

2468 m.s.m.n

ALTITUD MEDIA DE LA MICROCUENCA COLPAMAYO

3161 m.s.m.n

ALTITUD MEDIA DE LA MICROCUENCA SAN MATEO

2449 m.s.m.n

Nº REG	AÑO	MES	ESTACIÓN CHOTA	COLPAMAYO	SAN MATEO
342	2003	SET	28.5	36.50	28.28
343	2004	SET	18.7	23.95	18.56
344	2005	SET	17.8	22.80	17.66
345	2006	SET	31.2	39.96	30.96
346	2007	SET	6	7.69	5.95
347	2008	SET	30.9	39.58	30.66
348	2009	SET	16.7	21.39	16.57
349	2010	SET	10.8	13.83	10.72
350	2011	SET	27.9	35.74	27.69
351	2012	SET	3.9	5.00	3.87
352	2013	SET	4.4	5.64	4.37
353	2014	SET	33.6	43.04	33.34
354	2015	SET	5.3	6.79	5.26
355	2016	SET	21.5	27.54	21.33
356	2017	SET	16.9	21.65	16.77
357	2018	SET	44.4	56.87	44.06
358	2019	SET	2.3	2.95	2.28
359	2020	SET	25.8	33.05	25.60
360	2021	SET	8.7	11.14	8.63
361	1971	OCT	35.6	45.60	35.33
362	1972	OCT	10.6	13.58	10.52
363	1973	OCT	24.2	31.00	24.01
364	1974	OCT	13.6	17.42	13.50
365	1975	OCT	16	20.49	15.88
366	1976	OCT	28	35.86	27.78
367	1977	OCT	34	43.55	33.74
368	1978	OCT	23.3	29.84	23.12
369	1979	OCT	23.3	29.84	23.12
370	1980	OCT	0	0.00	0.00
371	1981	OCT	22	28.18	21.83
372	1982	OCT	11.1	14.22	11.01
373	1994	OCT	10	12.81	9.92
374	1995	OCT	0	0.00	0.00
375	1996	OCT	23.2	29.72	23.02
376	1997	OCT	15.9	20.37	15.78
377	1998	OCT	32	40.99	31.75
378	1999	OCT	20.4	26.13	20.24
379	2000	OCT	11.4	14.60	11.31



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
MONITOREO AMBIENTAL DE LAS MICROCUENCAS COLPAMAYO Y SAN MATEO
UTILIZANDO ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLÓGICAS AUTOMÁTICAS CON
TECNOLOGÍA GSM/GPRS, CHOTA, 2022



TRANSFERENCIA TOTAL DE INFORMACIÓN PLUVIOMETRICA

$$P_{XXX} = P_{CHOTA} \frac{H_{XXX}}{H_{CHOTA}}$$

ALTITUD ESTACIÓN CHOTA

2468 m.s.m.n

ALTITUD MEDIA DE LA MICROCUENCA COLPAMAYO

3161 m.s.m.n

ALTITUD MEDIA DE LA MICROCUENCA SAN MATEO

2449 m.s.m.n

Nº REG	AÑO	MES	ESTACIÓN CHOTA	COLPAMAYO	SAN MATEO
380	2001	OCT	16	20.49	15.88
381	2002	OCT	29.3	37.53	29.07
382	2003	OCT	19.7	25.23	19.55
383	2004	OCT	57	73.01	56.56
384	2005	OCT	32.9	42.14	32.65
385	2006	OCT	22.5	28.82	22.33
386	2007	OCT	20.4	26.13	20.24
387	2008	OCT	26	33.30	25.80
388	2009	OCT	21.6	27.67	21.43
389	2010	OCT	44	56.36	43.66
390	2011	OCT	31.4	40.22	31.16
391	2012	OCT	21.8	27.92	21.63
392	2013	OCT	33.1	42.40	32.85
393	2014	OCT	13.1	16.78	13.00
394	2015	OCT	19.3	24.72	19.15
395	2016	OCT	8.3	10.63	8.24
396	2017	OCT	26.9	34.46	26.69
397	2018	OCT	52.7	67.50	52.29
398	2019	OCT	25.9	33.17	25.70
399	2020	OCT	9.6	12.30	9.53
400	2021	OCT	52	66.61	51.60
401	1971	NOV	25.4	32.53	25.20
402	1972	NOV	25	32.02	24.81
403	1973	NOV	19.4	24.85	19.25
404	1974	NOV	16.8	21.52	16.67
405	1975	NOV	44.4	56.87	44.06
406	1976	NOV	21	26.90	20.84
407	1977	NOV	27.7	35.48	27.49
408	1978	NOV	47.2	60.46	46.84
409	1979	NOV	26.5	33.94	26.30
410	1980	NOV	17.2	22.03	17.07
411	1981	NOV	23	29.46	22.82
412	1982	NOV	11.6	14.86	11.51
413	1994	NOV	32.5	41.63	32.25
414	1995	NOV	12	15.37	11.91
415	1996	NOV	22.5	28.82	22.33
416	1997	NOV	16.3	20.88	16.17
417	1998	NOV	13.1	16.78	13.00



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

MONITOREO AMBIENTAL DE LAS MICROCUENCAS COLPAMAYO Y SAN MATEO
UTILIZANDO ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLÓGICAS AUTOMÁTICAS CON
TECNOLOGÍA GSM/GPRS, CHOTA, 2022



TRANSFERENCIA TOTAL DE INFORMACIÓN PLUVIOMETRICA

$$P_{XXX} = P_{CHOTA} \frac{H_{XXX}}{H_{CHOTA}}$$

ALTITUD ESTACIÓN CHOTA

2468 m.s.m.n

ALTITUD MEDIA DE LA MICROCUENCA COLPAMAYO

3161 m.s.m.n

ALTITUD MEDIA DE LA MICROCUENCA SAN MATEO

2449 m.s.m.n

Nº REG	AÑO	MES	ESTACIÓN CHOTA	COLPAMAYO	SAN MATEO
418	1999	NOV	39.4	50.47	39.10
419	2000	NOV	32.1	41.12	31.85
420	2001	NOV	30.6	39.19	30.36
421	2002	NOV	39	49.95	38.70
422	2003	NOV	28	35.86	27.78
423	2004	NOV	52.5	67.25	52.10
424	2005	NOV	28.2	36.12	27.98
425	2006	NOV	27.4	35.10	27.19
426	2007	NOV	24.4	31.25	24.21
427	2008	NOV	19.9	25.49	19.75
428	2009	NOV	24	30.74	23.82
429	2010	NOV	15.7	20.11	15.58
430	2011	NOV	14.9	19.08	14.79
431	2012	NOV	44.1	56.49	43.76
432	2013	NOV	17.1	21.90	16.97
433	2014	NOV	27	34.58	26.79
434	2015	NOV	19.2	24.59	19.05
435	2016	NOV	15.8	20.24	15.68
436	2017	NOV	19.2	24.59	19.05
437	2018	NOV	44.9	57.51	44.55
438	2019	NOV	22.6	28.95	22.43
439	2020	NOV	38.2	48.93	37.91
440	2021	NOV	24.1	30.87	23.91
441	1971	DIC	20.2	25.87	20.04
442	1972	DIC	8.6	11.02	8.53
443	1973	DIC	24.7	31.64	24.51
444	1974	DIC	16.9	21.65	16.77
445	1975	DIC	6.7	8.58	6.65
446	1976	DIC	22.5	28.82	22.33
447	1977	DIC	23	29.46	22.82
448	1978	DIC	21	26.90	20.84
449	1979	DIC	11.3	14.47	11.21
450	1980	DIC	24	30.74	23.82
451	1981	DIC	22.4	28.69	22.23
452	1982	DIC	17.8	22.80	17.66
453	1994	DIC	18.5	23.70	18.36
454	1995	DIC	32	40.99	31.75
455	1996	DIC	16.1	20.62	15.98



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
MONITOREO AMBIENTAL DE LAS MICROCUENCAS COLPAMAYO Y SAN MATEO
UTILIZANDO ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLÓGICAS AUTOMÁTICAS CON
TECNOLOGÍA GSM/GPRS, CHOTA, 2022



TRANSFERENCIA TOTAL DE INFORMACIÓN PLUVIOMETRICA

$$P_{XXX} = P_{CHOTA} \frac{H_{XXX}}{H_{CHOTA}}$$

ALTITUD ESTACIÓN CHOTA

2468 m.s.m.n

ALTITUD MEDIA DE LA MICROCUENCA COLPAMAYO

3161 m.s.m.n

ALTITUD MEDIA DE LA MICROCUENCA SAN MATEO

2449 m.s.m.n

Nº REG	AÑO	MES	ESTACIÓN CHOTA	COLPAMAYO	SAN MATEO
456	1997	DIC	30.6	39.19	30.36
457	1998	DIC	18.6	23.82	18.46
458	1999	DIC	27.5	35.22	27.29
459	2000	DIC	26	33.30	25.80
460	2001	DIC	35.9	45.98	35.62
461	2002	DIC	22.8	29.20	22.62
462	2003	DIC	31	39.71	30.76
463	2004	DIC	16.7	21.39	16.57
464	2005	DIC	23.8	30.48	23.62
465	2006	DIC	32.7	41.88	32.45
466	2007	DIC	19.8	25.36	19.65
467	2008	DIC	24.2	31.00	24.01
468	2009	DIC	33.3	42.65	33.04
469	2010	DIC	24.1	30.87	23.91
470	2011	DIC	23.4	29.97	23.22
471	2012	DIC	15.9	20.37	15.78
472	2013	DIC	24.4	31.25	24.21
473	2014	DIC	25.9	33.17	25.70
474	2015	DIC	6.7	8.58	6.65
475	2016	DIC	18.6	23.82	18.46
476	2017	DIC	18.8	24.08	18.66
477	2018	DIC	10.9	13.96	10.82
478	2019	DIC	23.8	30.48	23.62
479	2020	DIC	38.2	48.93	37.91
480	2021	DIC	20.7	26.51	20.54



MICROCUENCA COLPAMAYO

Resultados de la prueba de Kolmogorov-Smirnov a un nivel de significancia de 5%

Microcuenca Colpamayo

Distribución teórica de probabilidades	Estimación de parámetros		
	Método de momentos lineales		
	Δ teorico	Δ tabular	Se ajustan los datos?
Normal	0.1221	0.215	SÍ
Log-Normal de 2 parámetros	0.0898	0.215	SÍ
Log-Normal de 3 parámetros	0.0816	0.215	
Gamma (2 parámetros)	0.1032	0.215	SÍ
Gamma generalizado (3 parámetros)	0.07907	0.215	SÍ
Log-Pearson tipo III	0.07112	0.215	SÍ
Gumbel	0.0749	0.215	SÍ
Log-Gumbel	0.1042	0.215	SÍ

Análisis de frecuencia a un nivel de confianza de 5%

Microcuenca Colpamayo		
Período de retorno T (años)	Propabilidad de excedencia q	Precipitación correspondiente XT (mm)
10	0.100	73.78
25	0.040	84.57
50	0.020	92.67
100	0.010	100.84
200	0.005	109.11
500	0.002	120.27

MICROCUCENCA SAN MATEO

**Resultados de la prueba de Kolmogorov-Smirnov a un nivel de significancia de 5%
Microcuenca San Mateo**

Distribución teórica de probabilidades	Estimación de parámetros		
	Metodo de momentos lineales		
	Δ teorico	Δ tabular	Se ajustan los datos?
Normal	0.1221	0.215	SÍ
Log-Normal de 2 parámetros	0.0898	0.215	SÍ
Log-Normal de 3 parámetros	0.0816	0.215	
Gamma (2 parámetros)	0.1032	0.215	SÍ
Gamma generalizado (3 parámetros)	0.07907	0.215	SÍ
Log-Pearson tipo III	0.07112	0.215	SÍ
Gumbel	0.0749	0.215	SÍ
Log-Gumbel	0.1042	0.215	SÍ

Analisis de frecuencia a un nivel de confianza de 5%

Microcuenca San Mateo		
Periodo de retorno T (años)	Propabilidad de excedencia q	Precipitación correspondiente XT (mm)
10	0.100	57.16
25	0.040	65.52
50	0.020	71.79
100	0.010	78.12
200	0.005	84.53
500	0.002	93.17

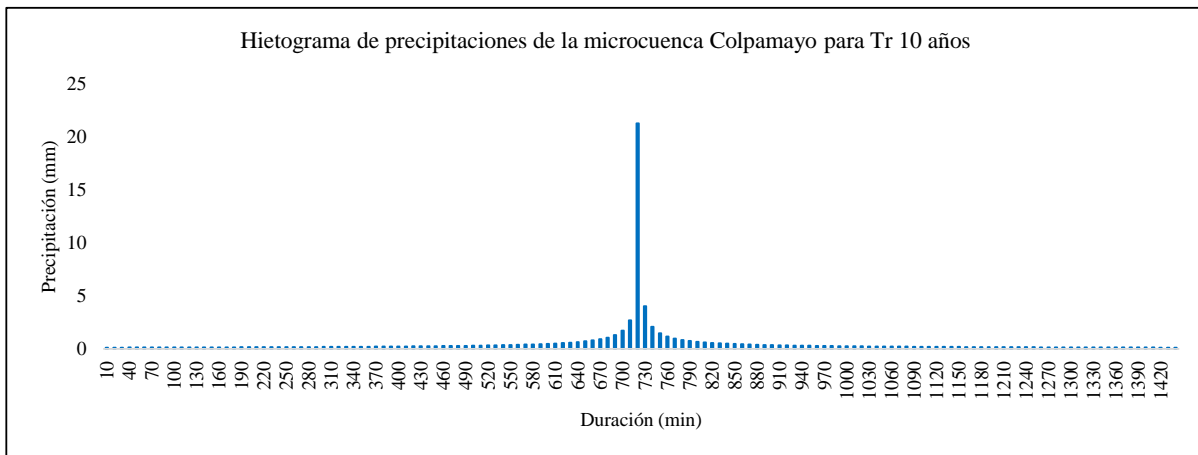


MICROCUENCA COLPAMAYO

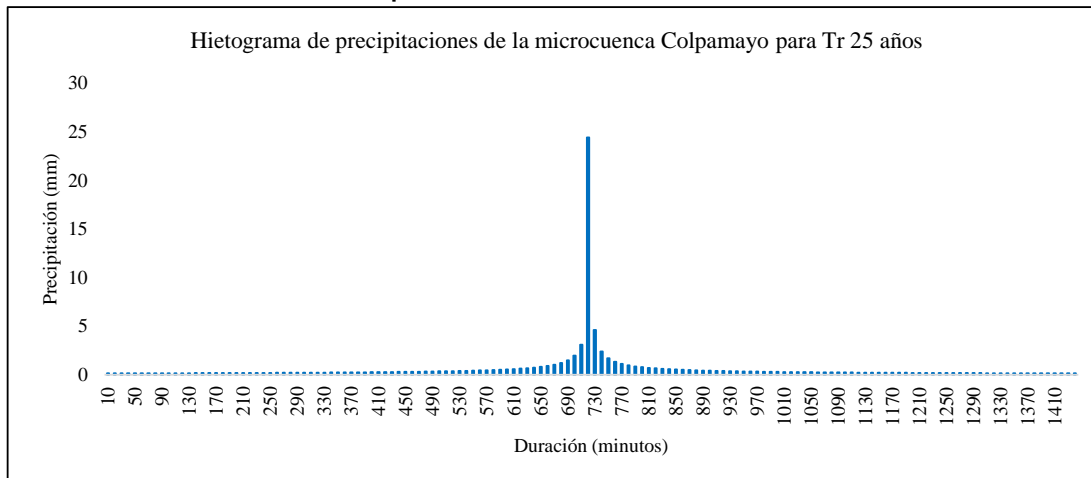
Analisis de frecuencia a un nivel de confianza de 5%

Microcuenca Colpamayo		
Periodo de retorno T (años)	Propabilidad de excedencia q	Precipitación correspondiente XT (mm)
10	0.100	73.78
25	0.040	84.57
50	0.020	92.67
100	0.010	100.84
200	0.005	109.11
500	0.002	120.27

Hietograma de precipitaciones de la microcuenca Colpamayo para Tr 10 años

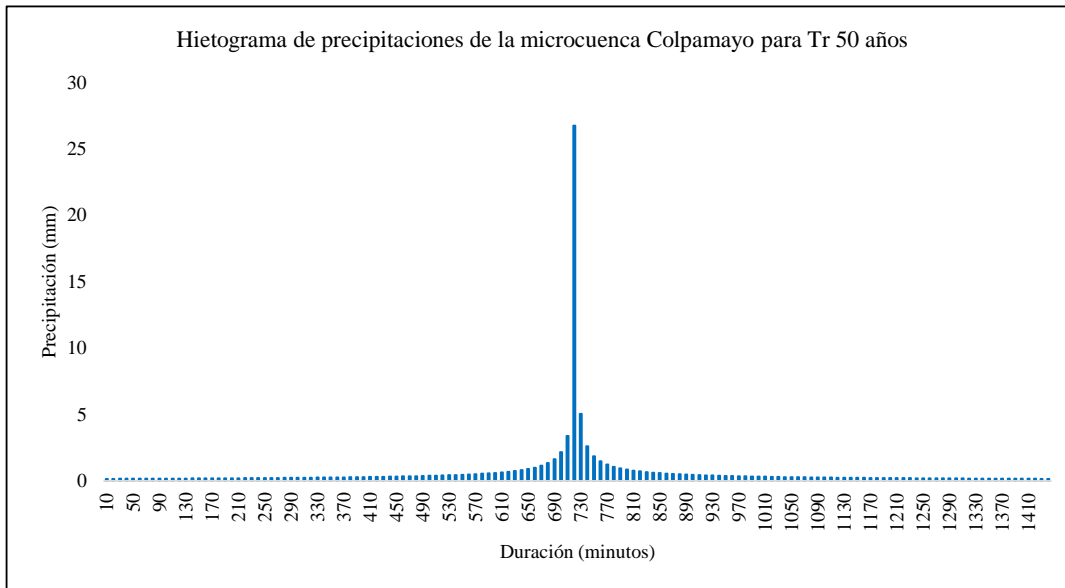


Hietograma de precipitaciones de la microcuenca Colpamayo para Tr 25 años

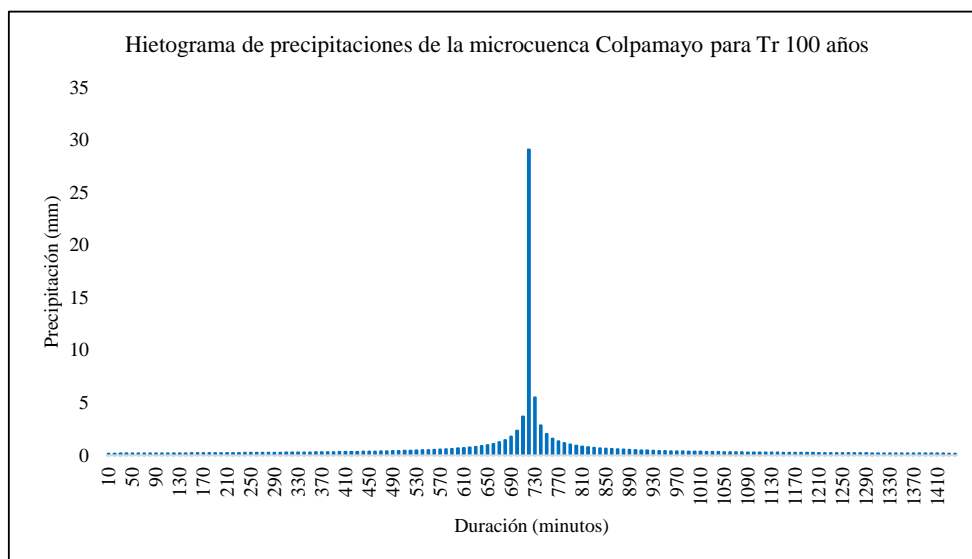




Hietograma de precipitaciones de la microcuenca Colpamayo para Tr 50 años

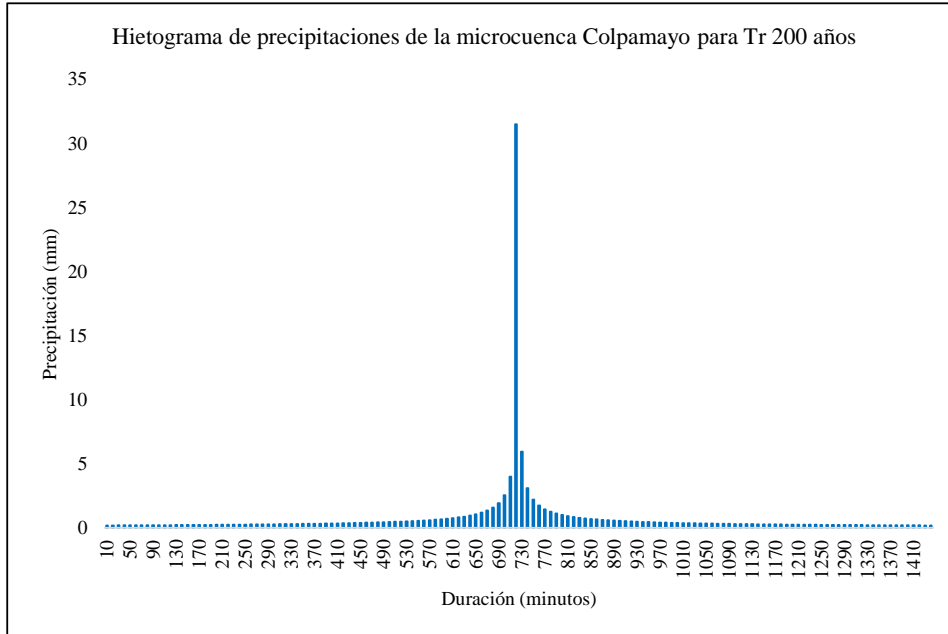


Hietograma de precipitaciones de la microcuenca Colpamayo para Tr 100 años

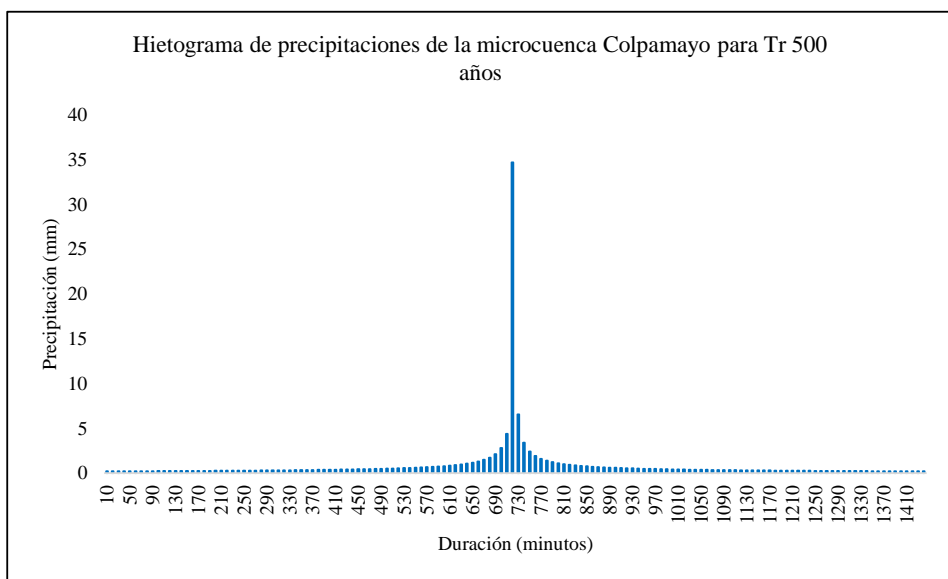




Hietograma de precipitaciones de la microcuenca Colpamayo para Tr 200 años



Hietograma de precipitaciones de la microcuenca Colpamayo para Tr 500 años



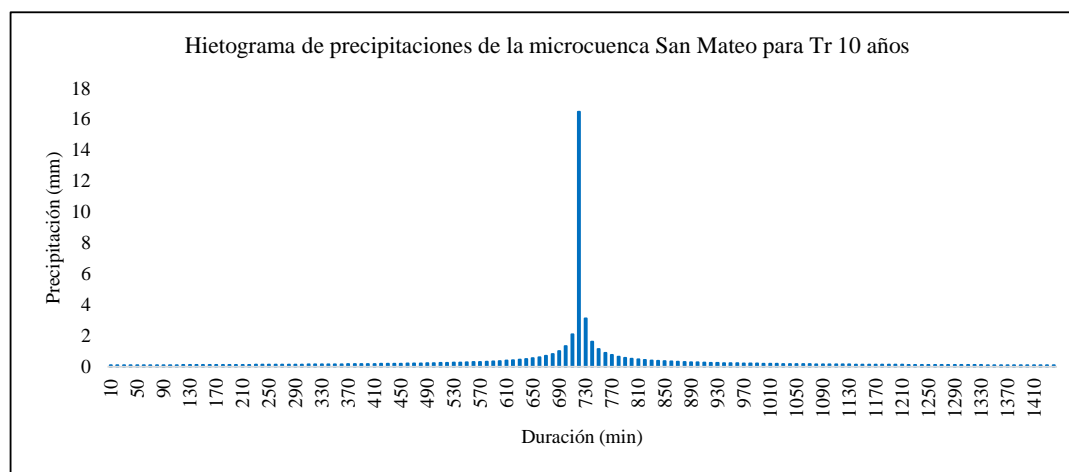


MICROCUENCA SAN MATEO

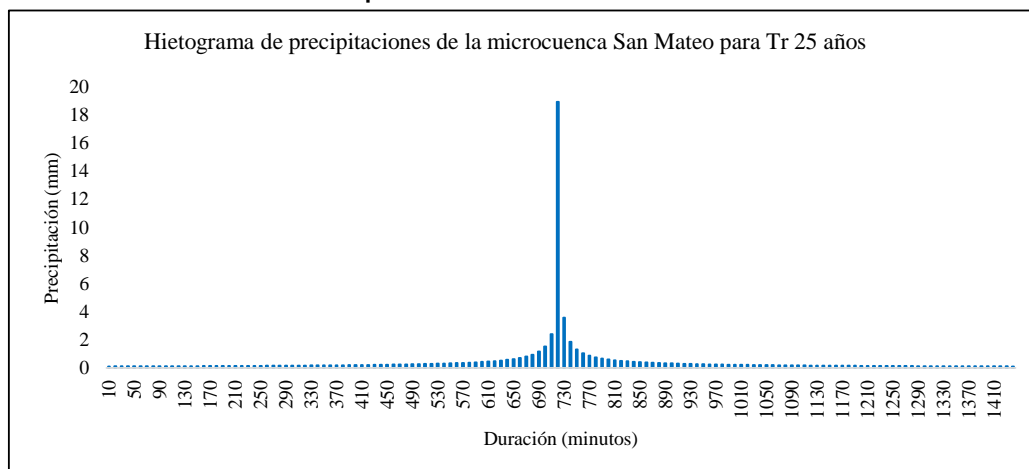
Analisis de frecuencia a un nivel de confianza de 5%

Microcuenca San Mateo		
Periodo de retorno T (años)	Propabilidad de excedencia q	Precipitación correspondiente XT (mm)
10	0.100	57.16
25	0.040	65.52
50	0.020	71.79
100	0.010	78.12
200	0.005	84.53
500	0.002	93.17

Hietograma de precipitaciones de la microcuenca San Mateo para Tr 10 años

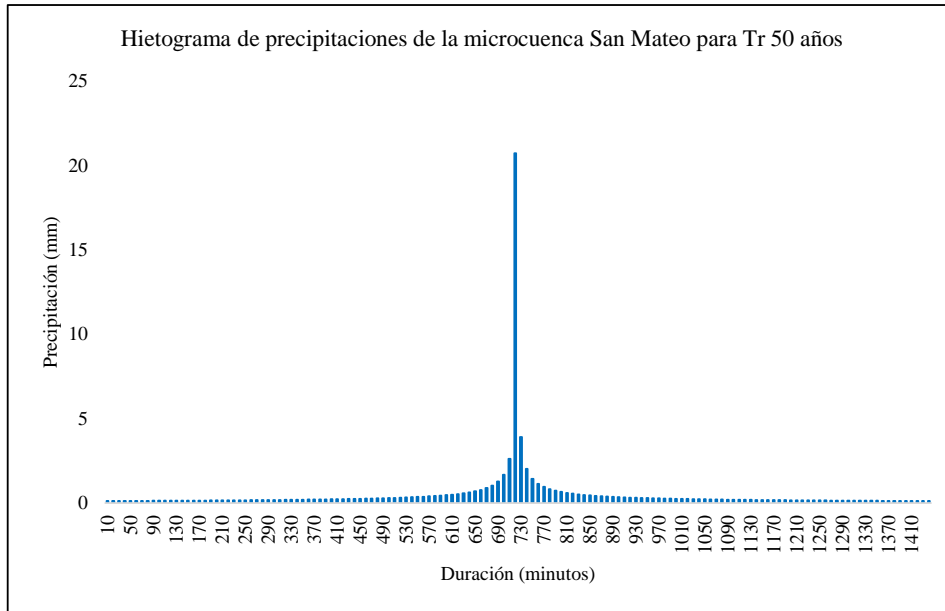


Hietograma de precipitaciones de la microcuenca San Mateo para Tr 25 años

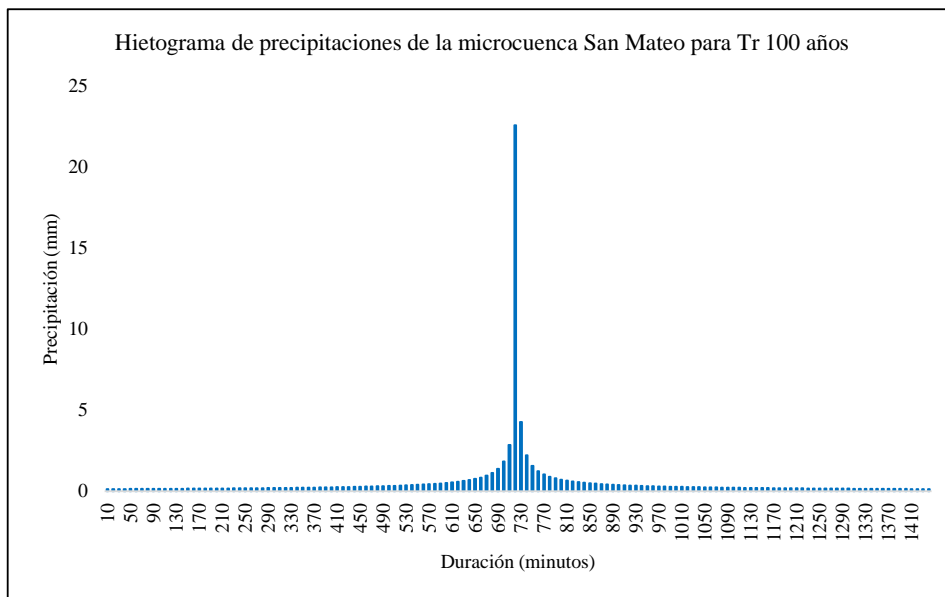




Hietograma de precipitaciones de la microcuenca San Mateo para Tr 50 años

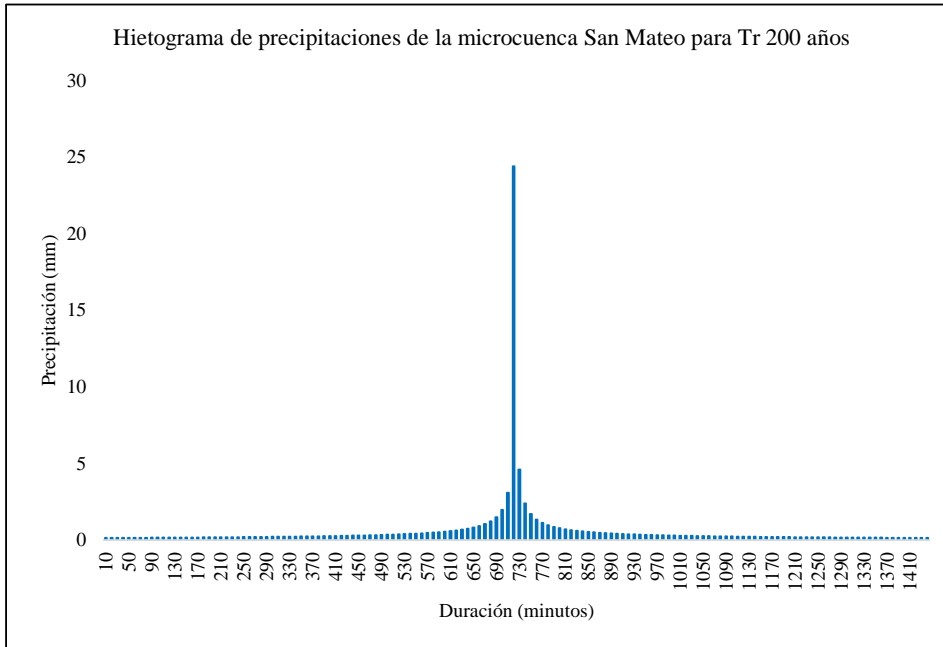


Hietograma de precipitaciones de la microcuenca San Mateo para Tr 100 años

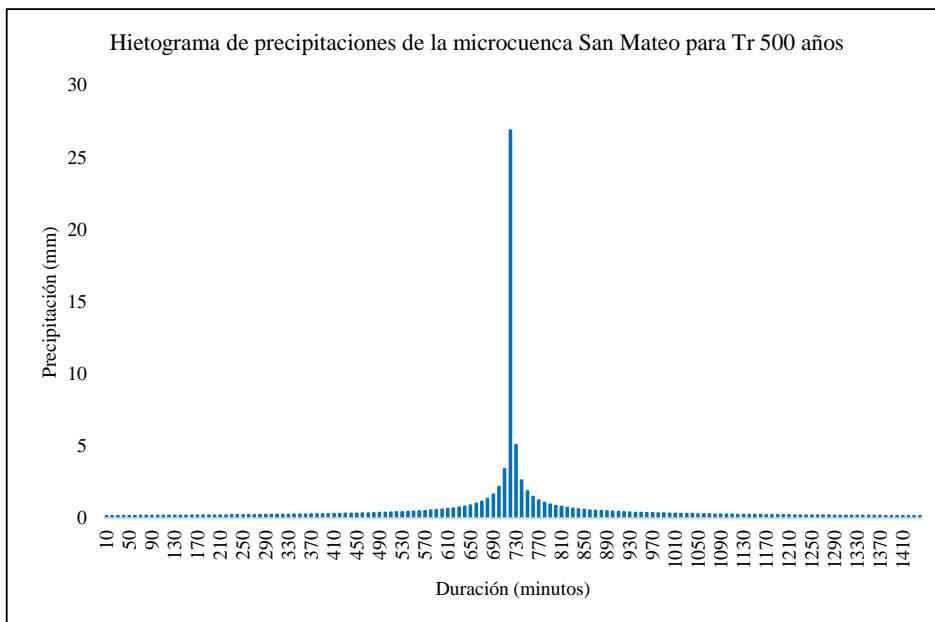




Hietograma de precipitaciones de la microcuenca San Mateo para Tr 200 años



Hietograma de precipitaciones de la microcuenca San Mateo para Tr 500 años



TEMPERATURA



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

MONITOREO AMBIENTAL DE LAS MICROCUENCAS COLPAMAYO Y SAN MATEO UTILIZANDO ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLÓGICAS AUTOMÁTICAS CON TECNOLOGÍA GSM/GPRS, CHOTA, 2022



TEMPERATURA Y HUMEDAD

NIVEL MEDIO HORARIO (m)

$$P_{XXX} = P_{CHOTA} \frac{H_{XXX}}{H_{CHOTA}}$$

ALTITUD ESTACIÓN CHOTA

2468 m.s.m.n

ALTITUD MEDIA DE LA MICROCUENCA COLPAMAYO

3161.19 m.s.m.n

ALTITUD MEDIA DE LA MICROCUENCA SAN MATEO

2448.99 m.s.m.n

FACTOR DE CORRECCIÓN MICROCUENCA COLPAMAYO

1.28

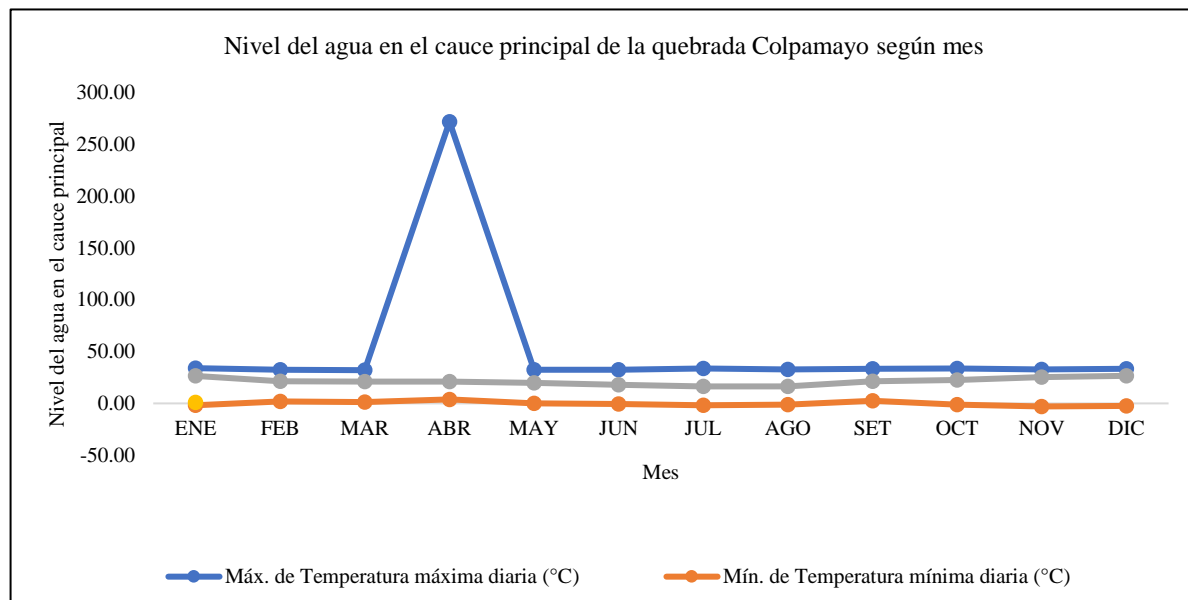
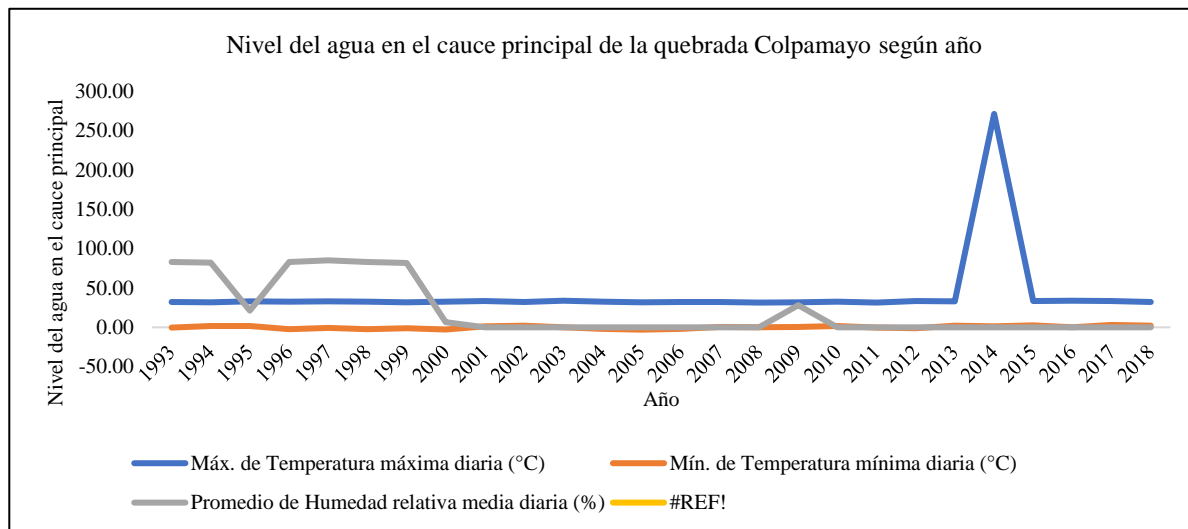
FACTOR DE CORRECCIÓN MICROCUENCA SAN MATEO

0.99

MICROCUENCA COLPAMAYO

Año	Máx. de Temperatura máxima diaria (°C)	Mín. de Temperatura mínima diaria (°C)	Promedio de Humedad relativa media diaria (%)
1993	32.28	-0.51	83.27
1994	31.89	1.67	82.24
1995	32.92	1.54	21.24
1996	32.53	-2.31	82.95
1997	33.05	-0.64	85.23
1998	32.66	-2.56	83.30
1999	31.77	-1.15	81.74
2000	32.53	-2.82	6.71
2001	33.30	1.28	0.00
2002	32.41	2.31	0.00
2003	33.81	0.00	0.00
2004	32.53	-1.92	0.00
2005	31.77	-2.95	0.00
2006	32.28	-1.92	0.00
2007	32.41	0.64	0.00
2008	31.51	0.00	0.00
2009	31.89	0.38	28.28
2010	32.53	1.54	0.00
2011	31.51	-0.38	0.00
2012	33.56	-1.15	0.00
2013	32.92	2.31	0.00
2014	271.54	1.28	0.00
2015	33.30	2.56	0.00
2016	34.07	0.13	0.00
2017	33.30	3.07	0.00
2018	32.28	1.92	0.00

MES	Máx. de Temperatura máxima diaria (°C)	Mín. de Temperatura mínima diaria (°C)	Promedio de Humedad relativa media diaria (%)
ENE	34.07	-1.92	26.49
FEB	32.53	1.92	21.24
MAR	32.02	1.28	21.16
ABR	271.54	3.84	21.04
MAY	32.53	0.13	19.82
JUN	32.41	-0.64	17.88
JUL	33.56	-1.92	16.38
AGO	32.66	-1.15	16.48
SET	33.30	2.56	21.30
OCT	33.81	-1.28	22.57
NOV	32.79	-2.95	25.26
DIC	33.30	-2.56	26.49





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

MONITOREO AMBIENTAL DE LAS MICROCUENCAS COLPAMAYO Y SAN MATEO UTILIZANDO ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLÓGICAS AUTOMÁTICAS CON TECNOLOGÍA GSM/GPRS, CHOTA, 2022



TEMPERATURA Y HUMEDAD

NIVEL MEDIO HORARIO (m)

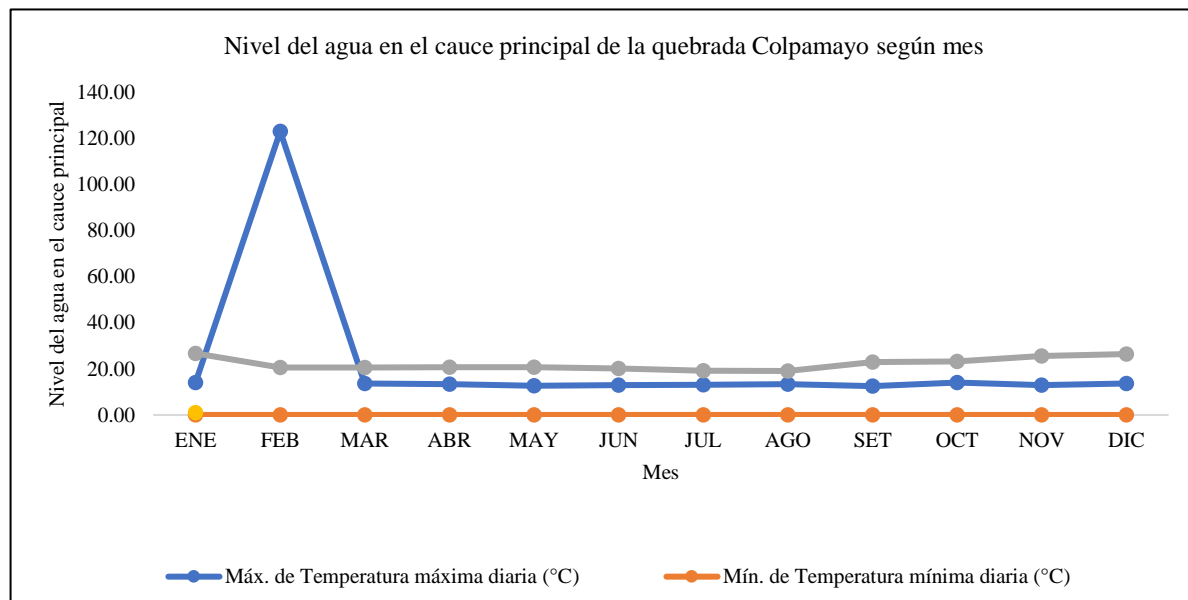
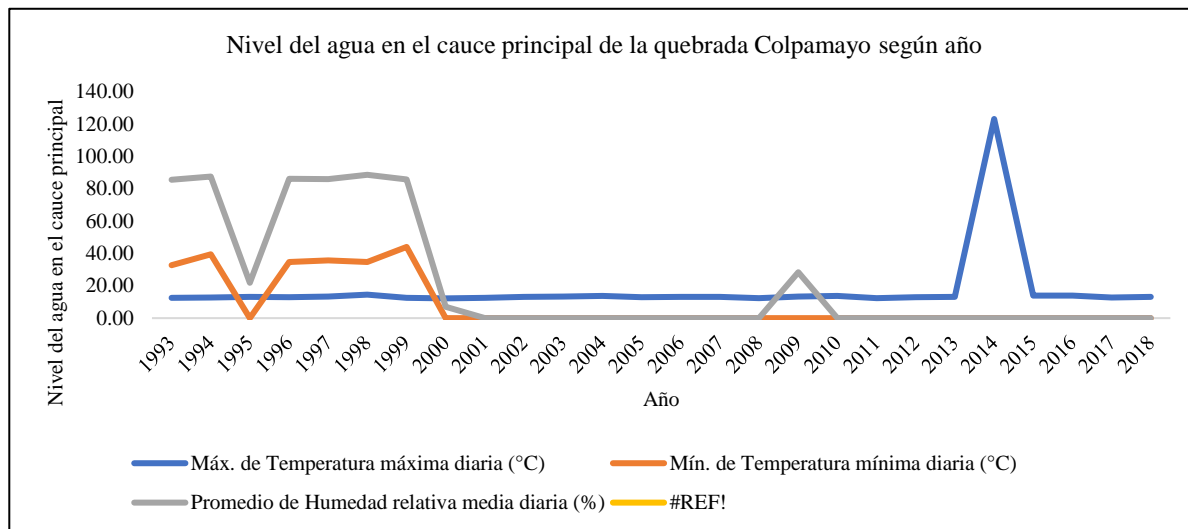
$$P_{XXX} = P_{CHOTA} \frac{H_{XXX}}{H_{CHOTA}}$$

ALTITUD ESTACIÓN CHOTA	2468 m.s.m.n
ALTITUD MEDIA DE LA MICROCUENCA COLPAMAYO	3161.19 m.s.m.n
ALTITUD MEDIA DE LA MICROCUENCA SAN MATEO	2448.99 m.s.m.n
FACTOR DE CORRECCIÓN MICROCUENCA COLPAMAYO	1.28
FACTOR DE CORRECCIÓN MICROCUENCA SAN MATEO	0.99

MICROCUENCA SAN MATEO

Año	Máx. de Temperatura máxima diaria (°C)	Mín. de Temperatura mínima diaria (°C)	Promedio de Humedad relativa media diaria (%)
1993	12.50	32.75	85.54
1994	12.70	39.36	87.49
1995	13.20	0.00	21.83
1996	12.90	34.73	86.10
1997	13.30	35.72	85.87
1998	14.49	34.73	88.56
1999	12.60	43.99	85.61
2000	12.21	0.00	7.00
2001	12.60	0.00	0.00
2002	13.10	0.00	0.00
2003	13.30	0.00	0.00
2004	13.69	0.00	0.00
2005	12.90	0.00	0.00
2006	13.20	0.00	0.00
2007	13.10	0.00	0.00
2008	12.40	0.00	0.00
2009	13.30	0.00	28.40
2010	13.69	0.00	0.00
2011	12.30	0.00	0.00
2012	13.00	0.00	0.00
2013	13.10	0.00	0.00
2014	123.04	0.00	0.00
2015	13.99	0.00	0.00
2016	13.99	0.00	0.00
2017	12.70	0.00	0.00
2018	13.10	0.00	0.00

MES	Máx. de Temperatura máxima diaria (°C)	Mín. de Temperatura mínima diaria (°C)	Promedio de Humedad relativa media diaria (%)
ENE	14.09	0.00	26.71
FEB	123.04	0.00	20.53
MAR	13.69	0.00	20.58
ABR	13.30	0.00	20.65
MAY	12.70	0.00	20.72
JUN	13.00	0.00	20.16
JUL	13.10	0.00	19.16
AGO	13.30	0.00	19.07
SET	12.50	0.00	22.97
OCT	13.99	0.00	23.22
NOV	13.00	0.00	25.63
DIC	13.59	0.00	26.46



NIVEL DEL AGUA



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
 MONITOREO AMBIENTAL DE LAS MICROCUENCAS COLPAMAYO Y SAN MATEO
 UTILIZANDO ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLÓGICAS AUTOMÁTICAS CON
 TECNOLOGÍA GSM/GPRS, CHOTA, 2022



ESTACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA CHOTANO LAJAS

NIVEL MEDIO HORARIO (m)

$$P_{XXX} = P_{CHOTA} \frac{H_{XXX}}{H_{CHOTA}}$$

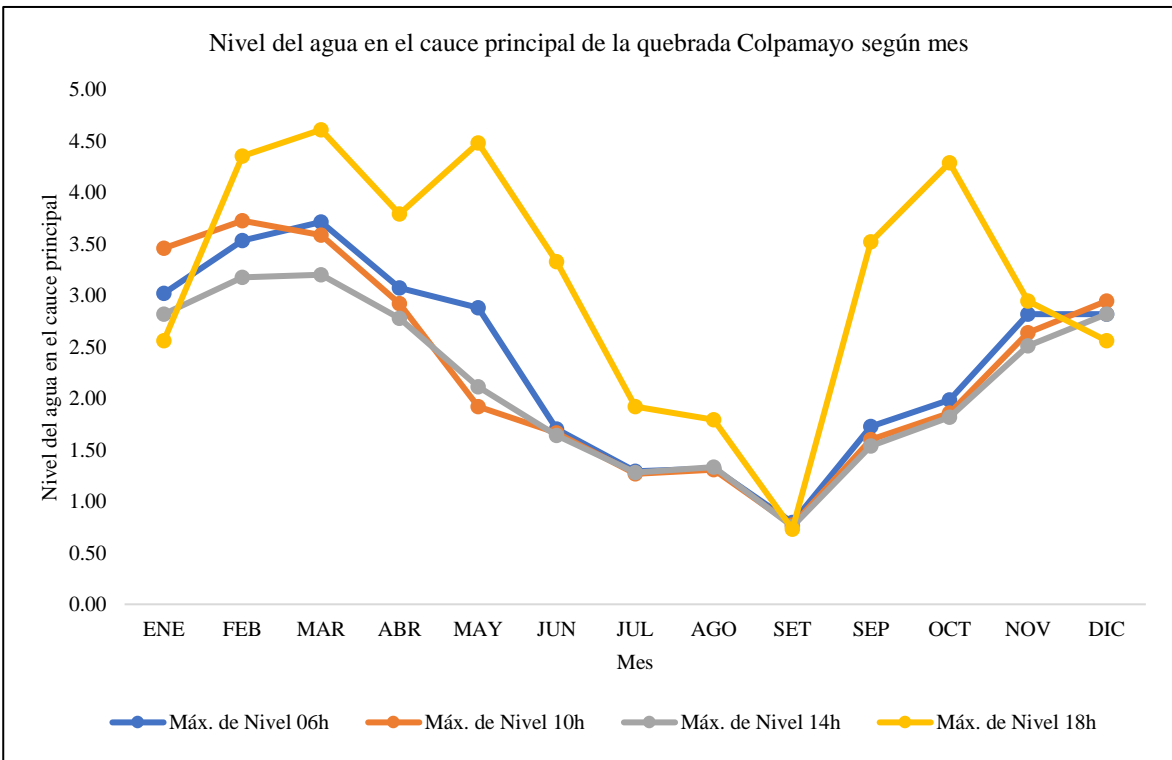
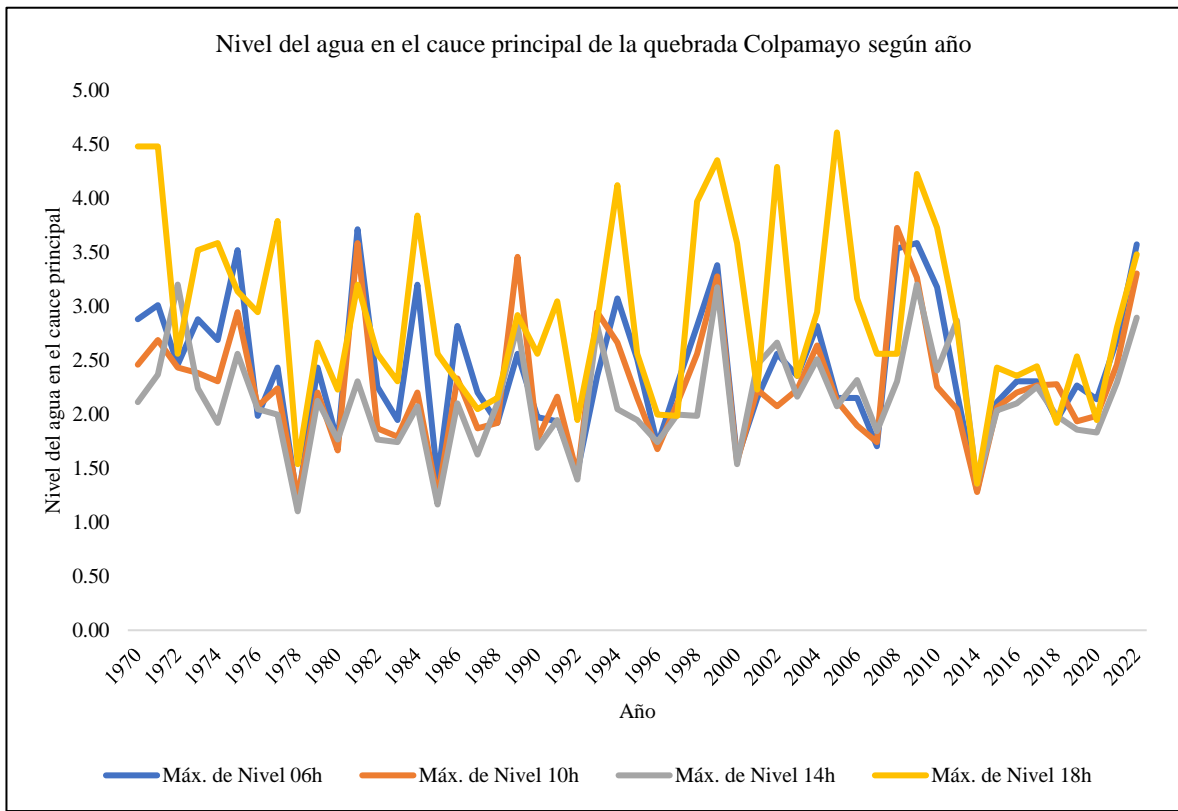
ALTITUD ESTACIÓN CHOTA	2468 m.s.m.n
ALTITUD MEDIA DE LA MICROCUENCA COLPAMAYO	3161.19 m.s.m.n
ALTITUD MEDIA DE LA MICROCUENCA SAN MATEO	2448.99 m.s.m.n
FACTOR DE CORRECCIÓN MICROCUENCA COLPAMAYO	1.28
FACTOR DE CORRECCIÓN MICROCUENCA SAN MATEO	0.99

MICROCUENCA COLPAMAYO

Año	Máx. de Nivel 06h	Máx. de Nivel 10h	Máx. de Nivel 14h	Máx. de Nivel 18h
1970	2.88	2.46	2.11	4.48
1971	3.01	2.69	2.37	4.48
1972	2.46	2.43	3.20	2.56
1973	2.88	2.38	2.24	3.52
1974	2.69	2.31	1.92	3.59
1975	3.52	2.95	2.56	3.14
1976	1.99	2.08	2.05	2.95
1977	2.43	2.24	2.00	3.79
1978	1.18	1.23	1.10	1.54
1979	2.43	2.20	2.13	2.66
1980	1.74	1.67	1.77	2.23
1981	3.71	3.59	2.31	3.20
1982	2.25	1.87	1.77	2.56
1983	1.95	1.79	1.74	2.31
1984	3.20	2.20	2.08	3.84
1985	1.40	1.23	1.17	2.56
1986	2.82	2.33	2.10	2.31
1987	2.20	1.87	1.63	2.05
1988	1.92	1.92	2.10	2.15
1989	2.56	3.46	2.82	2.92
1990	1.97	1.77	1.69	2.56
1991	1.93	2.16	1.95	3.05
1992	1.47	1.43	1.40	1.95
1993	2.36	2.95	2.82	2.87
1994	3.07	2.66	2.05	4.12
1995	2.51	2.15	1.95	2.56

1996	1.72	1.68	1.74	2.00
1997	2.28	2.10	2.00	1.99
1998	2.82	2.56	1.99	3.97
1999	3.38	3.28	3.18	4.35
2000	1.59	1.56	1.54	3.59
2001	2.15	2.23	2.46	2.23
2002	2.56	2.08	2.66	4.29
2003	2.36	2.23	2.16	2.36
2004	2.82	2.64	2.51	2.95
2005	2.15	2.13	2.08	4.61
2006	2.15	1.90	2.32	3.07
2007	1.70	1.74	1.84	2.56
2008	3.54	3.73	2.31	2.56
2009	3.59	3.27	3.20	4.23
2010	3.18	2.25	2.41	3.73
2011	2.20	2.05	2.87	2.82
2014	1.29	1.28	1.36	1.36
2015	2.11	2.06	2.04	2.43
2016	2.31	2.20	2.10	2.36
2017	2.31	2.27	2.25	2.45
2018	1.95	2.28	1.99	1.92
2019	2.27	1.93	1.86	2.54
2020	2.14	1.99	1.83	1.95
2021	2.69	2.46	2.29	2.81
2022	3.57	3.30	2.89	3.48

MES	Máx. de Nivel 06h	Máx. de Nivel 10h	Máx. de Nivel 14h	Máx. de Nivel 18h
ENE	3.02	3.46	2.82	2.56
FEB	3.54	3.73	3.18	4.35
MAR	3.71	3.59	3.20	4.61
ABR	3.07	2.92	2.78	3.79
MAY	2.88	1.92	2.11	4.48
JUN	1.70	1.67	1.64	3.33
JUL	1.29	1.27	1.28	1.92
AGO	1.32	1.31	1.33	1.79
SET	0.79	0.77	0.76	0.73
SEP	1.73	1.60	1.54	3.52
OCT	1.99	1.86	1.82	4.29
NOV	2.82	2.64	2.51	2.95
DIC	2.82	2.95	2.82	2.56





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
 MONITOREO AMBIENTAL DE LAS MICROCUENCAS COLPAMAYO Y SAN MATEO
 UTILIZANDO ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLÓGICAS AUTOMÁTICAS CON
 TECNOLOGÍA GSM/GPRS, CHOTA, 2022



ESTACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA CHOTANO LAJAS

NIVEL MEDIO HORARIO (m)

$$P_{XXX} = P_{CHOTA} \frac{H_{XXX}}{H_{CHOTA}}$$

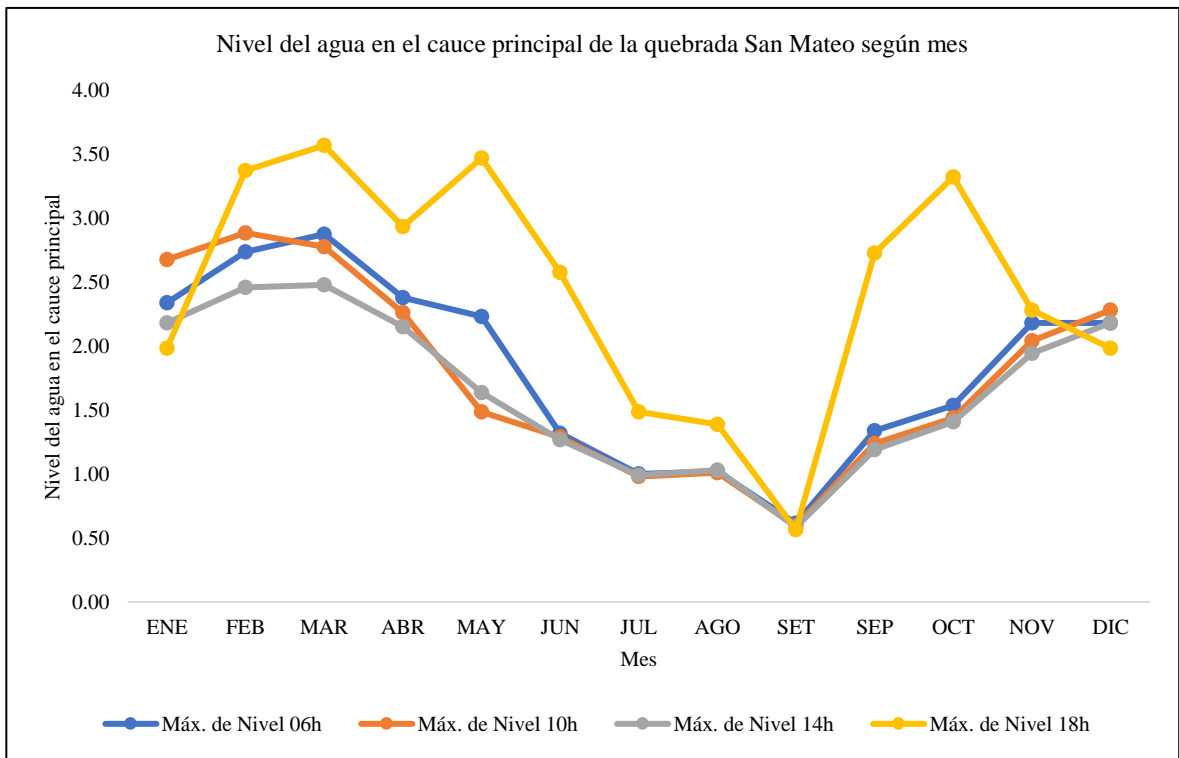
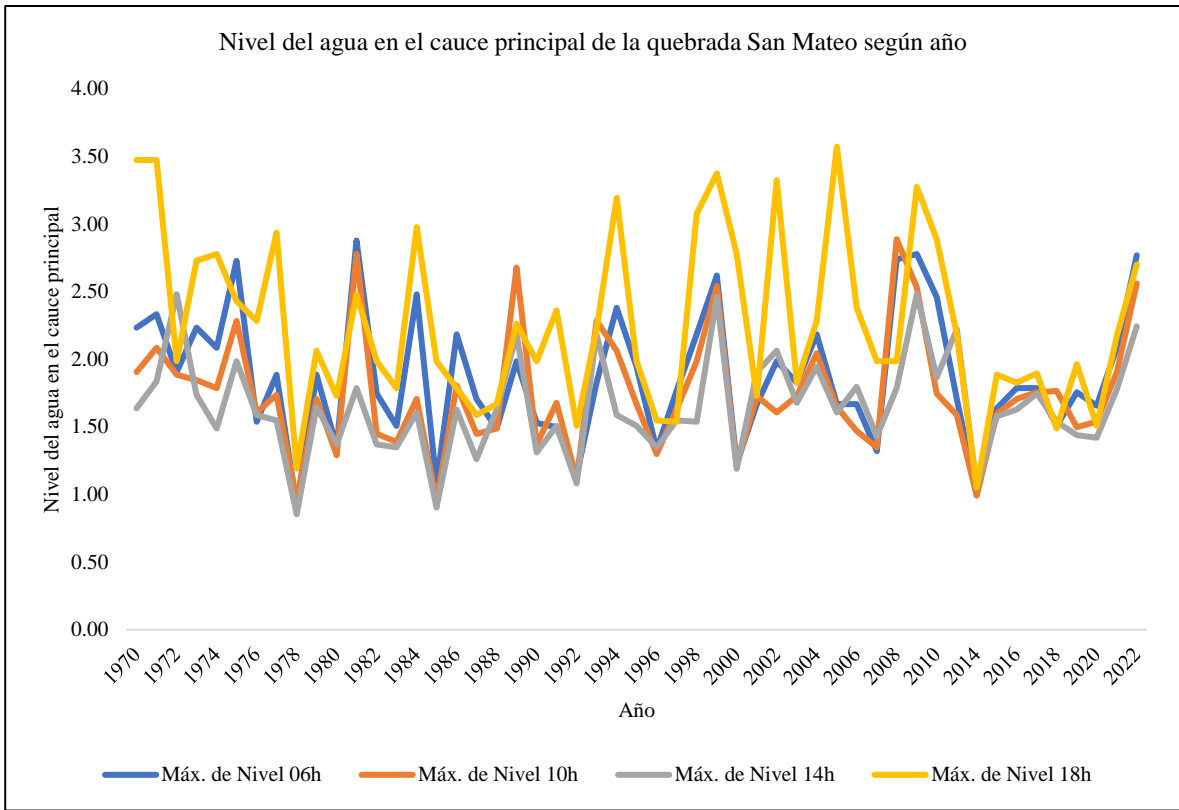
ALTITUD ESTACIÓN CHOTA	2468 m.s.m.n
ALTITUD MEDIA DE LA MICROCUENCA COLPAMAYO	3161.19 m.s.m.n
ALTITUD MEDIA DE LA MICROCUENCA SAN MATEO	2448.99 m.s.m.n
FACTOR DE CORRECCIÓN MICROCUENCA COLPAMAYO	1.28
FACTOR DE CORRECCIÓN MICROCUENCA SAN MATEO	0.99

MICROCUENCA COLPAMAYO

Año	Máx. de Nivel 06h	Máx. de Nivel 10h	Máx. de Nivel 14h	Máx. de Nivel 18h
1970	2.23	1.91	1.64	3.47
1971	2.33	2.08	1.84	3.47
1972	1.91	1.89	2.48	1.98
1973	2.23	1.85	1.74	2.73
1974	2.08	1.79	1.49	2.78
1975	2.73	2.28	1.98	2.43
1976	1.54	1.61	1.59	2.28
1977	1.89	1.74	1.55	2.94
1978	0.91	0.95	0.85	1.19
1979	1.89	1.71	1.65	2.06
1980	1.35	1.29	1.37	1.73
1981	2.88	2.78	1.79	2.48
1982	1.75	1.45	1.37	1.98
1983	1.51	1.39	1.35	1.79
1984	2.48	1.71	1.61	2.98
1985	1.08	0.95	0.90	1.98
1986	2.18	1.81	1.63	1.79
1987	1.71	1.45	1.26	1.59
1988	1.49	1.49	1.63	1.67
1989	1.98	2.68	2.18	2.26
1990	1.53	1.37	1.31	1.98
1991	1.50	1.68	1.51	2.36
1992	1.14	1.11	1.08	1.51
1993	1.83	2.28	2.18	2.22
1994	2.38	2.06	1.59	3.20
1995	1.94	1.67	1.51	1.98

1996	1.33	1.30	1.35	1.55
1997	1.77	1.63	1.55	1.54
1998	2.18	1.98	1.54	3.08
1999	2.62	2.54	2.46	3.37
2000	1.23	1.21	1.19	2.78
2001	1.67	1.73	1.91	1.73
2002	1.98	1.61	2.06	3.32
2003	1.83	1.73	1.68	1.83
2004	2.18	2.04	1.94	2.28
2005	1.67	1.65	1.61	3.57
2006	1.67	1.47	1.80	2.38
2007	1.32	1.35	1.43	1.98
2008	2.74	2.89	1.79	1.98
2009	2.78	2.53	2.48	3.27
2010	2.46	1.75	1.87	2.89
2011	1.71	1.59	2.22	2.18
2014	1.00	0.99	1.05	1.05
2015	1.64	1.60	1.58	1.89
2016	1.79	1.71	1.63	1.83
2017	1.79	1.76	1.75	1.90
2018	1.51	1.77	1.54	1.49
2019	1.76	1.50	1.44	1.96
2020	1.66	1.54	1.42	1.51
2021	2.08	1.91	1.78	2.17
2022	2.77	2.56	2.24	2.70

MES	Máx. de Nivel 06h	Máx. de Nivel 10h	Máx. de Nivel 14h	Máx. de Nivel 18h
ENE	2.34	2.68	2.18	1.98
FEB	2.74	2.89	2.46	3.37
MAR	2.88	2.78	2.48	3.57
ABR	2.38	2.26	2.15	2.94
MAY	2.23	1.49	1.64	3.47
JUN	1.32	1.29	1.27	2.58
JUL	1.00	0.98	0.99	1.49
AGO	1.02	1.01	1.03	1.39
SET	0.62	0.60	0.59	0.57
SEP	1.34	1.24	1.19	2.73
OCT	1.54	1.44	1.41	3.32
NOV	2.18	2.04	1.94	2.28
DIC	2.18	2.28	2.18	1.98



PARÁMETROS AMBIENTALES



Parámetros Ambientales

Agresividad climática

La agresividad climática se determinó aplicando tres índices de agresividad basados en los estimadores de Fournier con sus respectivas modificaciones (Arriola et al., 2022). El índice de Fournier (IF) es definido según la ecuación 1.

$$IF_j = \frac{p_{\max j}^2}{P}$$

Donde IF_j es el índice de Fournier para el año j , p_{\max} es la precipitación media del mes más lluvioso del año j , y P es la precipitación media anual.

Luego, se aplicó el índice de Fournier modificado (IFM) que se estima aplicando la ecuación 2.

$$IFM_j = \frac{\sum_{i=1}^{12} (p_{ij})^2}{P}$$

Donde IFM_j es el índice de Fournier modificado para el año j , p_{ij} es la precipitación mensual del mes i en el año j , y P es la precipitación media anual.

$$IFMM_j = \frac{(\sum_{i=1}^{12} p_{ij})^2}{P}$$

Donde $IFMM_j$ es el índice de Fournier-Maule modificado, p_{ij} es la precipitación mensual del mes i en el año j , y P es la precipitación media anual.

El índice de concentración de precipitaciones (ICP) que usualmente se utiliza a una escala mensual y anual se recomienda aplicarlo para evaluar las lluvias anuales si se concentran transitoriamente en un mes o si se distribuyen de forma homogénea en todo un año, ambas en función del tiempo de la estación lluviosa (Arriola et al., 2022); en ese sentido se aplicó este índice considerando la ecuación 4.

$$ICP_j = \frac{\sum_{i=1}^{12} (p_{ij})^2}{P_j^2}$$

Donde ICP_j es el índice de concentración de precipitación (ICP) para el año j expresado en porcentaje, p_{ij} es la precipitación mensual del mes i en el año j , y P_j es la precipitación anual del año j .

La Tabla 1 muestra las clasificaciones cuantitativas y cualitativas de cada índice empleados en la presente investigación.

Tabla 1. Índices que determinan la agresividad climática y concentración de precipitaciones

Parámetro	Clasificación	
	Cuantitativa	Cualitativa
índice de Fournier (IF)	< 50	Muy bajo
	50-100	Bajo
	100-150	Moderado
	150-200	Alto
	>200	Muy alto
índice Fournier modificado (IFM)	< 100	Muy bajo
	100-200	Bajo
	200-300	Moderado
	300-400	Alto
	>400	Muy alto
índice de Fournier-Maule modificado (IFMM)	< 400	Muy bajo
	400-1000	Bajo
	1000-1800	Moderado
	1800-2800	Alto
	>2800	Muy alto
Índice de concentración de precipitación (ICP)	< 8.30%	Uniforme
	10-15%	Moderadamente estacional
	15-20%	Estacional
	20-50%	Fuertemente estacional
	50-100%	Irregular

PRECIPITACIONES - MICROCUENCA COLPAMAYO															PARÁMETROS DE MONITOREO AMBIENTAL							
Nº REG	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MAX	IF	índice de Fournier (IF)	IFM	índice Fournier modificado (IFM)	IFMM	índice de Fournier-Maule modificado (IFMM)	ICP	Índice de concentración de precipitación (ICP)
1	1971	64.30	37.66	33.17	16.52	27.67	15.37	19.98	9.61	13.58	45.60	32.53	25.87	64.30	145.13	Moderado	435.64	Muy alto	4102.37	Muy alto	15.29	Estacional
2	1972	21.26	22.93	27.92	35.86	24.72	13.45	5.12	6.40	32.66	13.58	32.02	11.02	35.86	62.50	Bajo	306.17	Alto	2963.42	Muy alto	14.88	Moderadamente estacional



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
MONITOREO AMBIENTAL DE LAS MICROCUENCAS COLPAMAYO Y SAN MATEO UTILIZANDO ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLÓGICAS AUTOMÁTICAS CON
TECNOLOGÍA GSM/GPRS, CHOTA, 2022



Parámetros Ambientales

3	1973	20.49	22.03	14.99	31.51	38.81	20.11	46.11	29.84	46.88	31.00	24.85	31.64	46.88	73.61	Bajo	396.16	Alto	4299.12	Muy alto	13.27	Moderadamente estacional
4	1974	19.98	38.68	25.36	19.21	12.81	21.39	4.10	19.47	18.70	17.42	21.52	21.65	38.68	74.73	Bajo	275.18	Moderado	2883.50	Muy alto	13.74	Moderadamente estacional
5	1975	23.95	12.17	24.46	26.90	19.85	16.91	9.48	8.97	79.41	20.49	56.87	8.58	79.41	245.67	Muy alto	503.63	Muy alto	3696.59	Muy alto	19.62	Estacional
6	1976	46.75	34.58	52.52	17.93	12.55	44.19	3.84	7.69	3.20	35.86	26.90	28.82	52.52	105.12	Moderado	438.17	Muy alto	3778.06	Muy alto	16.70	Estacional
7	1977	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.02	4.35	8.71	4.23	43.55	35.48	29.46	43.55	166.37	Alto	373.46	Alto	1641.56	Moderado	32.76	Fuertemente estacional
8	1978	24.46	14.47	10.38	29.08	14.99	0.51	8.58	4.23	40.09	29.84	60.46	26.90	60.46	166.15	Alto	407.02	Muy alto	3167.85	Muy alto	18.50	Estacional
9	1979	21.01	17.04	44.57	32.66	41.63	3.33	18.19	26.00	41.88	29.84	33.94	14.47	44.57	73.46	Bajo	389.78	Alto	3894.87	Muy alto	14.41	Moderadamente estacional
10	1980	18.96	14.86	19.08	15.37	15.63	7.69	0.00	0.00	38.68	0.00	22.03	30.74	38.68	98.10	Bajo	289.16	Moderado	2196.44	Alto	18.96	Estacional
11	1981	20.49	43.81	44.83	30.74	22.16	25.49	11.78	14.09	0.51	28.18	29.46	28.69	44.83	80.33	Bajo	370.00	Alto	3602.83	Muy alto	14.79	Moderadamente estacional
12	1982	12.81	24.98	35.22	21.13	27.28	8.45	0.00	0.00	23.70	14.22	14.86	22.80	35.22	72.47	Bajo	280.09	Moderado	2465.42	Alto	16.36	Estacional
13	1994	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.21	3.84	0.00	9.61	12.81	41.63	23.70	41.63	187.69	Alto	317.85	Alto	1329.54	Moderado	34.43	Fuertemente estacional
14	1995	5.76	29.97	21.77	25.36	11.91	14.99	8.97	35.61	46.11	0.00	15.37	40.99	46.11	99.35	Bajo	364.76	Alto	3081.78	Muy alto	17.04	Estacional
15	1996	9.99	22.54	24.98	23.70	18.57	30.23	0.00	36.25	31.51	29.72	28.82	20.62	36.25	56.94	Bajo	324.90	Alto	3323.09	Muy alto	14.08	Moderadamente estacional
16	1997	21.90	44.45	57.90	31.51	30.36	11.02	0.00	0.00	15.11	20.37	20.88	39.19	57.90	137.43	Moderado	428.79	Muy alto	3512.15	Muy alto	17.58	Estacional
17	1998	14.60	95.17	26.90	36.25	38.43	3.33	0.90	17.80	17.04	40.99	16.78	23.82	95.17	327.36	Muy alto	575.87	Muy alto	3984.02	Muy alto	20.81	Fuertemente estacional
18	1999	49.19	61.74	36.38	31.64	43.55	30.36	5.51	3.33	19.21	26.13	50.47	35.22	61.74	116.47	Moderado	496.67	Muy alto	4712.58	Muy alto	15.18	Estacional
19	2000	33.56	39.45	9.86	41.24	30.36	31.13	6.92	4.23	45.60	14.60	41.12	33.30	45.60	75.30	Bajo	417.51	Muy alto	3976.34	Muy alto	15.12	Estacional
20	2001	31.13	22.54	34.33	42.01	18.44	11.27	4.35	0.00	22.29	20.49	39.19	45.98	45.98	86.88	Bajo	389.29	Alto	3504.46	Muy alto	16.00	Estacional
21	2002	17.93	26.00	59.82	60.20	39.32	5.00	6.53	1.54	21.01	37.53	49.95	29.20	60.20	122.84	Moderado	508.91	Muy alto	4248.39	Muy alto	17.25	Estacional
22	2003	33.69	77.75	32.28	38.04	8.58	28.05	1.28	6.02	36.50	25.23	35.86	39.71	77.75	199.83	Alto	509.07	Muy alto	4355.99	Muy alto	16.83	Estacional
23	2004	32.79	20.49	39.45	21.26	49.44	0.64	21.90	1.02	23.95	73.01	67.25	21.39	73.01	171.67	Alto	557.58	Muy alto	4471.27	Muy alto	17.96	Estacional
24	2005	11.02	0.00	49.06	32.02	10.76	19.08	1.02	5.38	22.80	42.14	36.12	30.48	49.06	111.12	Moderado	396.77	Alto	3118.67	Muy alto	18.32	Estacional
25	2006	79.16	35.86	42.40	38.17	8.20	21.65	20.75	19.08	39.96	28.82	35.10	41.88	79.16	182.93	Alto	512.40	Muy alto	4932.38	Muy alto	14.96	Moderadamente estacional
26	2007	27.54	14.22	43.17	41.88	34.07	0.90	21.26	12.42	7.69	26.13	31.25	25.36	43.17	78.21	Bajo	365.51	Alto	3430.69	Muy alto	15.34	Estacional
27	2008	33.69	75.70	49.19	32.28	33.56	13.58	5.64	10.50	39.58	33.30	25.49	31.00	75.70	179.31	Alto	502.69	Muy alto	4601.91	Muy alto	15.73	Estacional
28	2009	0.00	43.81	62.76	48.80	46.75	17.16	3.46	1.02	21.39	27.67	30.74	42.65	62.76	136.53	Moderado	510.21	Muy alto	4154.63	Muy alto	17.68	Estacional
29	2010	27.67	66.48	60.33	69.42	36.76	18.96	17.80	9.22	13.83	56.36	20.11	30.87	69.42	135.19	Moderado	574.50	Muy alto	5133.73	Muy alto	16.11	Estacional
30	2011	21.77	23.18	33.56	29.72	20.11	0.90	17.42	10.25	35.74	40.22	19.08	29.97	40.22	68.85	Bajo	340.17	Alto	3383.04	Muy alto	14.48	Moderadamente estacional
31	2012	47.01	25.23	27.28	41.63	24.85	10.89	0.00	1.28	5.00	27.92	56.49	20.37	56.49	132.97	Moderado	436.40	Muy alto	3455.28	Muy alto	18.19	Estacional
32	2013	51.49	29.46	42.52	24.59	37.66	9.48	1.54	31.51	5.64	42.40	21.90	31.25	51.49	96.58	Bajo	426.95	Muy alto	3953.28	Muy alto	15.55	Estacional
33	2014	12.94	44.32	59.94	22.16	33.17	5.38	9.22	11.02	43.04	16.78	34.58	33.17	59.94	132.38	Moderado	441.43	Muy alto	3908.71	Muy alto	16.26	Estacional
34	2015	30.87	33.94	49.95	47.65	30.87	2.56	11.66	2.56	6.79	24.72	24.59	8.58	49.95	108.99	Moderado	406.56	Muy alto	3296.96	Muy alto	17.76	Estacional
35	2016	29.20	22.29	45.98	48.42	16.91	6.28	3.20	1.67	27.54	10.63	20.24	23.82	48.42	109.81	Moderado	374.51	Alto	3074.09	Muy alto	17.54	Estacional
36	2017	16.91	27.54	53.03	27.54	42.65	13.19	2.18	53.03	21.65	34.46	24.59	24.08	53.03	99.00	Bajo	431.82	Muy alto	4090.08	Muy alto	15.20	Estacional
37	2018	33.05	28.69	20.37	48.80	36.63	8.33	5.76	0.26	56.87	67.50	57.51	13.96	67.50	144.75	Moderado	554.35	Muy alto	4532.75	Muy alto	17.61	Estacional
38	2019	18.44	45.86	28.18	44.83	15.24	15.11	6.66	0.38	2.95	33.17	28.95	30.48	45.86	93.36	Bajo	383.12	Alto	3243.17	Muy alto	17.01	Estacional
39	2020	20.11	20.24	41.63	46.50	37.40	48.93	29.20	4.74	33.05	12.30	48.93	48.93	48.93	73.30	Bajo	471.75	Muy alto	4703.36	Muy alto	14.44	Moderadamente estacional
40	2021	29.97	56.36	35.99	45.73	33.30	27.54	4.48	28.82	11.14	66.61	30.87	26.51	66.61	133.98	Moderado	495.17	Muy alto	4767.91	Muy alto	14.96	Moderadamente estacional
	Máximo	79.16	95.17	62.76	69.42	49.44	48.93	46.11	53.03	79.41	73.01	67.25	48.93	95.17	327.36	Muy alto	575.87	Muy alto	5133.73	Muy alto	34.43	Fuertemente estacional

Parámetros ambientales	Índice	Categoría
índice de Fournier (IF)	327.36	Muy alto
índice Fournier modificado (IFM)	575.87	Muy alto
índice de Fournier-Maule modificado (IFMM)	5133.73	Muy alto
Índice de concentración de precipitación (ICP)	34.43	Fuertemente estacional



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
MONITOREO AMBIENTAL DE LAS MICROCUENCAS COLPAMAYO Y SAN MATEO UTILIZANDO ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLÓGICAS AUTOMÁTICAS CON
TECNOLOGÍA GSM/GPRS, CHOTA, 2022



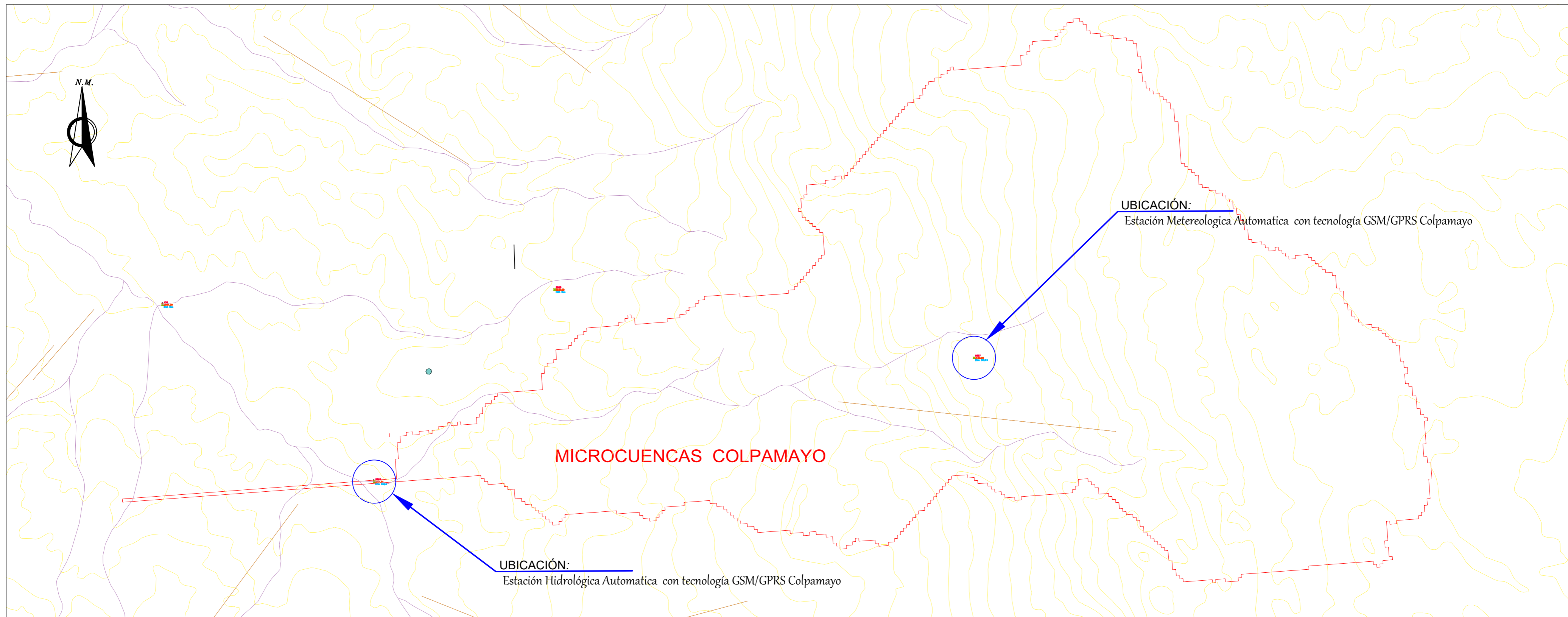
Parámetros Ambientales

PRECIPITACIONES - MICROCUENCA SAN MATEO															PARÁMETROS DE MONITOREO AMBIENTAL							
Nº REG	Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MAX	IF	índice de Fournier (IF)	IFM	índice Fournier modificado (IFM)	IFMM	índice de Fournier-Maule modificado (IFMM)	ICP	Índice de concentración de precipitación (ICP)
1	1971	49.81	29.17	25.70	12.80	21.43	11.91	15.48	7.44	10.52	35.33	25.20	20.04	49.81	112.43	Moderado	337.49	Alto	3178.13	Muy alto	15.29	Estacional
2	1972	16.47	17.76	21.63	27.78	19.15	10.42	3.97	4.96	25.30	10.52	24.81	8.53	27.78	48.42	Muy bajo	237.20	Moderado	2295.78	Alto	14.88	Moderadamente estacional
3	1973	15.88	17.07	11.61	24.41	30.07	15.58	35.72	23.12	36.32	24.01	19.25	24.51	36.32	57.03	Bajo	306.91	Alto	3330.55	Muy alto	13.27	Moderadamente estacional
4	1974	15.48	29.97	19.65	14.88	9.92	16.57	3.18	15.08	14.49	13.50	16.67	16.77	29.97	57.89	Bajo	213.18	Moderado	2233.86	Alto	13.74	Moderadamente estacional
5	1975	18.56	9.43	18.95	20.84	15.38	13.10	7.34	6.95	61.52	15.88	44.06	6.65	61.52	190.32	Alto	390.16	Alto	2863.77	Muy alto	19.62	Estacional
6	1976	36.22	26.79	40.68	13.89	9.72	34.23	2.98	5.95	2.48	27.78	20.84	22.33	40.68	81.43	Bajo	339.45	Alto	2926.88	Muy alto	16.70	Estacional
7	1977	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.53	3.37	6.75	3.27	33.74	27.49	22.82	33.74	128.89	Moderado	289.32	Moderado	1271.73	Moderado	32.76	Fuertemente estacional
8	1978	18.95	11.21	8.04	22.53	11.61	0.40	6.65	3.27	31.06	23.12	46.84	20.84	46.84	128.71	Moderado	315.32	Alto	2454.15	Alto	18.50	Estacional
9	1979	16.27	13.20	34.53	25.30	32.25	2.58	14.09	20.14	32.45	23.12	26.30	11.21	34.53	56.91	Bajo	301.97	Alto	3017.38	Muy alto	14.41	Moderadamente estacional
10	1980	14.69	11.51	14.79	11.91	12.11	5.95	0.00	0.00	29.97	0.00	17.07	23.82	29.97	76.00	Bajo	224.01	Moderado	1701.59	Moderado	18.96	Estacional
11	1981	15.88	33.94	34.73	23.82	17.17	19.75	9.13	10.92	0.40	21.83	22.82	22.23	34.73	62.23	Bajo	286.64	Moderado	2791.13	Alto	14.79	Moderadamente estacional
12	1982	9.92	19.35	27.29	16.37	21.14	6.55	0.00	0.00	18.36	11.01	11.51	17.66	27.29	56.14	Bajo	216.98	Moderado	1909.97	Alto	16.36	Estacional
13	1994	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.88	2.98	0.00	7.44	9.92	32.25	18.36	32.25	145.40	Moderado	246.24	Moderado	1030.00	Moderado	34.43	Fuertemente estacional
14	1995	4.47	23.22	16.87	19.65	9.23	11.61	6.95	27.59	35.72	0.00	11.91	31.75	35.72	76.97	Bajo	282.58	Moderado	2387.47	Alto	17.04	Estacional
15	1996	7.74	17.46	19.35	18.36	14.39	23.42	0.00	28.08	24.41	23.02	22.33	15.98	28.08	44.11	Muy bajo	251.70	Moderado	2574.42	Alto	14.08	Moderadamente estacional
16	1997	16.97	34.43	44.85	24.41	23.52	8.53	0.00	0.00	11.71	15.78	16.17	30.36	44.85	106.47	Moderado	332.18	Alto	2720.88	Alto	17.58	Estacional
17	1998	11.31	73.73	20.84	28.08	29.77	2.58	0.69	13.79	13.20	31.75	13.00	18.46	73.73	253.61	Muy alto	446.13	Muy alto	3086.44	Muy alto	20.81	Fuertemente estacional
18	1999	38.10	47.83	28.18	24.51	33.74	23.52	4.27	2.58	14.88	20.24	39.10	27.29	47.83	90.23	Bajo	384.77	Alto	3650.86	Muy alto	15.18	Estacional
19	2000	26.00	30.56	7.64	31.95	23.52	24.11	5.36	3.27	35.33	11.31	31.85	25.80	35.33	58.33	Bajo	323.45	Alto	3080.49	Muy alto	15.12	Estacional
20	2001	24.11	17.46	26.59	32.55	14.29	8.73	3.37	0.00	17.27	15.88	30.36	35.62	35.62	67.31	Bajo	301.59	Alto	2714.93	Alto	16.00	Estacional
21	2002	13.89	20.14	46.34	46.64	30.46	3.87	5.06	1.19	16.27	29.07	38.70	22.62	46.64	95.17	Bajo	394.25	Alto	3291.25	Muy alto	17.25	Estacional
22	2003	26.10	60.23	25.01	29.47	6.65	21.73	0.99	4.66	28.28	19.55	27.78	30.76	60.23	154.81	Alto	394.38	Alto	3374.61	Muy alto	16.83	Estacional
23	2004	25.40	15.88	30.56	16.47	38.30	0.50	16.97	0.79	18.56	56.56	52.10	16.57	56.56	132.99	Moderado	431.96	Muy alto	3463.91	Muy alto	17.96	Estacional
24	2005	8.53	0.00	38.00	24.81	8.34	14.79	0.79	4.17	17.66	32.65	27.98	23.62	38.00	86.09	Bajo	307.38	Alto	2416.05	Alto	18.32	Estacional
25	2006	61.32	27.78	32.85	29.57	6.35	16.77	16.08	14.79	30.96	22.33	27.19	32.45	61.32	141.72	Moderado	396.96	Alto	3821.14	Muy alto	14.96	Moderadamente estacional
26	2007	21.33	11.01	33.44	32.45	26.40	0.69	16.47	9.63	5.95	20.24	24.21	19.65	33.44	60.59	Bajo	283.16	Moderado	2657.77	Alto	15.34	Estacional
27	2008	26.10	58.64	38.10	25.01	26.00	10.52	4.37	8.14	30.66	25.80	19.75	24.01	58.64	138.91	Moderado	389.44	Alto	3565.13	Muy alto	15.73	Estacional
28	2009	0.00	33.94	48.62	37.81	36.22	13.30	2.68	0.79	16.57	21.43	23.82	33.04	48.62	105.77	Moderado	395.26	Alto	3218.62	Muy alto	17.68	Estacional
29	2010	21.43	51.50	46.74	53.78	28.48	14.69	13.79	7.14	10.72	43.66	15.58	23.91	53.78	104.73	Moderado	445.07	Muy alto	3977.13	Muy alto	16.11	Estacional
30	2011	16.87	17.96	26.00	23.02	15.58	0.69	13.50	7.94	27.69	31.16	14.79	23.22	31.16	53.34	Bajo	263.53	Moderado	2620.86	Alto	14.48	Moderadamente estacional
31	2012	36.42	19.55	21.14	32.25	19.25	8.43	0.00	0.99	3.87	21.63	43.76	15.78	43.76	103.02	Moderado	338.08	Alto	2676.82	Alto	18.19	Estacional
32	2013	39.89	22.82	32.94	19.05	29.17	7.34	1.19	24.41	4.37	32.85	16.97	24.21	39.89	74.82	Bajo	330.76	Alto	3062.63	Muy alto	15.55	Estacional
33	2014	10.02	34.33	46.44	17.17	25.70	4.17	7.14	8.53	33.34	13.00	26.79	25.70	46.44	102.56	Moderado	341.98	Alto	3028.09	Muy alto	16.26	Estacional
34	2015	23.91	26.30	38.70	36.91	23.91	1.98	9.03	1.98	5.26	19.15	19.05	6.65	38.70	84.44	Bajo	314.96	Alto	2554.17	Alto	17.76	Estacional
35	2016	22.62	17.27	35.62	37.51	13.10	4.86	2.48	1.29	21.33	8.24	15.68	18.46	37.51	85.07	Bajo	290.14	Moderado	2381.51	Alto	17.54	Estacional
36	2017	13.10	21.33	41.08	21.33	33.04	10.22	1.69	41.08	16.77	26.69	19.05	18.66	41.08	76.70	Bajo	334.53	Alto	3168.60	Muy alto	15.20	Estacional
37	2018	25.60	22.23	15.78	37.81	28.38	6.45	4.47	0.20	44.06	52.29	44.55	10.82	52.29	112.14	Moderado	429.46	Muy alto	3511.54	Muy alto	17.61	Estacional
38	2019	14.29	35.52	21.83	34.73	11.81	11.71	5.16	0.30	2.28	25.70	22.43	23.62	35.52	72.33	Bajo	296.80	Moderado	2512.50	Alto	17.01	Estacional
39	2020	15.58	15.68	32.25	36.02	28.98	37.91	22.62	3.67	25.60	9.53	37.91	37.91	37.91	56.78	Bajo	365.47	Alto	3643.72	Muy alto	14.44	Moderadamente estacional
40	2021	23.22	43.66	27.88	35.43	25.80	21.33	3.47	22.33	8.63	51.60	23.91	20.54	51.60	103.80	Moderado	383.61	Alto	3693.73	Muy alto	14.96	Moderadamente estacional
Máximo		61.32	73.73	48.62	53.78	38.30	37.91	35.72	41.08	61.52	56.56	52.10	37.91	73.73	253.61	Muy alto	446.13	Muy alto	3977.13	Muy alto	34.43	Fuertemente estacional

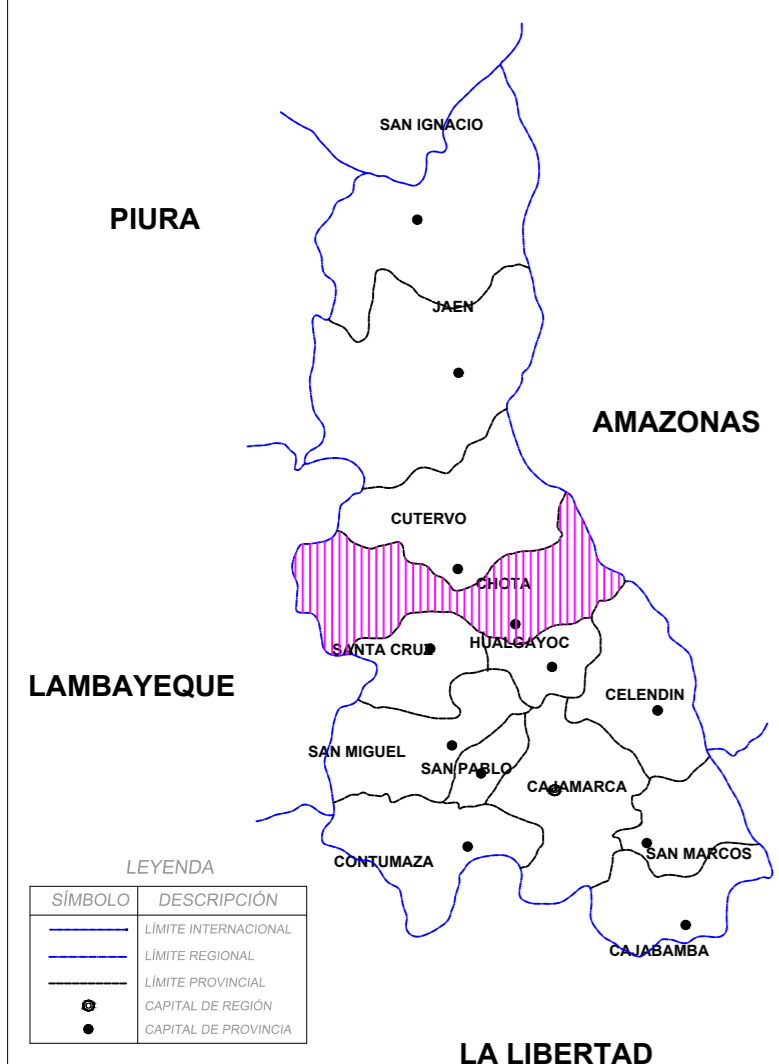
Parámetros ambientales	Índice	Categoría
índice de Fournier (IF)	253.61	Muy alto
índice Fournier modificado (IFM)	446.13	Muy alto
índice de Fournier-Maule modificado (IFMM)	3977.13	Muy alto
Índice de concentración de precipitación (ICP)	34.43	Fuertemente estacional

Anexo E. Planos

Anexo E.1. Planos de las microcuencas



ECUADOR
MAPA REGIONAL DE CAJAMARCA



MAPA POLÍTICO DEL PERÚ



Escala: S/E
COORDENADAS UTM DATUM WGS84 17S

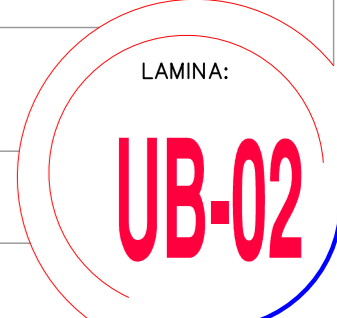
FUENTE.	
HOJAS CARTA NACIONAL IGN	CARTA 1/100000 HOJAS INGEMET
ESCALA 1/100000	- S.I.G. -
CUADRÍCULAS 15e, 15f	
16e, 16f, 16g	

NORTE	ESTE	ALTURA	ESTACION
9274429.03	765333.25	3132.00	EMA
9273281.67	759773.15	2171.50	EHA

GEOPLANOS	
TIPO DE DOCUMENTO	DPTO. CAJAMARCA
MAPA	PROV. CHOTA
ESCALA:	S/E
FECHA:	FEBRERO DEL 2017

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

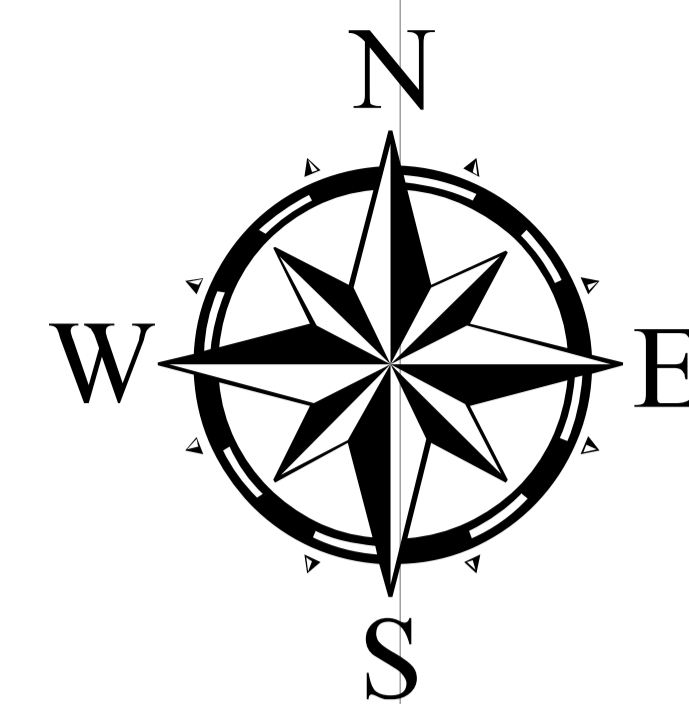
PROYECTO: "MONITOREO AMBIENTAL DE LAS MICROCUENCAS COLPAMAYO Y SAN MATEO UTILIZANDO ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLÓGICAS AUTOMÁTICAS CON TECNOLOGÍA GSM/GPRS"	
PLANO: UBICACION MICROCUENCA COLPAMAYO	DISTRITO : CHOTA PROVINCIA : CHOTA REGION : CAJAMARCA
TESISTAS: REGALADO SAUCEDO GILMER RAMIRO SAUCEDO LINARES CRISTIAN YOMAR	ESCALA: INDICADA
ASESOR: ING.DR. ORBEGOSO NAVARRO LUIS	FECHA: ENERO 2023



760000

764000

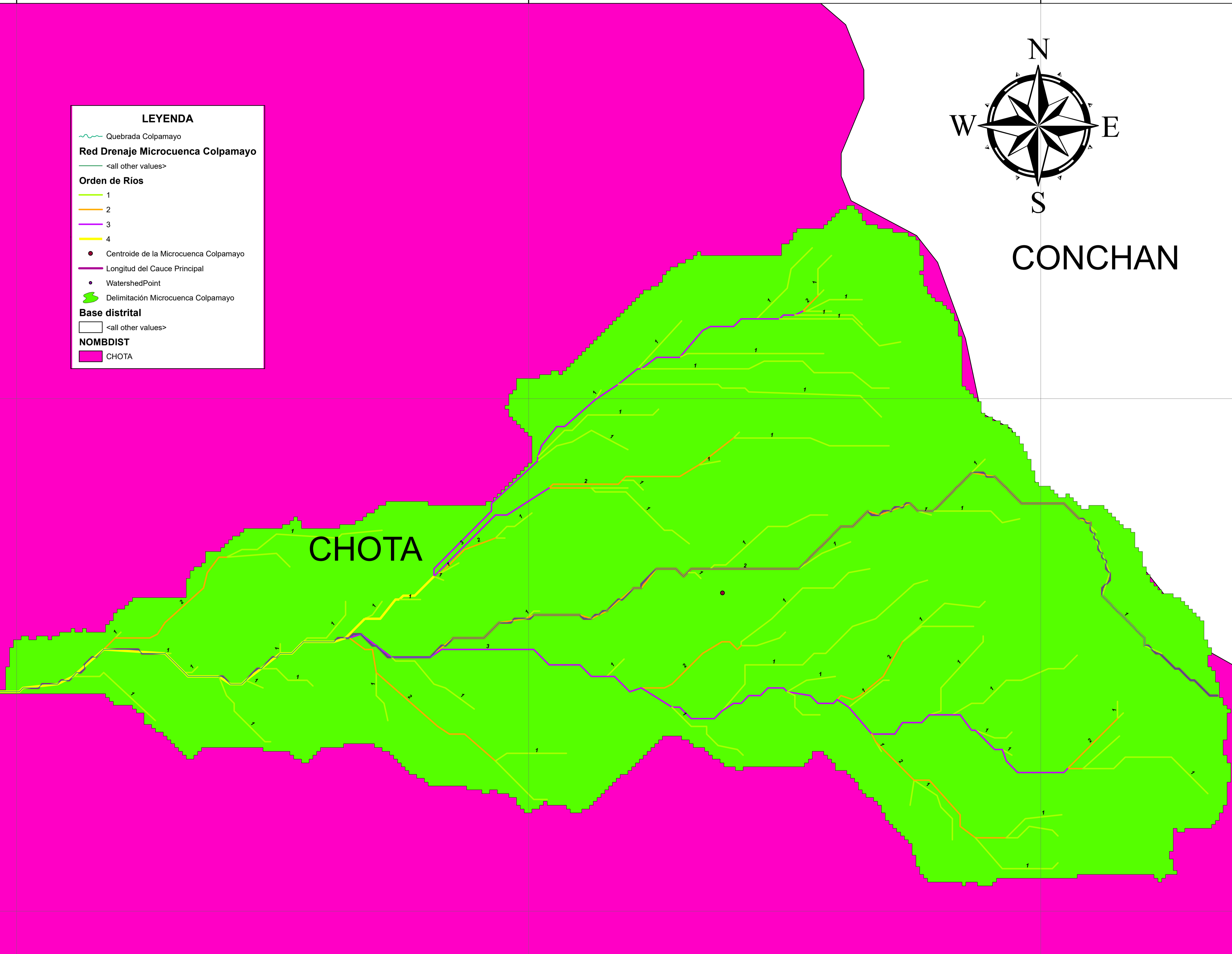
768000



CONCHAN

LEYENDA

- Quebrada Colpamayo
- Red Drenaje Microcuenca Colpamayo**
- <all other values>
- Orden de Ríos**
- 1
- 2
- 3
- 4
- Centroide de la Microcuenca Colpamayo
- Longitud del Cauze Principal
- WatershedPoint
- Delimitación Microcuenca Colpamayo
- Base distrital**
- <all other values>
- NOMBDIST**
- CHOTA



CHOTA



9276000

9276000

9272000

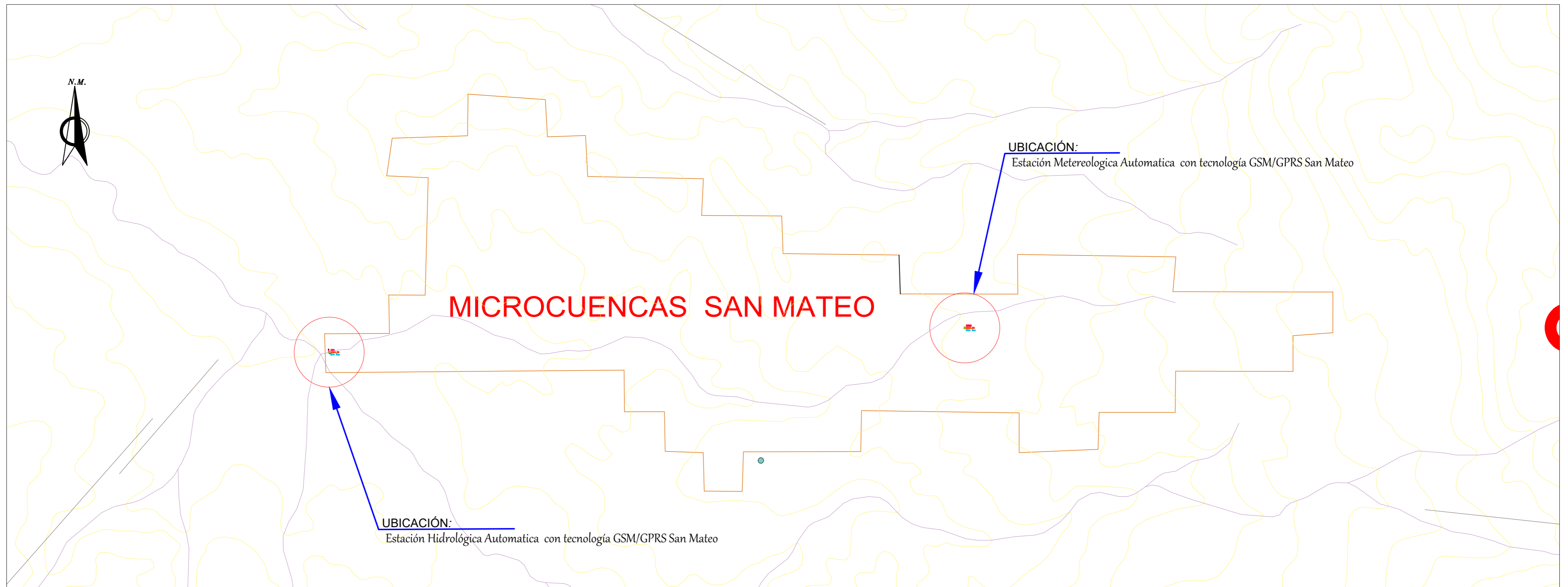
9272000

760000

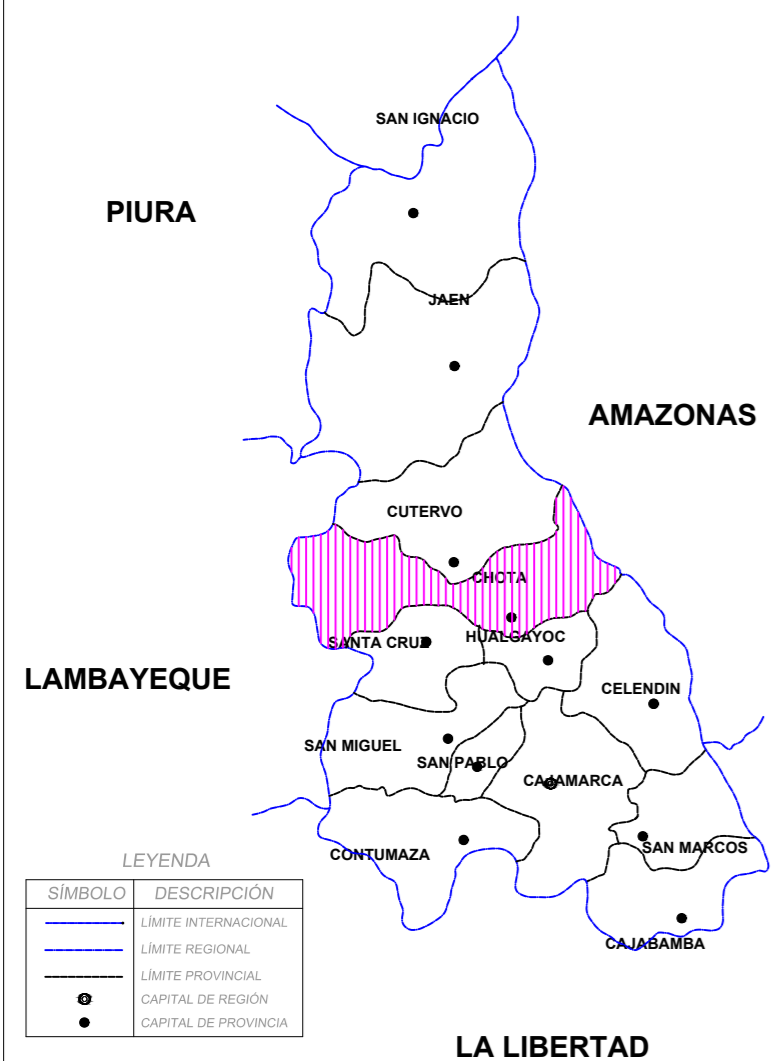
764000

768000

NOMBRE DEL PROYECTO:	UBICACIÓN	TESISTAS	PLANO:	SISTEMA DE COORDENADAS	ESCALA
DELIMITACIÓN DE LA MICROCUENCA COLPAMAYO	DISTRITO: CHOTA	SAUCEDO LINARES CRISTIAN YOMAR	PLANO DE UBICACIÓN	PROYECCIÓN: UTM	1/20000
	PROVINCIA: CHOTA	REGALADO SAUCEDO GILMER RAMIRO		ZONA: 17Sur	FECHA: 23 - 01 - 2023
	REGIÓN: CAJAMARCA			COORDENADAS: UTM-84	ENERO - 2023



ECUADOR
MAPA REGIONAL DE CAJAMARCA



MAPA POLÍTICO DEL PERÚ



Escala: S/E
COORDENADAS UTM DATUM WGS84 17S

FUENTE.

HOJAS CARTA NACIONAL IGN CARTA 1/100000 HOJAS INGEMET
ESCALA 1/100000 - S.I.G. -
CUADRÍCULAS 15e, 15f
16e, 16f, 16g

GEOPLANOS

TIPO DE DOCUMENTO	DPTO. CAJAMARCA
MAPA	PROV. CHOTA
ESCALA:	S/E
FECHA:	FEBRERO DEL 2017

NORTE	ESTE	ALTURA	ESTACION
9274922.12	757811.49	2564.39	EHA
9275061.00	761445.00	2531.00	EMA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

PROYECTO: "MONITOREO AMBIENTAL DE LAS MICROCUENCAS COLPAMAYO Y SAN MATEO UTILIZANDO ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLÓGICAS AUTOMÁTICAS CON TECNOLOGÍA GSM/GPRS"

PLANO: UBICACION MICROCUENCA SAN MATEO	DISTRITO : CHOTA PROVINCIA : CHOTA REGION : CAJAMARCA
TESISTAS: REGALADO SAUCEDO GILMER RAMIRO SAUCEDO LINARES CRISTIAN YOMAR	ESCALA: INDICADA
ASESOR: ING.DR. ORBEGOSO NAVARRO LUIS	FECHA: ENERO 2023

LAMINA:
UB-02

758000

760000

762000

9276000

9276000

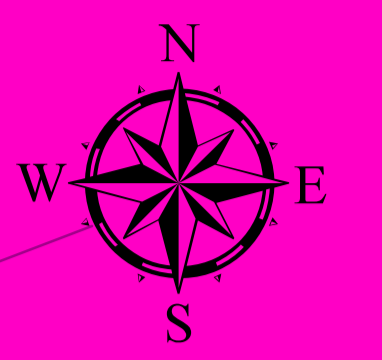
9274000

9274000

758000

760000

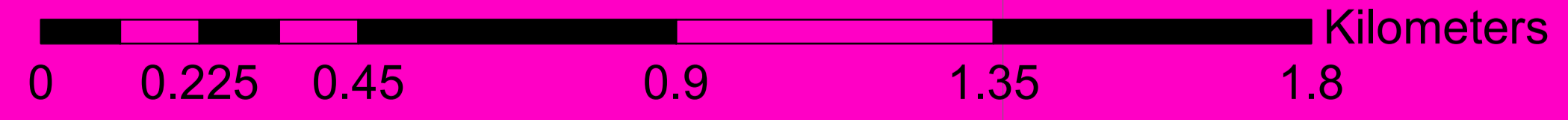
762000



- Legend**
- Longitud_inter
 - red drenaje_Cuenca
 - <all other values>
 - grid_code
 - 1
 - 2
 - LongestFlowPath
 - WatershedPoint
 - Watershed
 - 14F-rios
 - Base distrital

CHOTA

MICROCUENCA SAN MATEO



NOMBRE DEL PROYECTO:	UBICACIÓN	TESISTAS	PLANO:	SISTEMA DE COORDENADAS	ESCALA
DELIMITACIÓN DE LA MICROCUENCA SAN MATEO	DISTRITO: CHOTA	SAUCEDO LINARES CRISTIAN YOMAR	PLANO DE UBICACIÓN	PROYECCIÓN: UTM	1/10000
	PROVINCIA: CHOTA	REGALADO SAUCEDO GILMER RAMIRO		ZONA: 17 Sur	FECHA: 23 - 01 - 2023
	REGIÓN: CAJAMARCA			COORDENADAS: UTM-84	ENERO - 2023

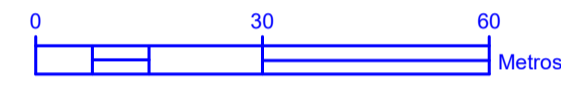
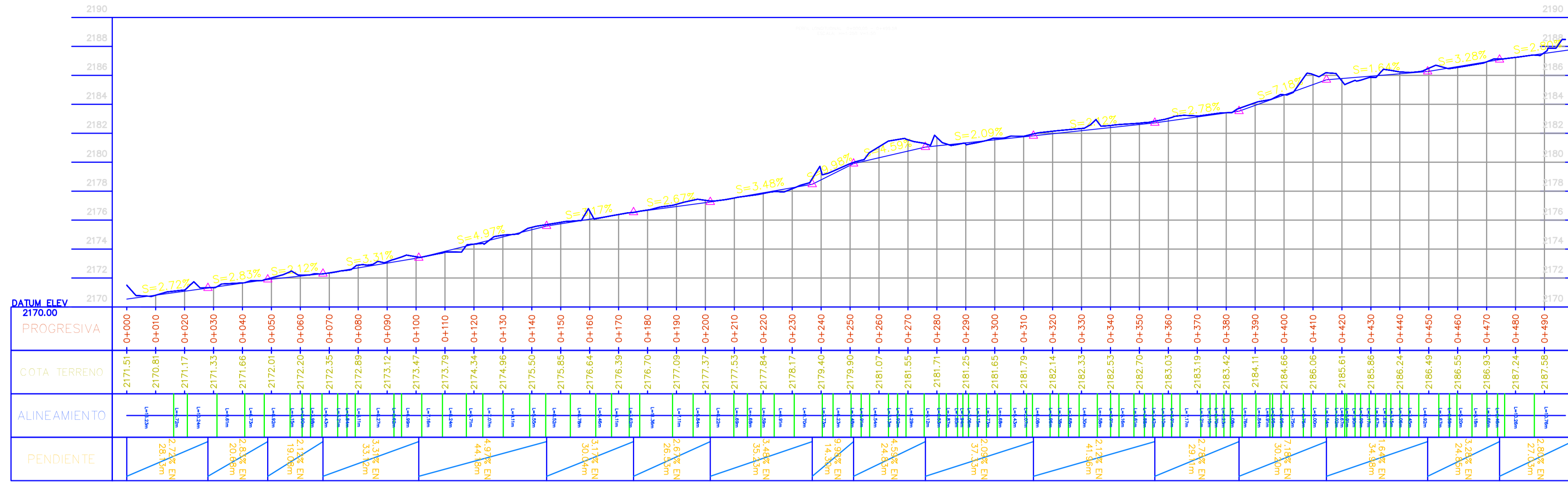
PINGOMAYO

POTRERA

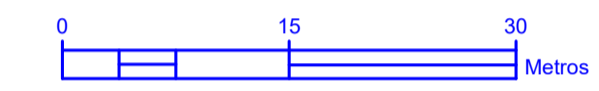
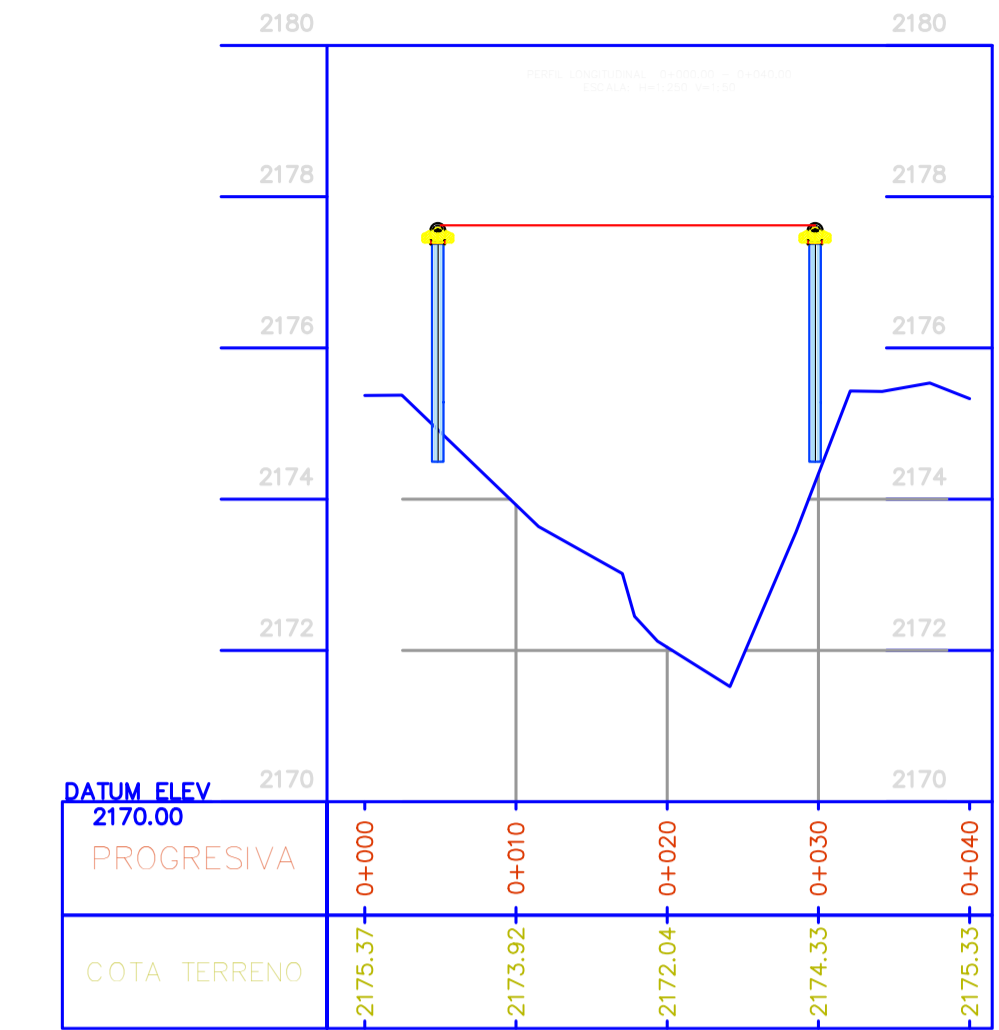
LOPEZ MAYO

Anexo E.2. Planos de las estaciones

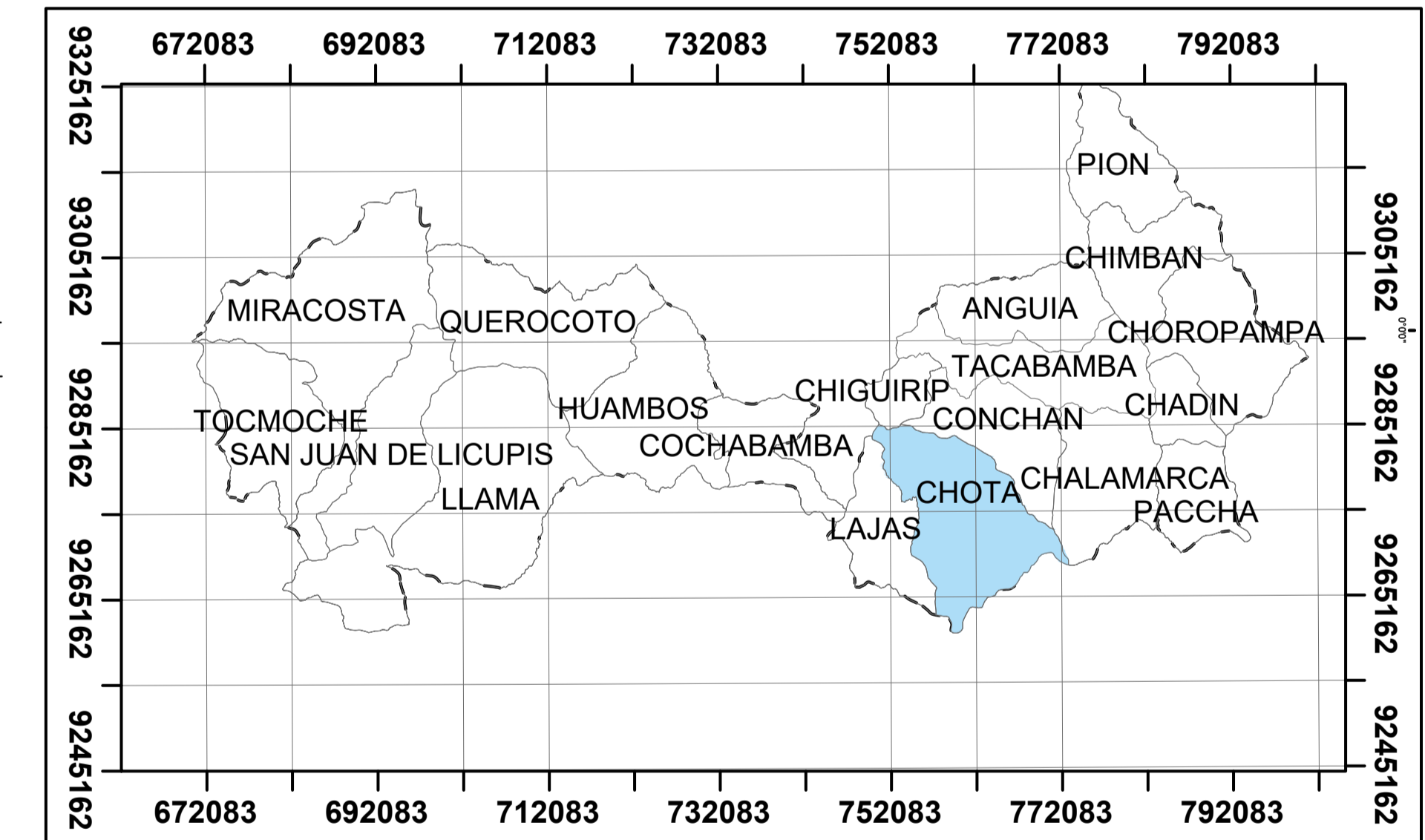
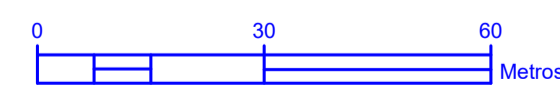
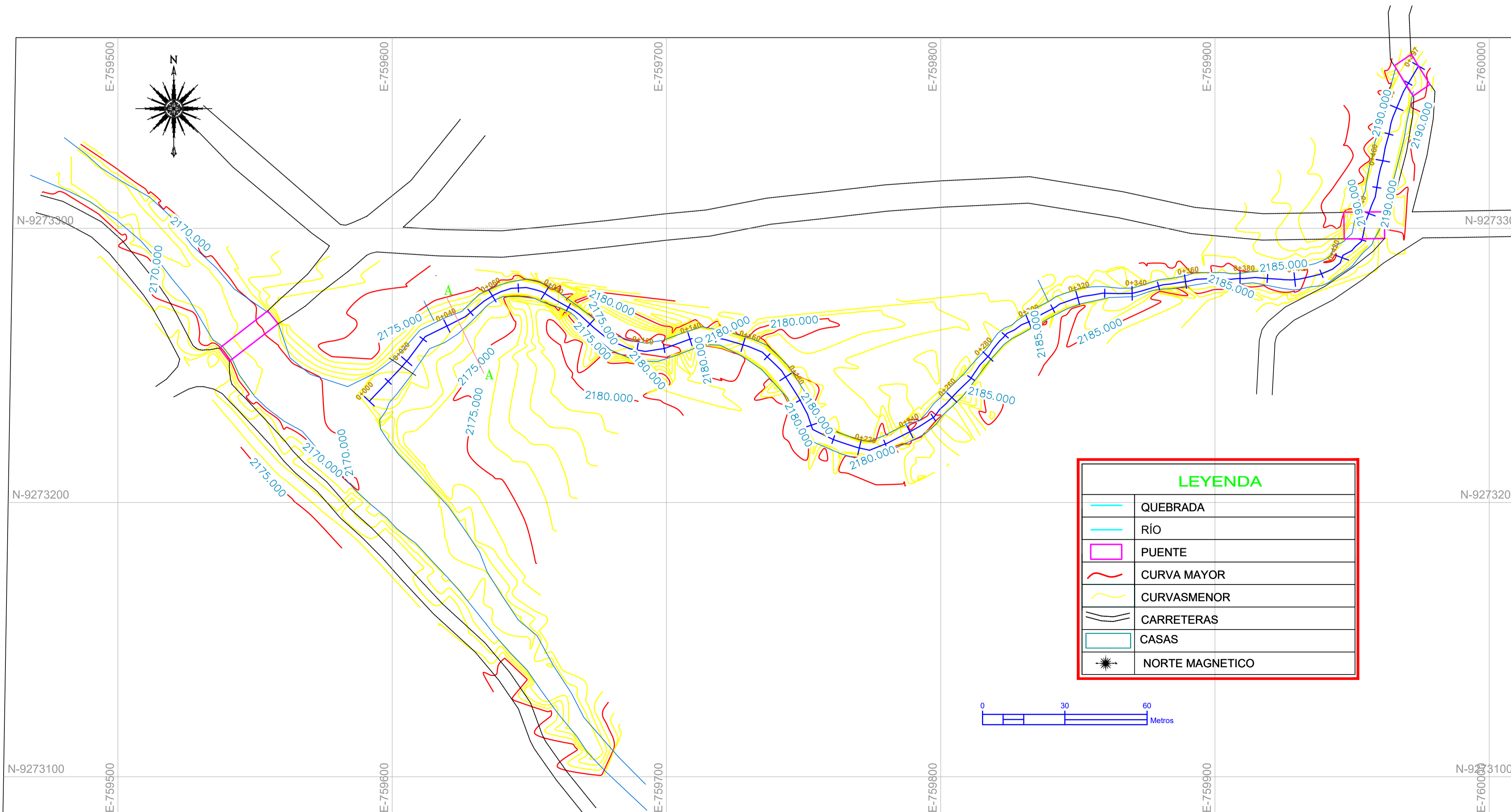
VISTA DE PERFIL DE LA QUEBRADA COLPAMAYO



SECCIÓN DE AFORO A-A



VISTA DE PLANTA DE LA QUEBRADA COLPAMAYO



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

PROYECTO: "MONITOREO AMBIENTAL DE LAS MICROCUENCAS COLPAMAYO Y SAN MATEO UTILIZANDO ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLÓGICAS AUTOMÁTICAS CON TECNOLOGÍA GSM/GPRS"

PLANO: TOPOGRÁFICO
QUEBRADA COLPAMAYO

TESISTAS: RECALADO SAUCEDO GILMER RAMIRO
SAUCEDO LINARES CRISTIAN YOMAR

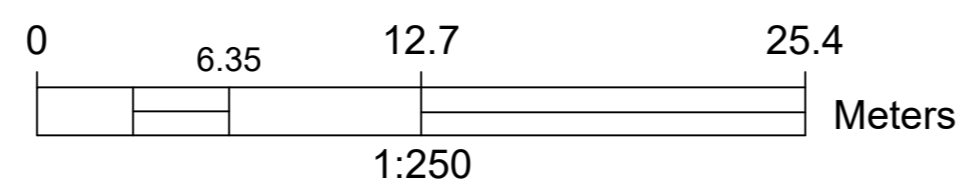
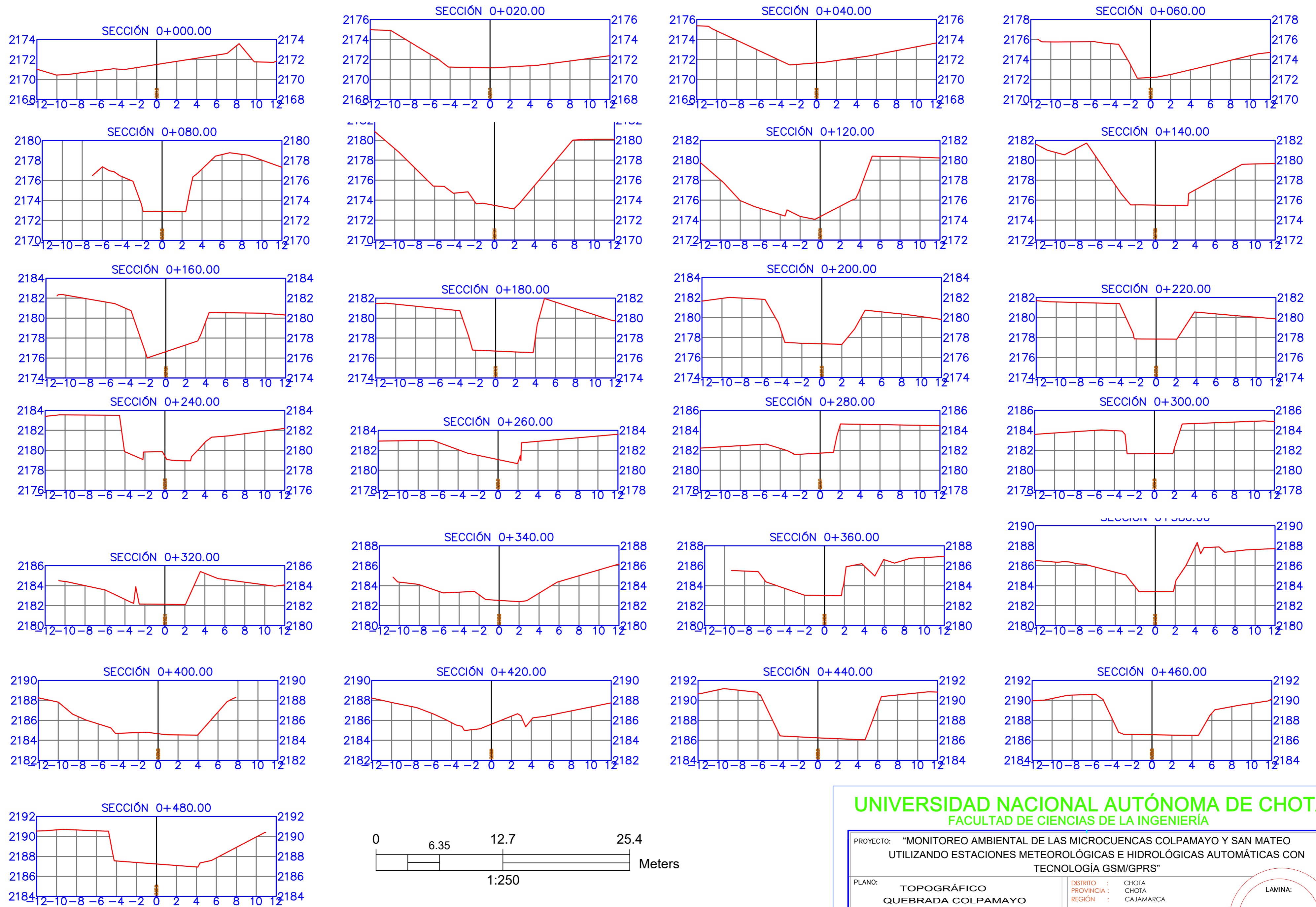
ASESOR: ING.DR. ORBEGOSO NAVARRO LUIS

DISTRITO : CHOTA
PROVINCIA : CHOTA
REGION : CAJAMARCA

ESCALA: INDICADA

FECHA: 2023

LAMINA: T-01



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

PROYECTO: "MONITOREO AMBIENTAL DE LAS MICROCUENCAS COLPAMAYO Y SAN MATEO UTILIZANDO ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLÓGICAS AUTOMÁTICAS CON TECNOLOGÍA GSM/GPRS"

PLANO: **TOPOGRÁFICO**
QUEBRADA COLPAMAYO

TESISTAS:
 REGALADO SAUCEDO GILMER RAMIRO
 SAUCEDO LINARES CRISTIAN YOMAR

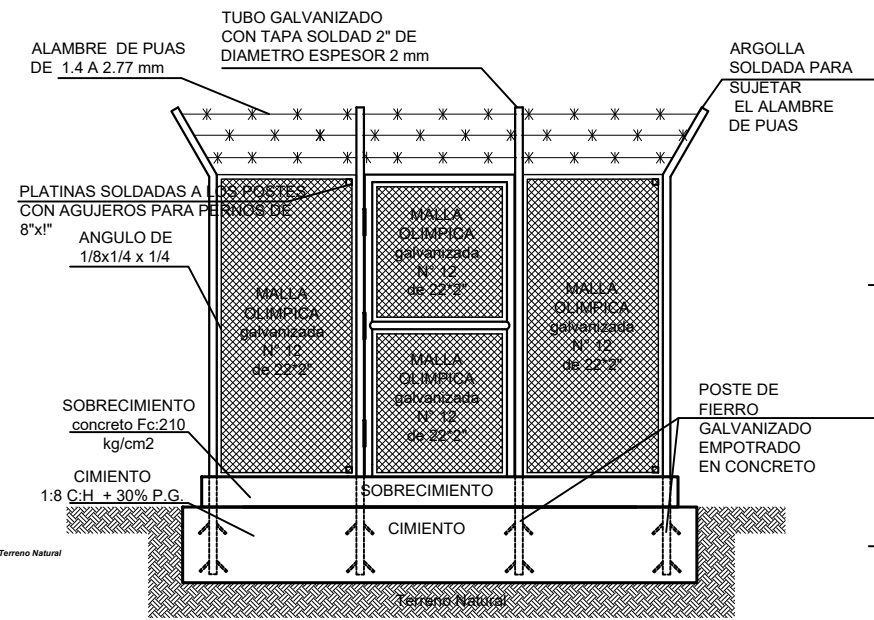
ASESOR:
 ING.DR. ORBEGOSO NAVARRO LUIS

DISTRITO : CHOTA
 PROVINCIA : CHOTA
 REGIÓN : CAJAMARCA

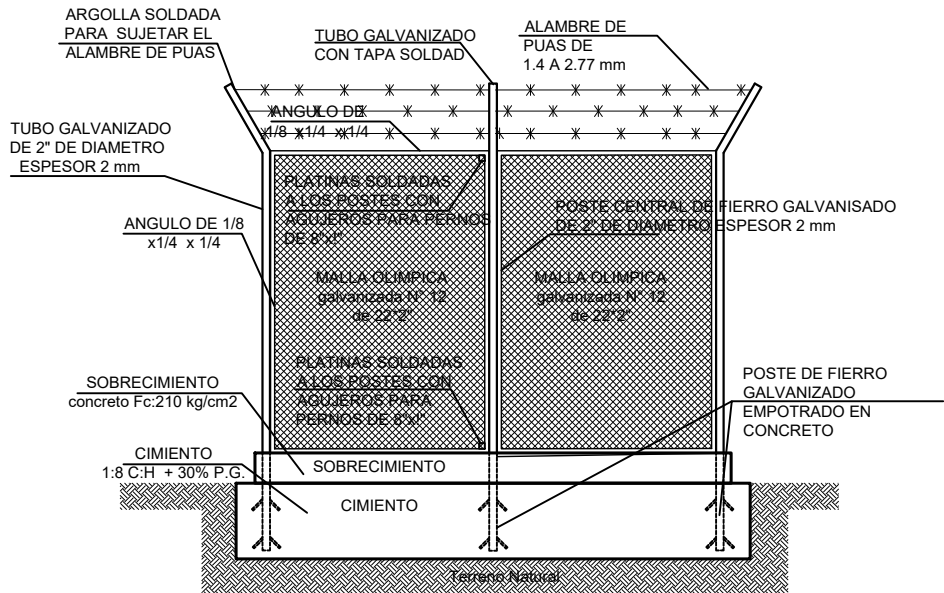
ESCALA:
 1: 750

FECHA:
 ENERO 2023

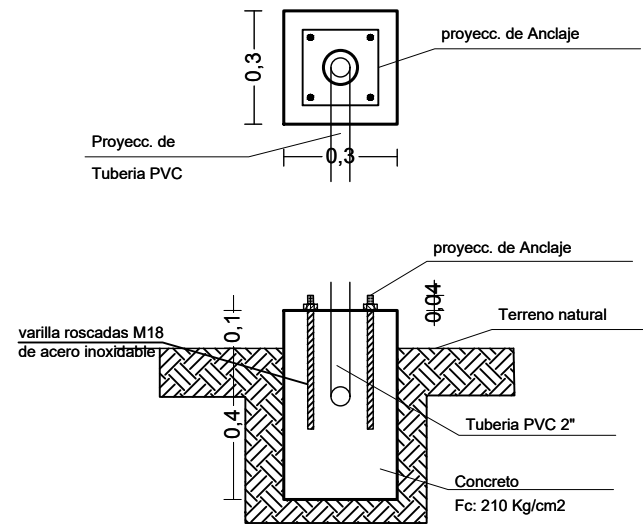
LAMINA:
T-02



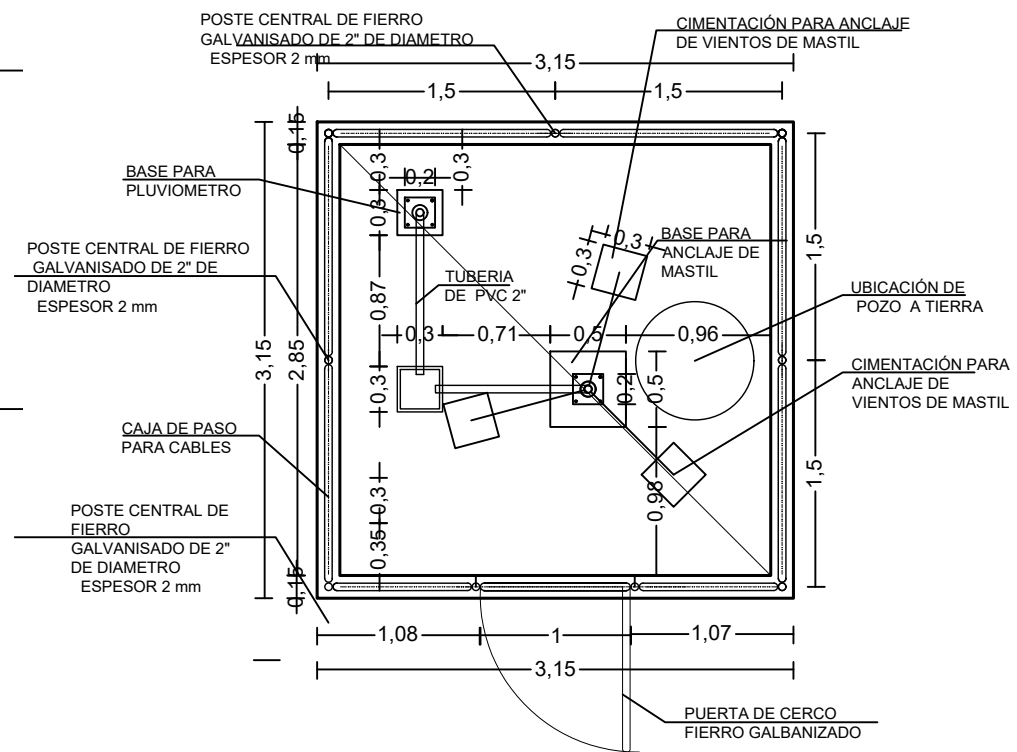
CERCO PERIMETRICO
ESC:1/50



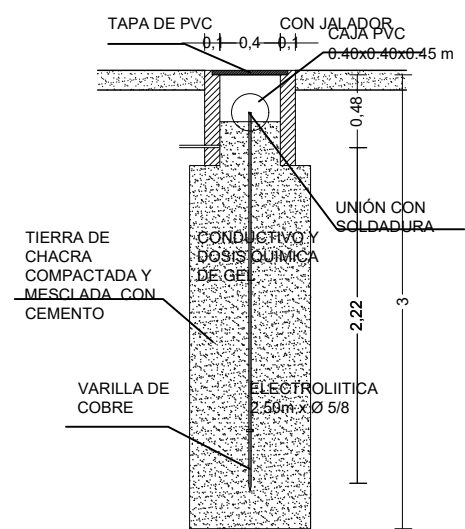
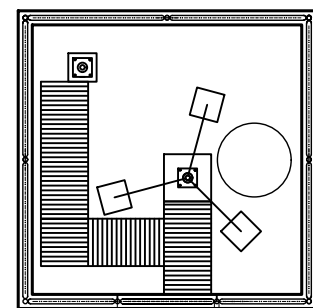
CERCO PERIMETRICO
ESC:1/50



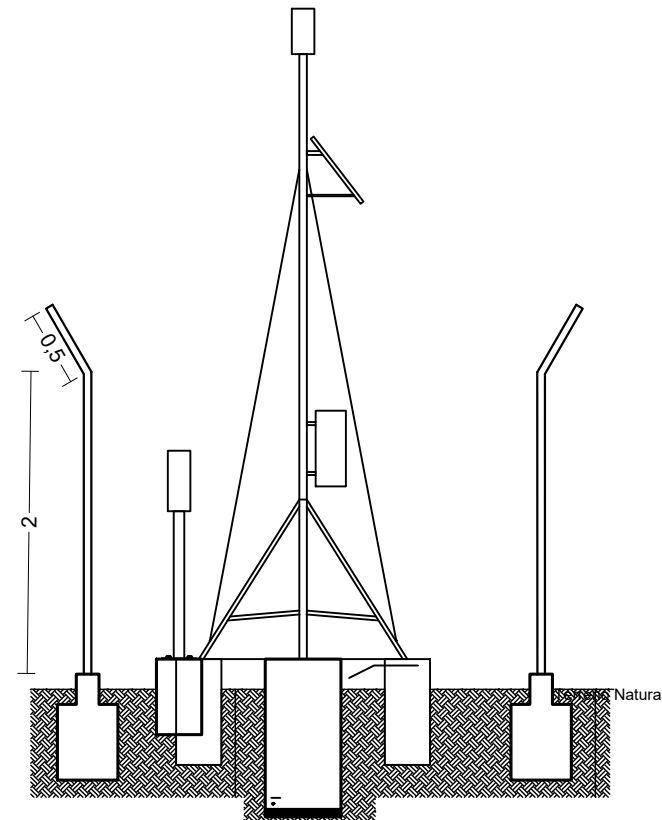
DETALLE DE CIMENTACION DE PLUVIOMETRO
ESC:1/20



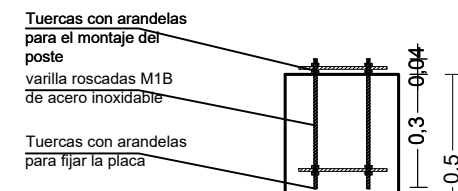
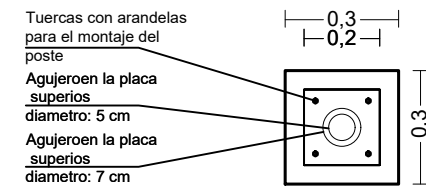
DETALLE EN PLANTA
ESC:1/50



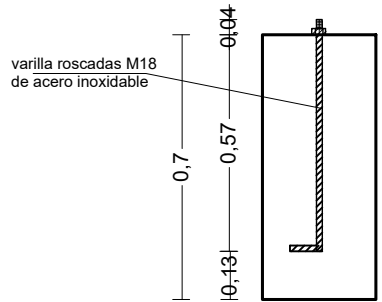
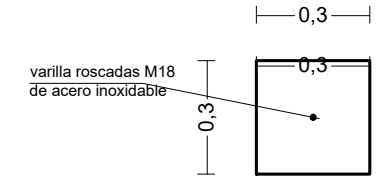
DETALLE POZO TIERRA VERTICAL
ESC:1/50



ANCLAJE DEL PLUVIOMETRO



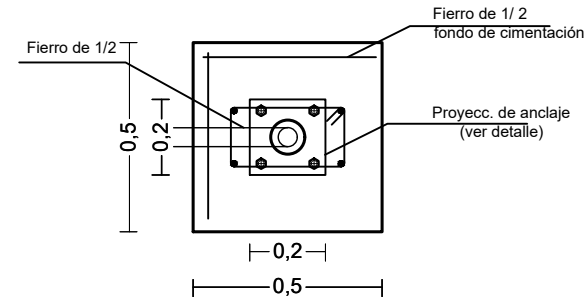
ESC:1/20



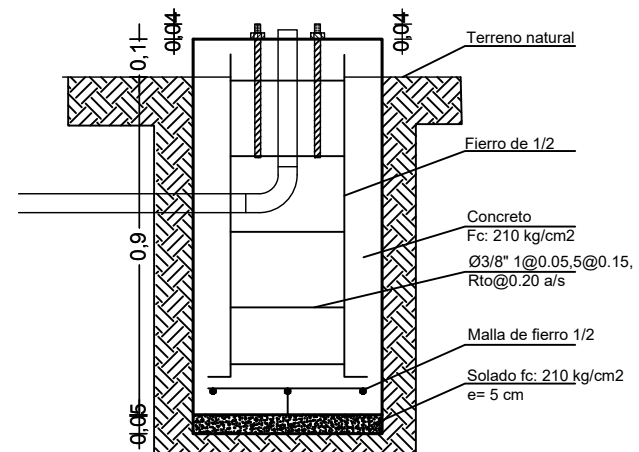
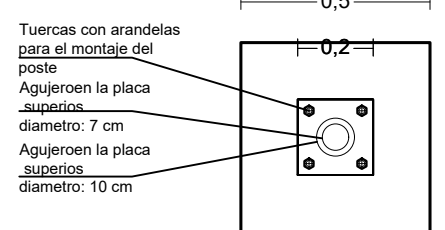
CIMENTACION PARA ANCLAJE DE VIENTOS DE MASTIL

ESC:1/20

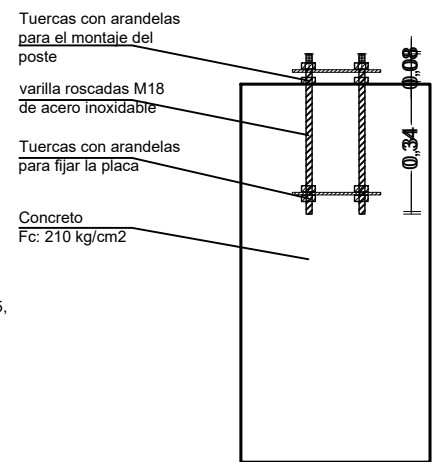
DETALLE DE CIMENTACION DE MASTIL METALICO



ANCLAJE DE MASTIL



ESC:1/20

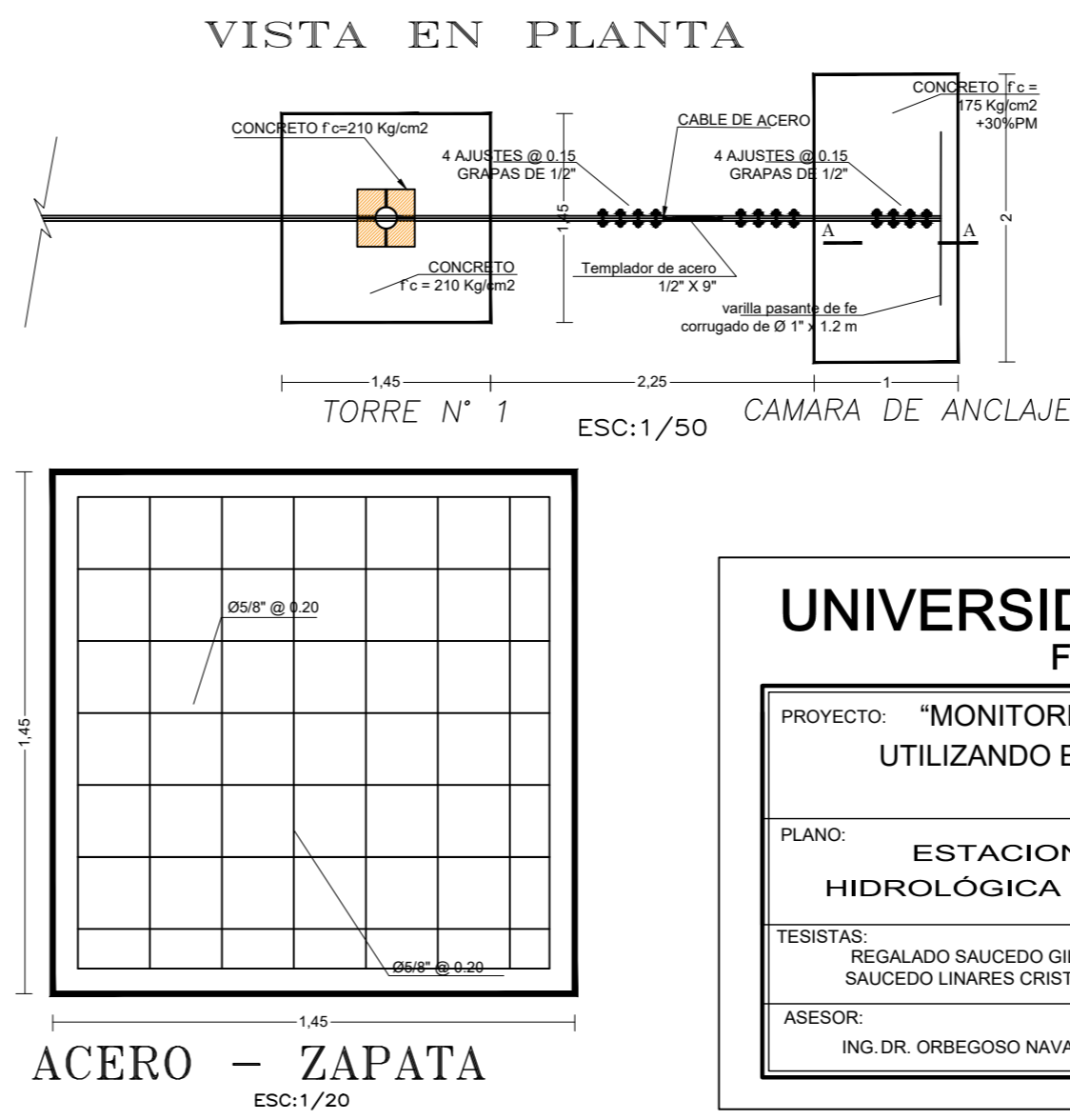
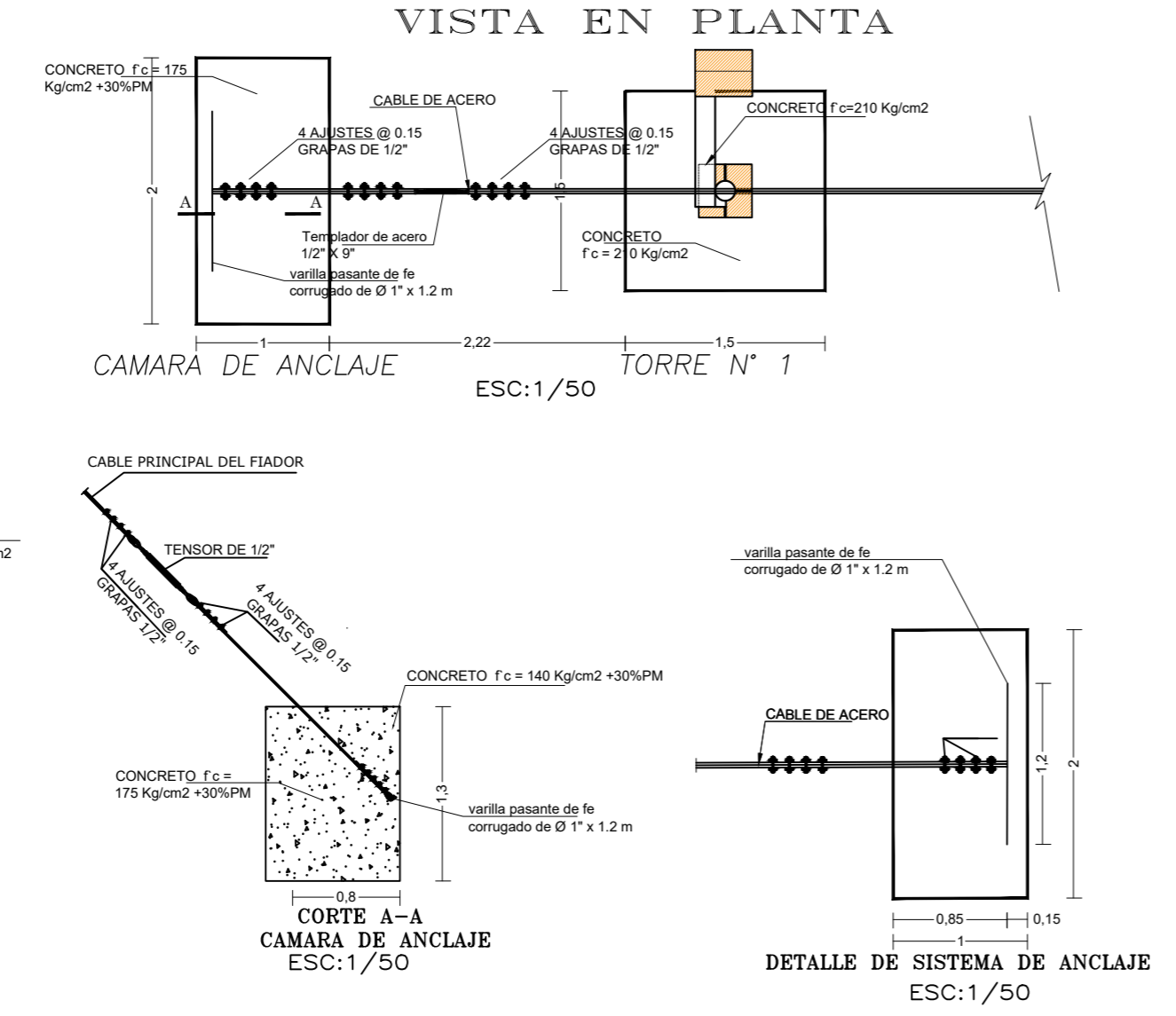
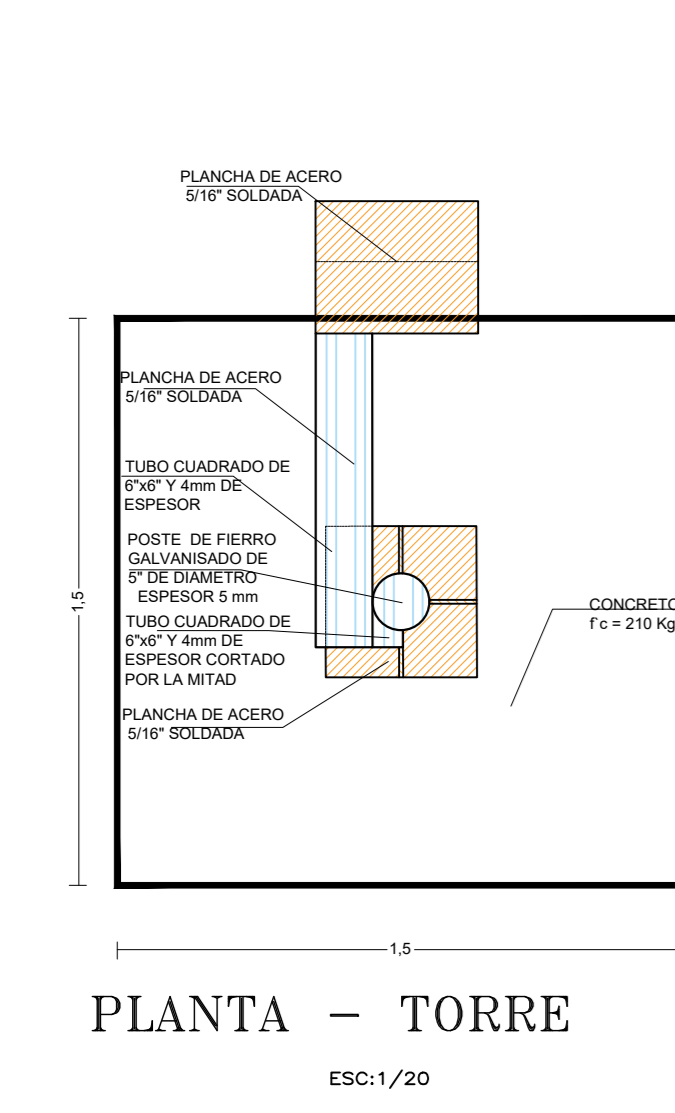
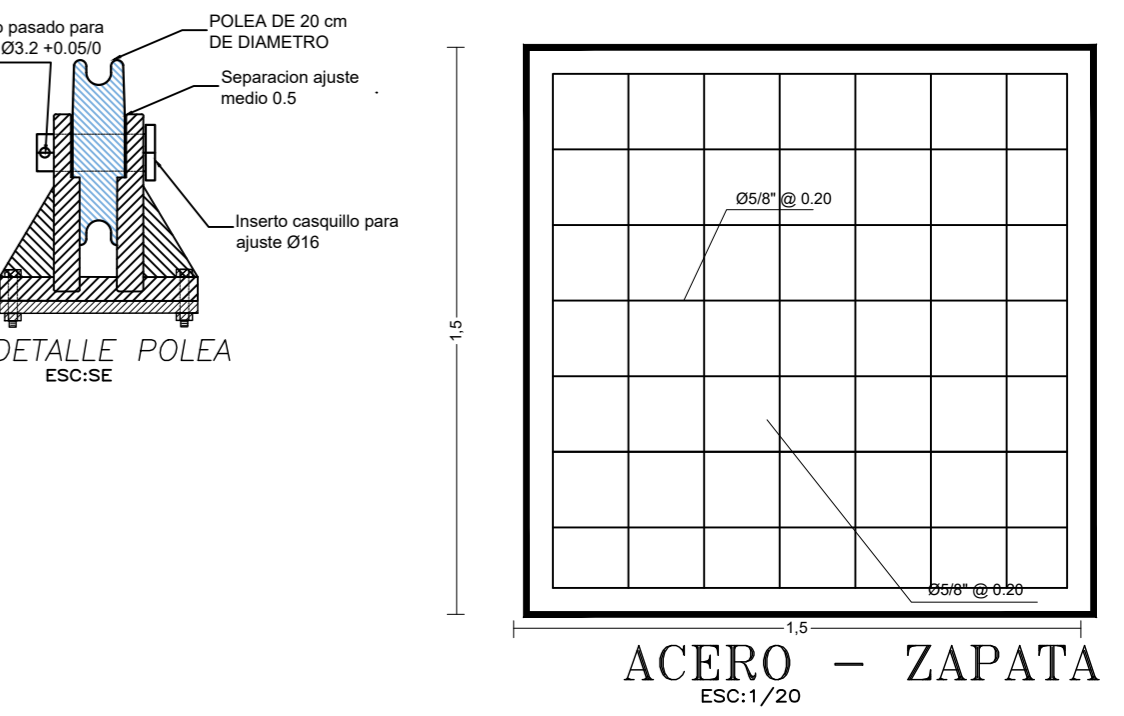
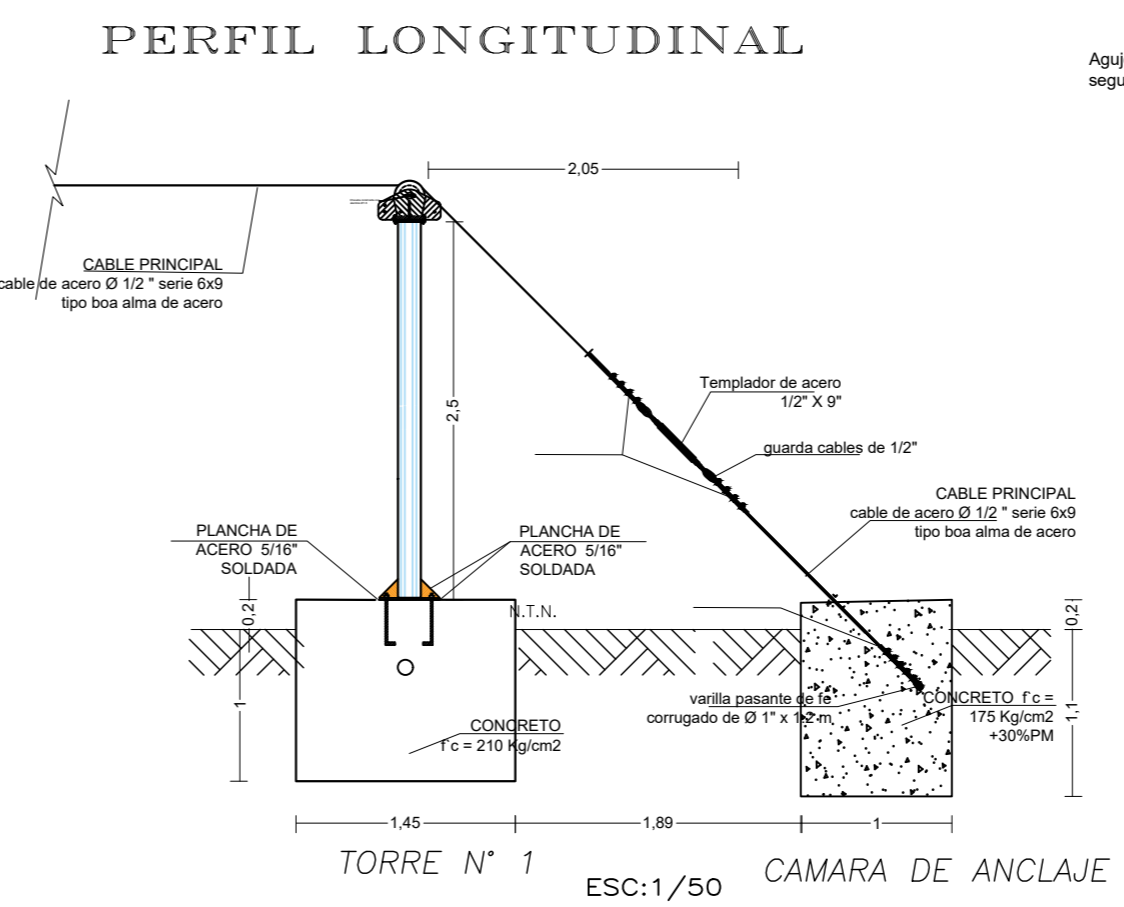
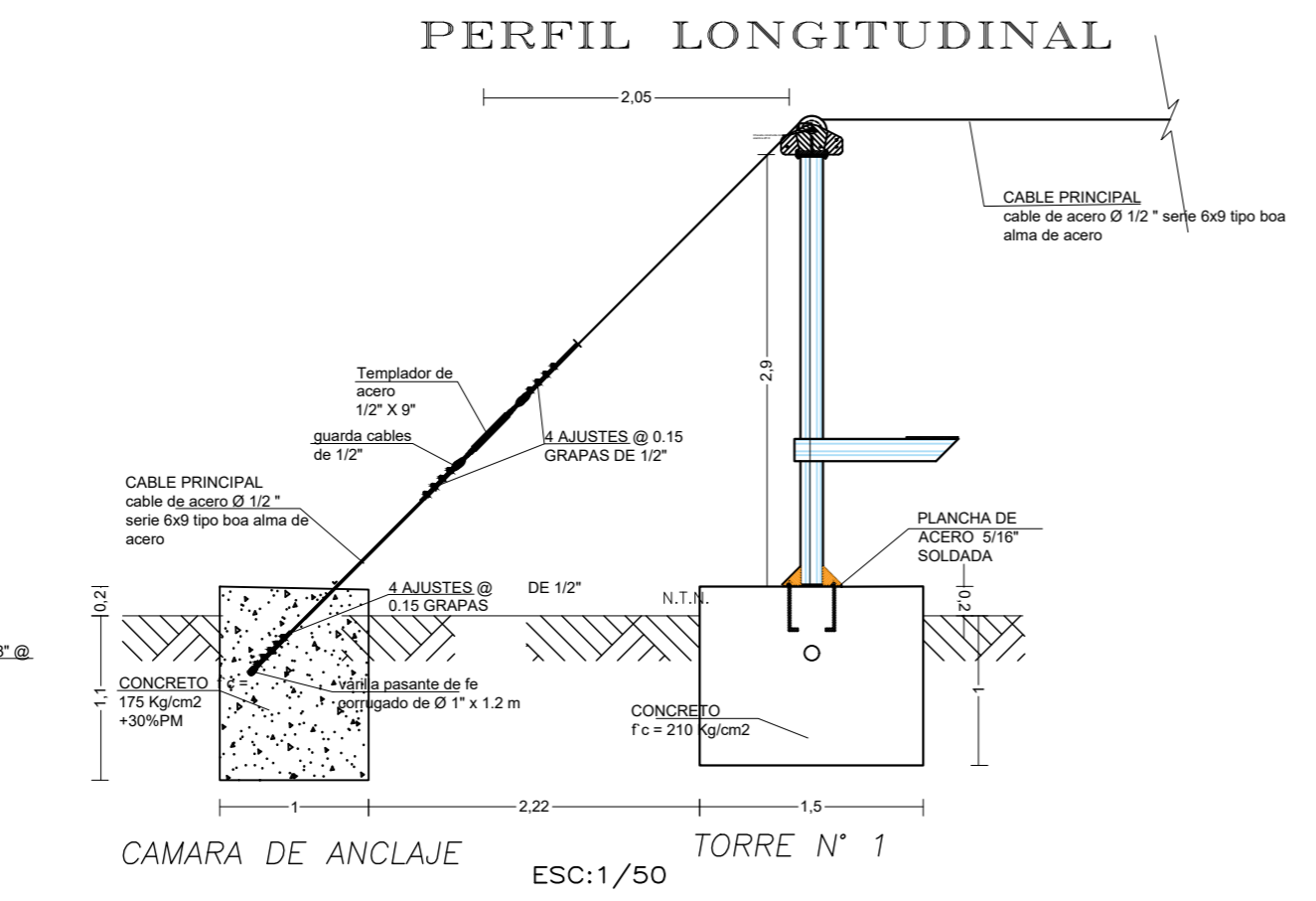
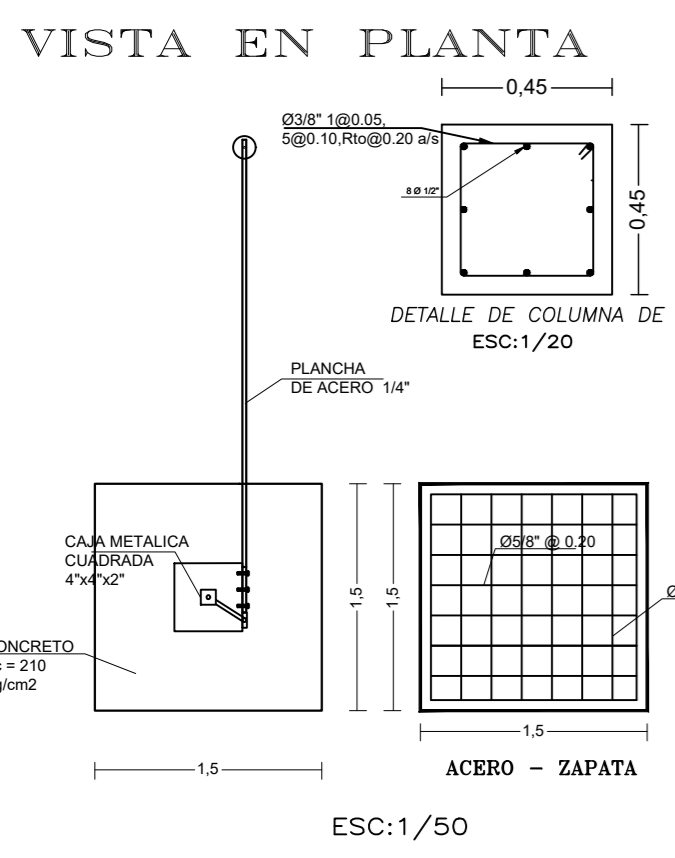
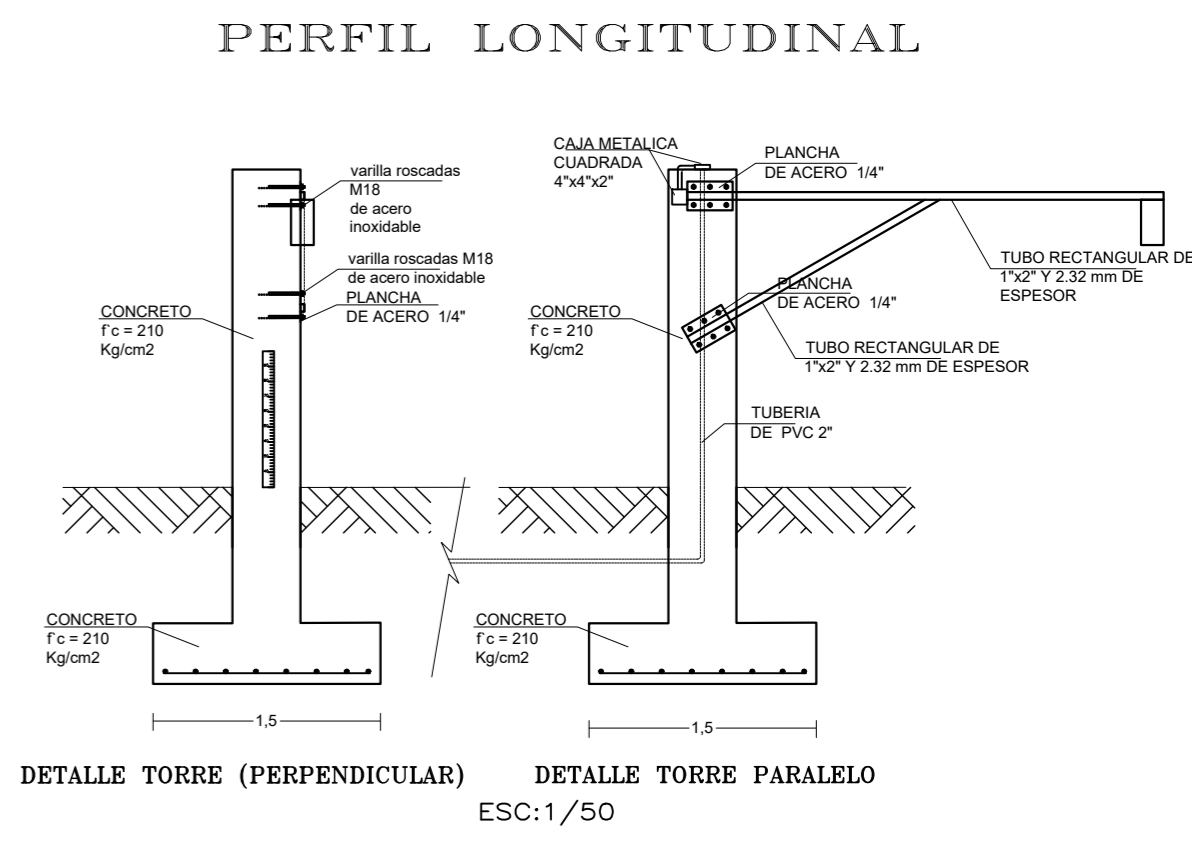
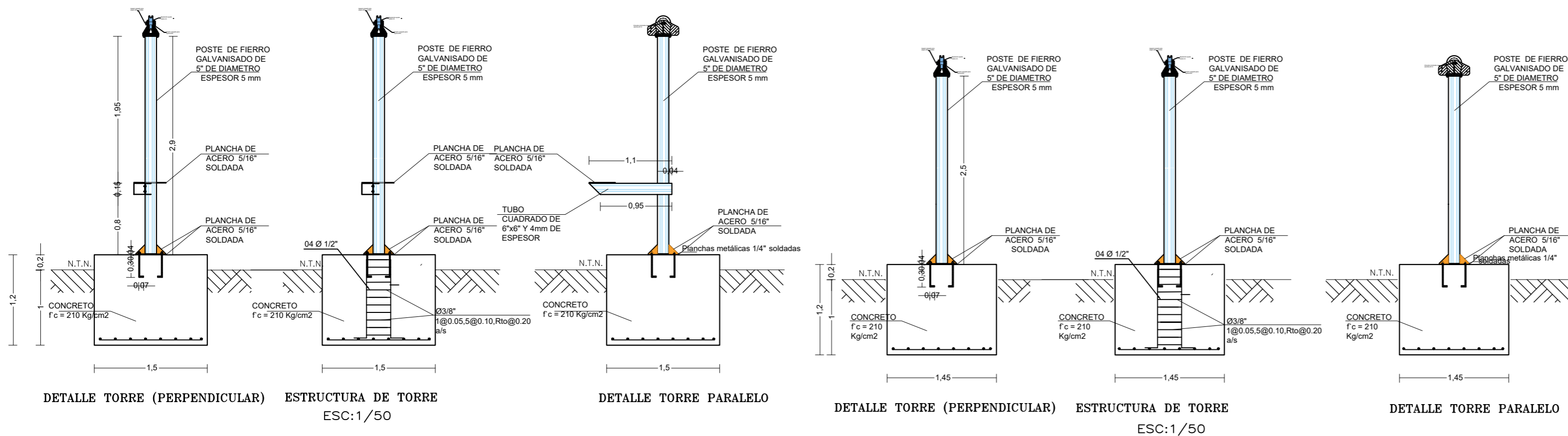


ESC:1/20

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

PROYECTO: "MONITOREO AMBIENTAL DE LAS MICROCUENCAS COLPAMAYO Y SAN MATEO UTILIZANDO ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLÓGICAS AUTOMÁTICAS CON TECNOLOGÍA GSM/GPRS"	
PLANO: ESTACION ESTACION METEREOLÓGICA	DISTRITO : CHOTA PROVINCIA : CHOTA REGIÓN : CAJAMARCA
TESISTAS: REGALADO SAUCEDO GILMER RAMIRO SAUCEDO LINARES CRISTIAN YOMAR	ESCALA: INDICADA
ASESOR: ING. DR. ORBEGOSO NAVARRO LUIS	FECHA: ENERO 2023

LAMINA:
M-01



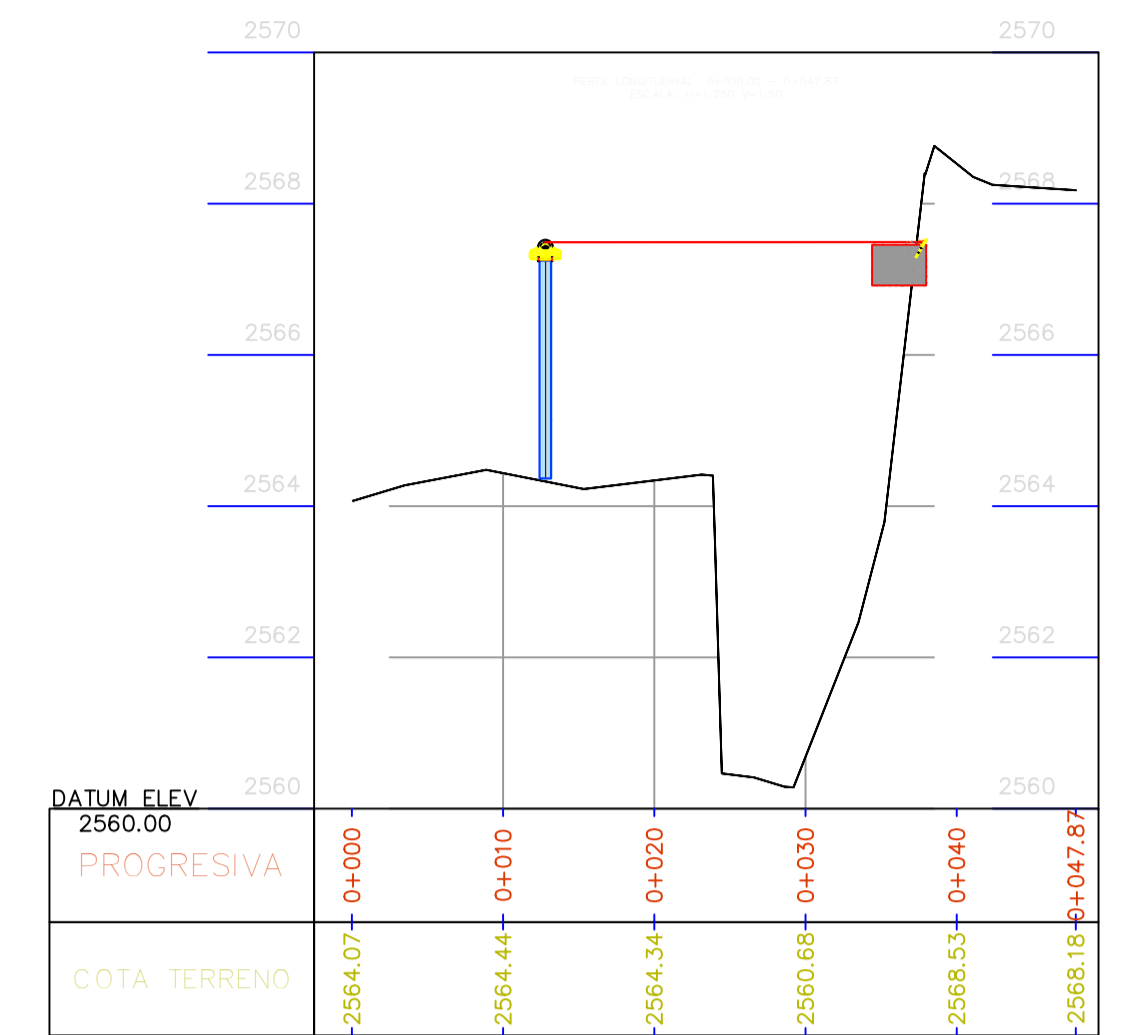
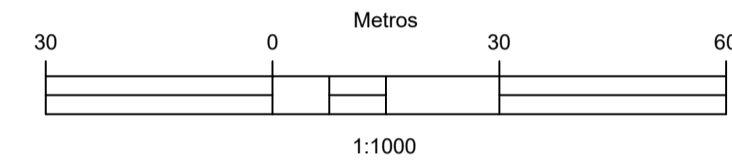
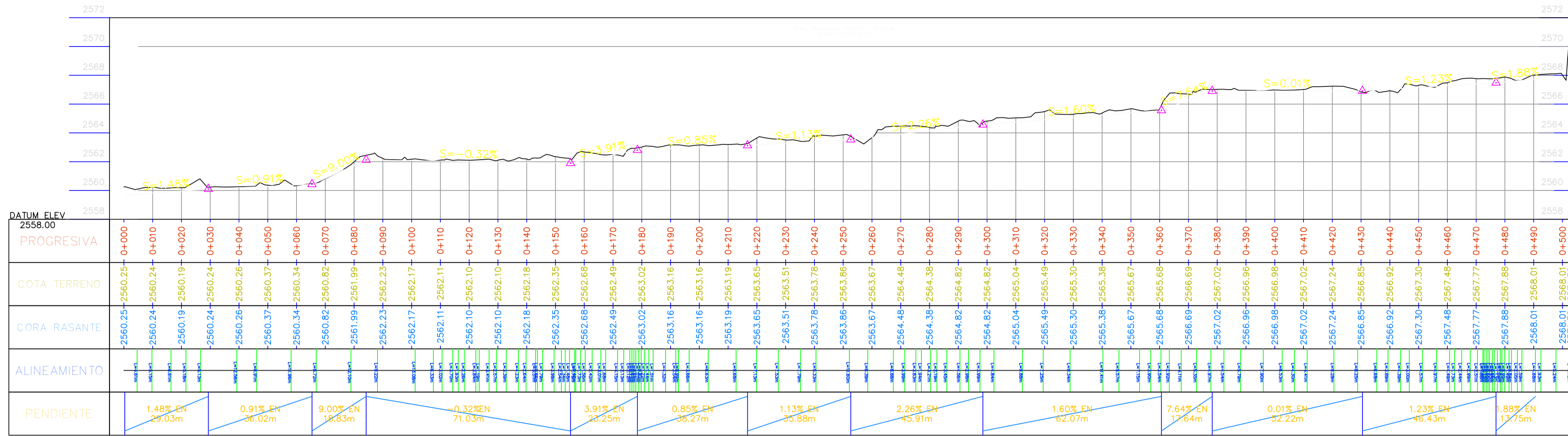
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

PROYECTO: "MONITOREO AMBIENTAL DE LAS MICROCUENCAS COLPAMAYO Y SAN MATEO UTILIZANDO ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLÓGICAS AUTOMÁTICAS CON TECNOLOGÍA GSM/GPRS"

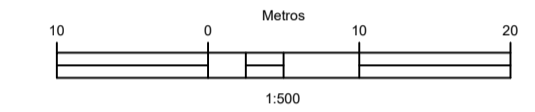
PLANO: ESTACION HIDROLÓGICA COLPAMAYO	DISTRITO : CHOTA PROVINCIA : CHOTA REGIÓN : CAJAMARCA
TESISTAS: REGALADO SAUCEDO GILMER RAMIRO SAUCEDO LINARES CRISTIAN YOMAR	ESCALA: INDICADA
ASESOR: ING. DR. ORBEGOSO NAVARRO LUIS	FECHA: ENERO 2023

LAMINA:
H-01

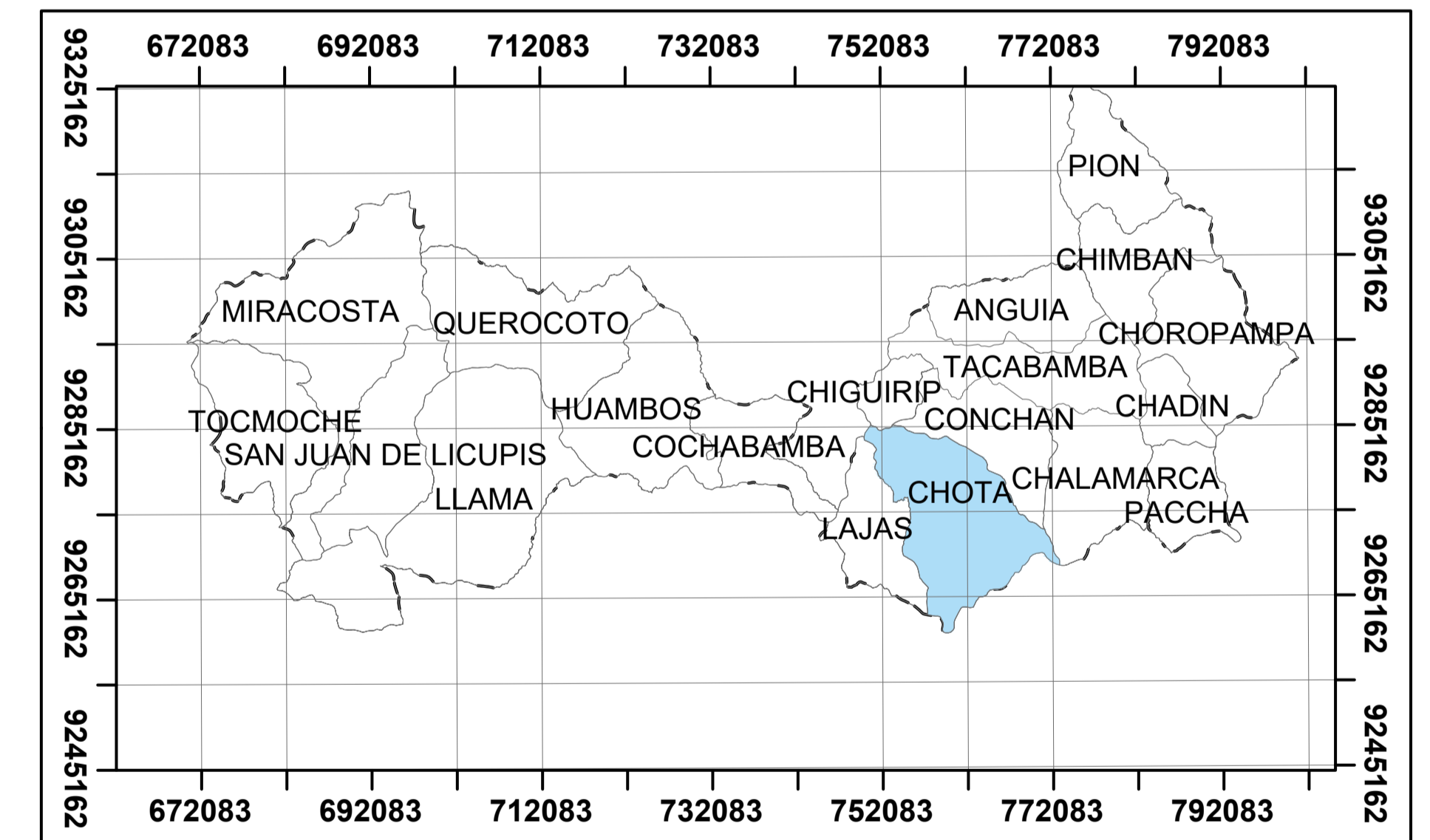
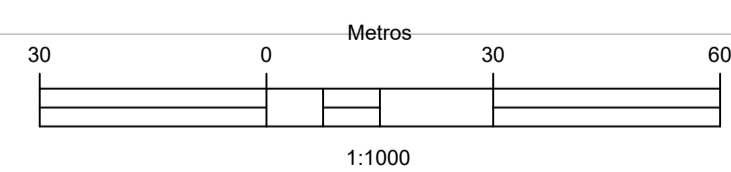
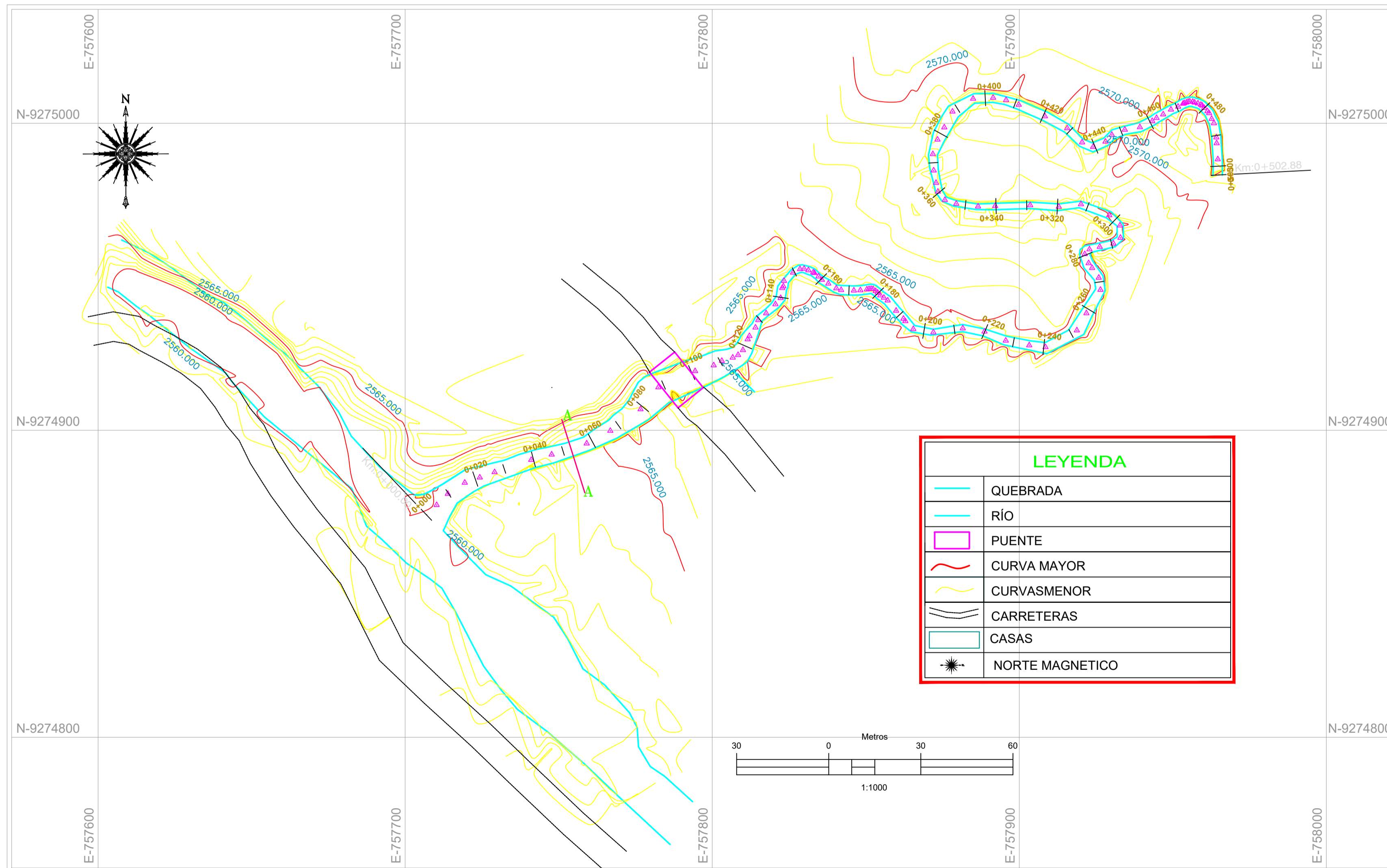
VISTA DE PERFIL DE LA QUEBRADA SAN MATEO



SECCIÓN DE AFORO A-A



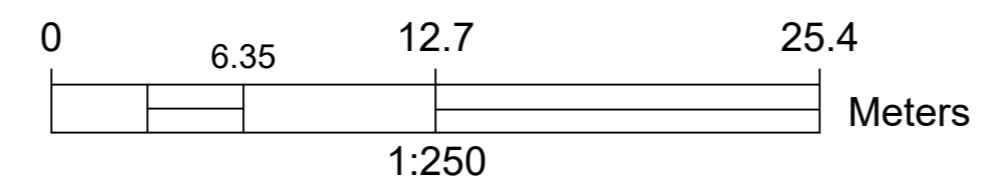
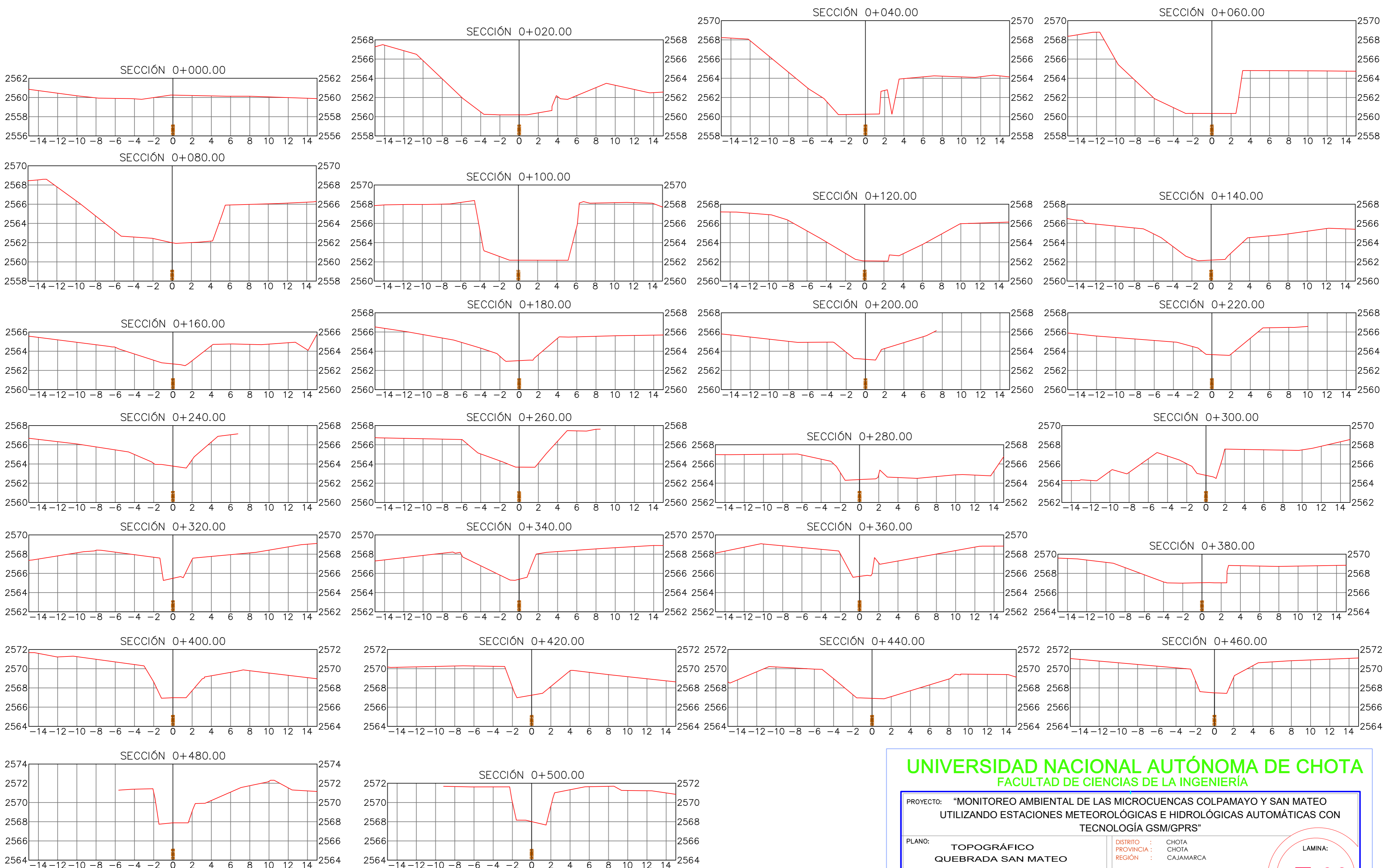
VISTA DE PLANTA DE LA QUEBRADA SAN MATEO



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

PROYECTO: "MONITOREO AMBIENTAL DE LAS MICROCUENCAS COLPAMAYO Y SAN MATEO UTILIZANDO ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLÓGICAS AUTOMÁTICAS CON TECNOLOGÍA GSM/GPRS"	
PLANO: TOPOGRÁFICO QUEBRADA SAN MATEO	DISTRITO: CHOTA PROVINCIA: CHOTA REGION: CAJAMARCA
TESIS: REGALADO SAUCEDO GILMER RAMIRO SAUCEDO LINARES CRISTIAN YOMAR	ESCALA: INDICADA
ASESOR: ING.DR. ORBEGOSO NAVARRO LUIS	FECHA: 2023

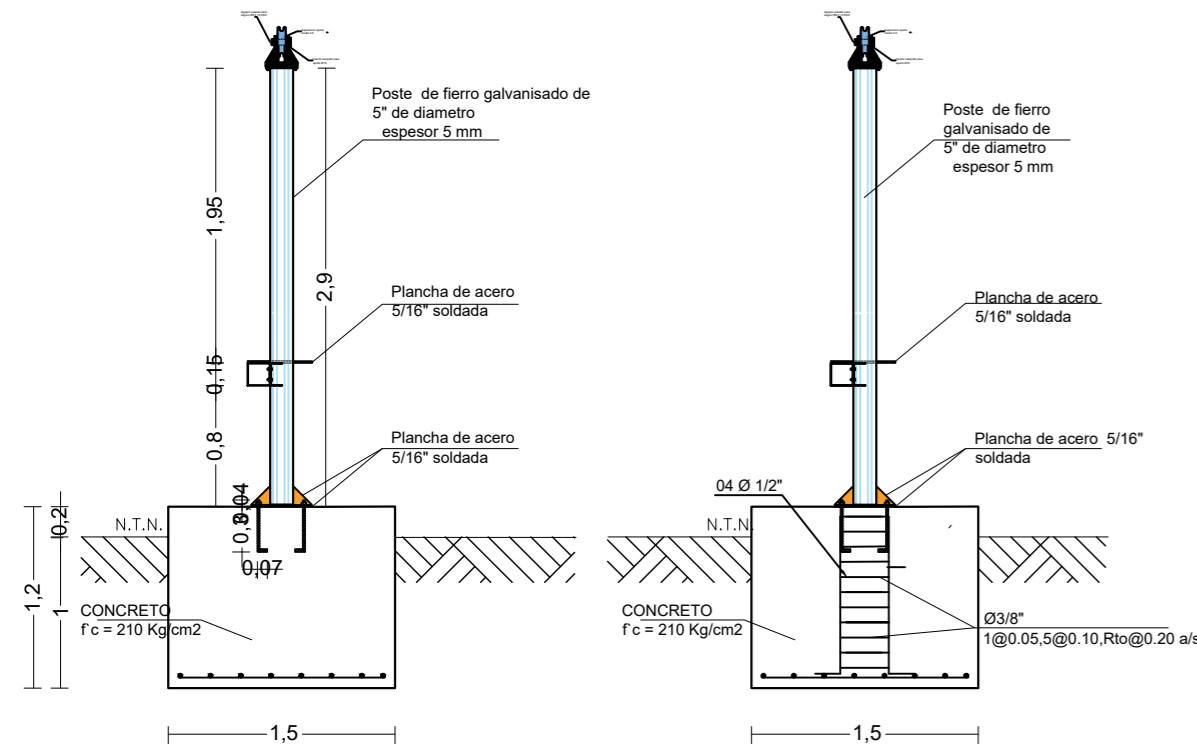
LAMINA:
T-01



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

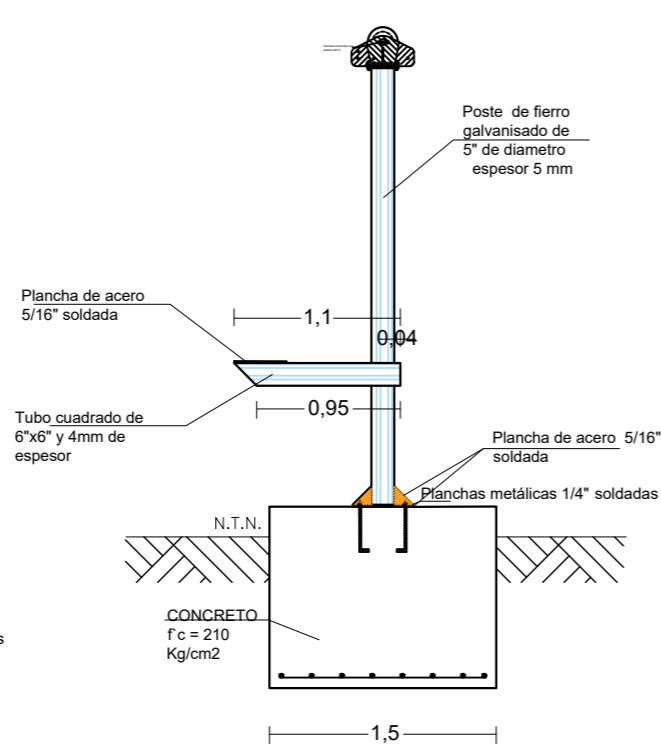
PROYECTO: "MONITOREO AMBIENTAL DE LAS MICROCUENCAS COLPAMAYO Y SAN MATEO UTILIZANDO ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLÓGICAS AUTOMÁTICAS CON TECNOLOGÍA GSM/GPRS"	
PLANO: TOPOGRÁFICO QUEBRADA SAN MATEO	DISTRITO : CHOTA PROVINCIA : CHOTA REGIÓN : CAJAMARCA
TESISISTAS: REGALADO SAUCEDO GILMER RAMIRO SAUCEDO LINARES CRISTIAN YOMAR	ESCALA: INDICADA
ASESOR: ING.DR. ORBEGOSO NAVARRO LUIS	FECHA: ENERO 2023

LAMINA:

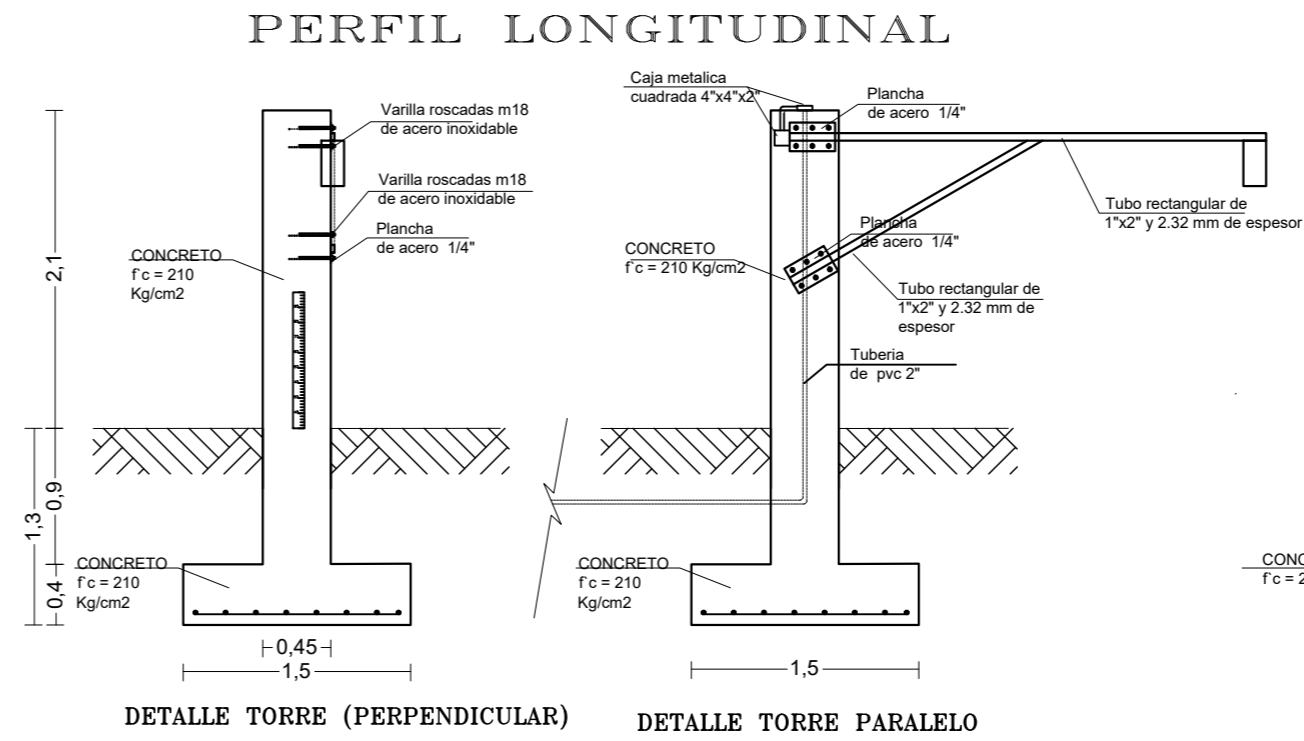


DETALLE TORRE (PERPENDICULAR)

ESTRUCTURA DE TORRE
ESC:1/50

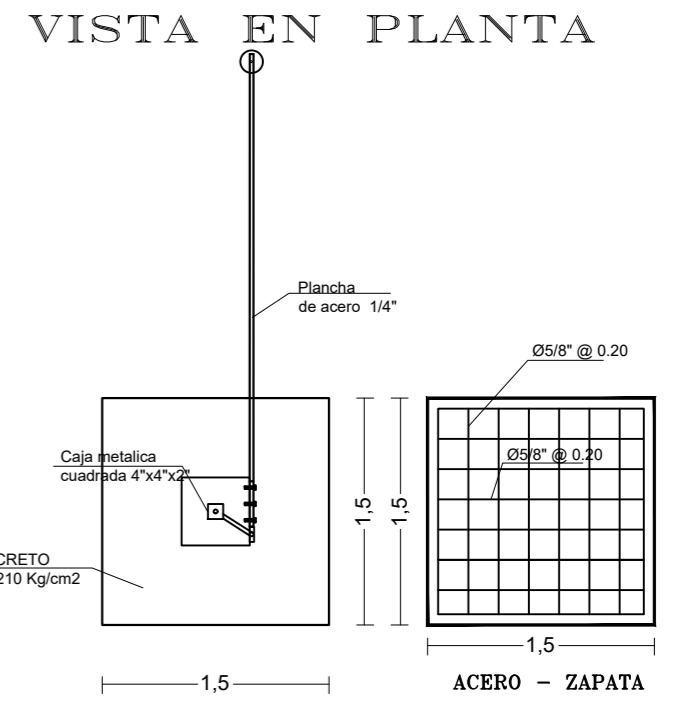


DETALLE TORRE PARALELO



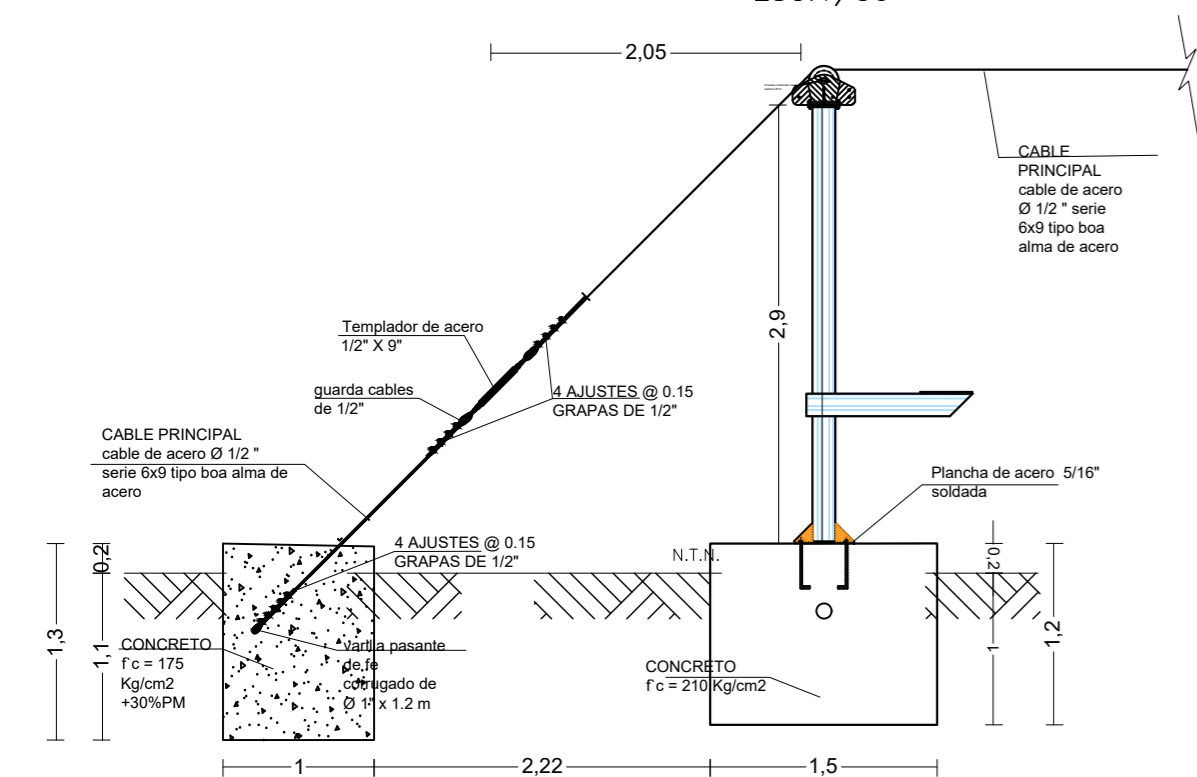
DETALLE TORRE (PERPENDICULAR)

DETALLE TORRE PARALELO



ESC:1/50

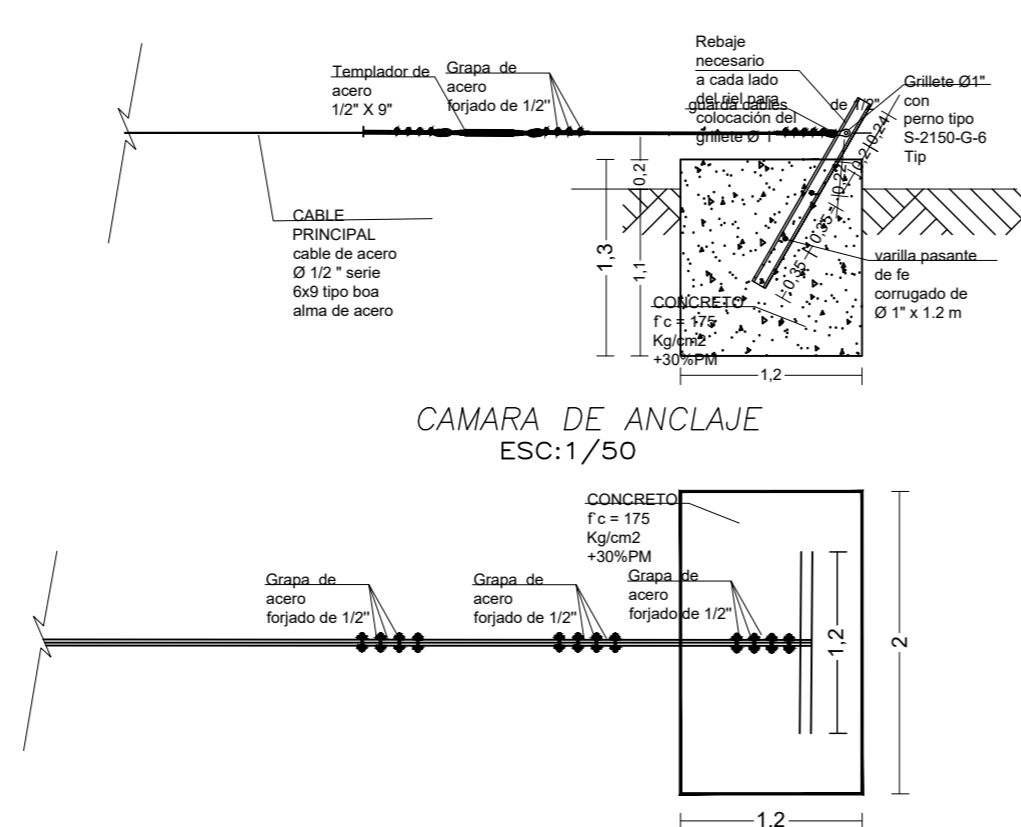
ACERO - ZAPATA



CAMARA DE ANLAJE

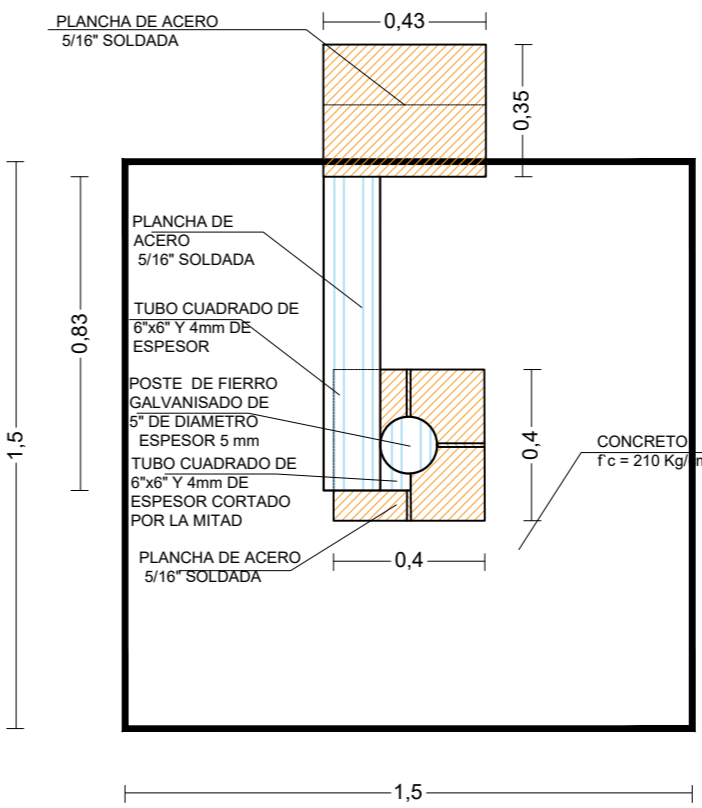
ESC:1/50

TORRE N° 1

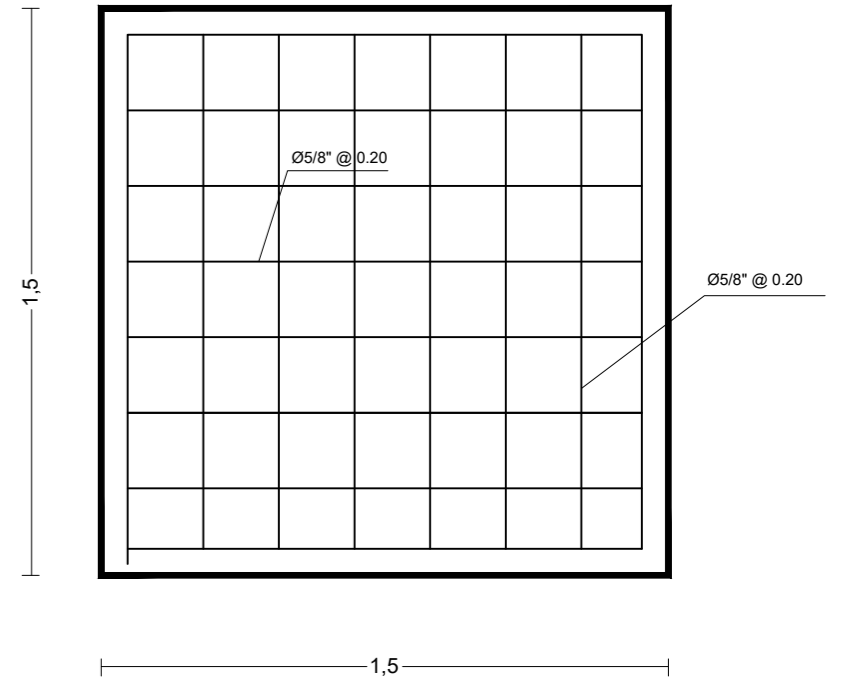


CAMARA DE ANLAJE

ESC:1/50

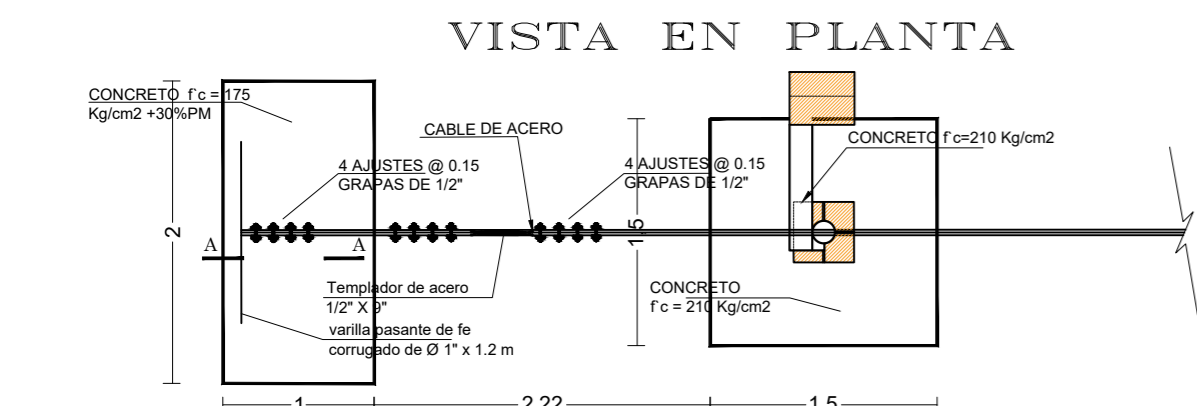


PLANTA - TORRE



ACERO - ZAPATA

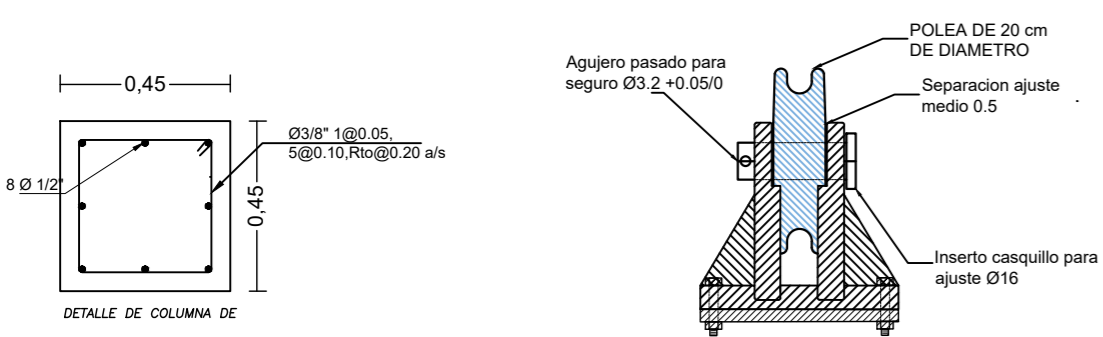
ESC:1/20



CAMARA DE ANLAJE

ESC:1/50

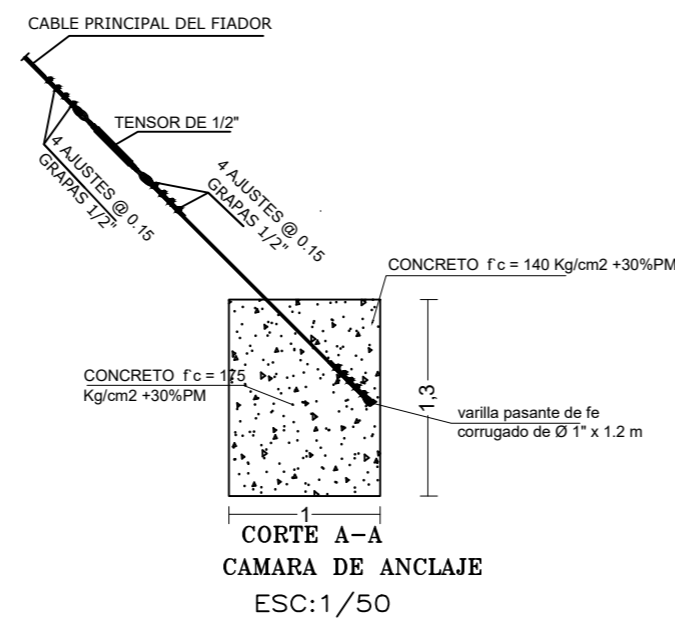
TORRE N° 1



ESC:1/20

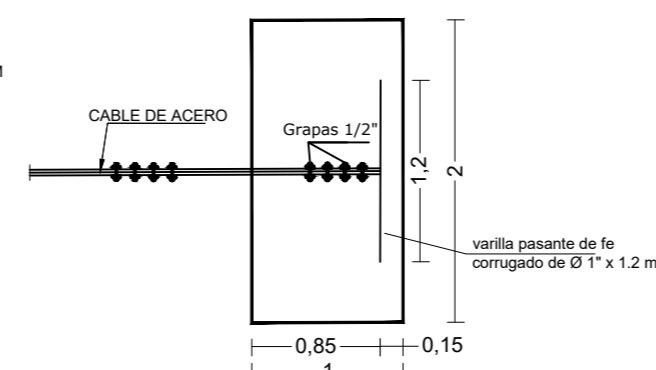
DETALLE POLEA

ESC:SE



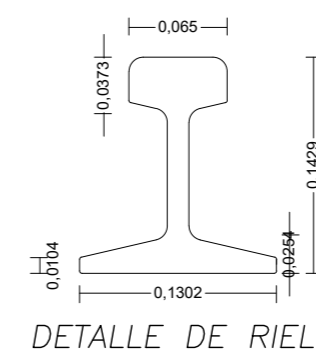
CORTE A-A
CAMARA DE ANLAJE

ESC:1/50



DETALLE DE SISTEMA DE ANLAJE

ESC:1/50



DETALLE DE RIEL

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

PROYECTO: "MONITOREO AMBIENTAL DE LAS MICROCUENCAS COLPAMAYO Y SAN MATEO UTILIZANDO ESTACIONES METEOROLÓGICAS E HIDROLÓGICAS AUTOMÁTICAS CON TECNOLOGÍA GSM/GPRS"

PLANO: ESTACION HIDROLÓGICA SAN MATEO	DISTRITO : CHOTA PROVINCIA : CHOTA REGIÓN : CAJAMARCA
TESISTAS: REGALADO SAUCEDO GILMER RAMIRO SAUCEDO LINARES CRISTIAN YOMAR	ESCALA: INDICADA
ASESOR: ING. DR. ORBEGOSO NAVARRO LUIS	FECHA: ENERO 2023

LAMINA:

H-01