



Colpa Matara, 03 de agosto del 2023.

C.O. N° 015-2023-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: **“DELIMITACIÓN DE ÁREAS INUNDABLES EN LOS SECTORES 2 Y 5, TRAMO PUENTE CEMENTERIO – PUENTE CHOTA, MICROCUENCA DEL RÍO CHOTANO, CHOTA, 2021”**, elaborado por el Bachiller en Ingeniería Civil: **ERLIN DIAZ LATORRE**, para optar el Título Profesional de ingeniero civil, presenta un índice de similitud de 12% excluyendo citas y bibliografía; 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

Delimitación de áreas inundables en los sectores 2 y 5, tramo puente Cementerio – puente Chota, microcuenca del río Chotano, Chota, 2021

INFORME DE ORIGINALIDAD

12%

INDICE DE SIMILITUD

12%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.repositorio.unach.edu.pe Fuente de Internet	1%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
3	repositorio.unach.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.usmp.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Nacional Autonoma de Chota Trabajo del estudiante	1%
6	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	portaluni.unach.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	pdfcookie.com Fuente de Internet	<1%

9	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
10	repositorio.unj.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
11	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
12	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
13	Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego Trabajo del estudiante	<1 %
14	1library.co Fuente de Internet	<1 %
15	upc.aws.openrepository.com Fuente de Internet	<1 %
16	repositorio.unal.edu.co Fuente de Internet	<1 %
17	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	repositorio.ucss.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
19	www.dspace.espol.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
20	core.ac.uk Fuente de Internet	<1 %

<1 %

21

vdocumento.com

Fuente de Internet

<1 %

22

Submitted to Universidad Católica de Santa
María

Trabajo del estudiante

<1 %

23

issuu.com

Fuente de Internet

<1 %

24

www.corpocesar.gov.co

Fuente de Internet

<1 %

25

repositorio.lamolina.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

26

repositorio.urp.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

27

repositorio.uap.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

28

www.indeci.gob.pe

Fuente de Internet

<1 %

29

Submitted to Universidad Nacional de San
Cristóbal de Huamanga

Trabajo del estudiante

<1 %

30

repositoriodspace.unipamplona.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

31	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
32	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
33	repositorio.untumbes.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
34	cybertesis.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
35	dspace.uazuay.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
36	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
37	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1 %
38	es.unionpedia.org Fuente de Internet	<1 %
39	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	<1 %
40	Submitted to Universidad Francisco de Paula Santander Trabajo del estudiante	<1 %
41	pt.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
42	qdoc.tips	

Fuente de Internet

<1 %

43

repositorio.pedagogica.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

44

repositorio.upao.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

45

www.sma.df.gob.mx

Fuente de Internet

<1 %

46

creativecommons.org

Fuente de Internet

<1 %

47

eur-lex.europa.eu

Fuente de Internet

<1 %

48

repositorio.uss.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

49

www.ambiotek.com

Fuente de Internet

<1 %

50

ISAAC PAENSON. "SOME IMPORTANT THEORETICAL DISTRIBUTIONS", Elsevier BV, 1970

Publicación

<1 %

51

alicia.concytec.gob.pe

Fuente de Internet

<1 %

52

mjp.go.cr

Fuente de Internet

<1 %

53	moam.info Fuente de Internet	<1 %
54	search.bvsalud.org Fuente de Internet	<1 %
55	vsip.info Fuente de Internet	<1 %
56	www.ana.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
57	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
58	www.polodelconocimiento.com Fuente de Internet	<1 %
59	www.scielo.org.mx Fuente de Internet	<1 %
60	www.solteka.com Fuente de Internet	<1 %
61	data.landportal.info Fuente de Internet	<1 %
62	digital.cic.gba.gob.ar Fuente de Internet	<1 %
63	dspace.ucacue.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
64	link.springer.com Fuente de Internet	<1 %

65	repositorio.uct.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
66	repositorio.utn.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
67	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
68	repository.unimilitar.edu.co Fuente de Internet	<1 %
69	repository.usta.edu.co Fuente de Internet	<1 %
70	tesis.pucp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
71	www.windowstimag.com Fuente de Internet	<1 %
72	Patricia Mares Nasarre. "Overtopping flow on mound breakwaters under depth-limited breaking wave conditions", Universitat Politècnica de Valencia, 2021 Publicación	<1 %
73	baixardoc.com Fuente de Internet	<1 %
74	bdigital.unal.edu.co Fuente de Internet	<1 %
75	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %

76	documen.site Fuente de Internet	<1 %
77	html.pdfcookie.com Fuente de Internet	<1 %
78	issoftwaretesting.blogspot.com Fuente de Internet	<1 %
79	pesquisa.bvsalud.org Fuente de Internet	<1 %
80	repositorio.ingemmet.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
81	scholar.lib.vt.edu Fuente de Internet	<1 %
82	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
83	www.cop.gva.es Fuente de Internet	<1 %
84	www.dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
85	zaguan.unizar.es Fuente de Internet	<1 %
86	PACHECO CAJAVILCA IVAN. "Informe de Gestión Ambiental del Sistema de Riego Santa Cruz de Marayniyocc - Apata-IGA0014581",	<1 %

R.D.G. N° 471-2018-MINAGRI-DVDIAR-DGAAA,
2021

Publicación

87

livrosdeamor.com.br

Fuente de Internet

<1 %

88

repositorio.unfv.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

89

LEON MEZA ISAAC ALFREDO. "PAD de la
Estación de Servicios con Gasocentro de GLP
y GNV Santo Domingo de Guzmán-
IGA0019979", R.D. N° 050-2021-
MINEM/DGAAH, 2022

Publicación

<1 %

90

M. Escudero, R. Silva, P.A. Hesp, E. Mendoza.
"Morphological evolution of the sandspit at
Tortugueros Beach, Mexico", Marine Geology,
2019

Publicación

<1 %

91

prezi.com

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Activo

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**Delimitación de áreas inundables en los sectores 2 y 5, tramo
puente Cementerio - puente Chota, microcuenca del río Chotano,
Chota, 2021**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

Presentado por: ERLIN DÍAZ LATORRE

Asesor: Dr. Ing. LUIS ALBERTO ORBEGOSO NAVARRO

CHOTA - PERÚ

2023

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
CHOTA**

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



**Delimitación de áreas inundables en los sectores 2 y 5, tramo puente
Cementerio – puente Chota, microcuenca del río Chotano, Chota, 2021**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

Presentado por: ERLIN DÍAZ LATORRE

Asesor: Dr. Ing. LUIS ALBERTO ORBEGOSO NAVARRO

Chota – Perú

2023



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: **DÍAZ LATORRE ERLIN**

Código del alumno: **2014052168**

Correo electrónico: **erlin12oct95@gmail.com**

Teléfono: **962 646 819**

DNI: **74374487**

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:

"Delimitación de áreas inundables en los sectores 2 y 5, tramo puente Cementerio – puente Chota, microcuenca del río Chotano, Chota, 2021"

5. FACULTAD DE: CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

6. ESCUELA PROFESIONAL DE: INGENIERÍA CIVIL

7. ASESOR:

Apellidos y Nombres: **Dr. Orbegoso Navarro, Luis Alberto**

Teléfono: **939 185 560**

Correo electrónico: **Laorbegoson@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: **DÍAZ LATORRE, ERLIN**
DNI. **74374487**

Fecha, Chota, 15 de septiembre del 2023

**Delimitación de áreas inundables en los sectores 2 y 5, tramo
puente Cementerio – puente Chota, microcuenca del río
Chotano, Chota, 2021**

POR:

Erlin Díaz Latorre

**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



Mg. Ing. Dante Hartman Cieza León

PRESIDENTE



Mg. Ing. Miguel Ángel Silva Tarrillo

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



03

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los miembros del jurado de tesis que suscriben, reunidos para escuchar y evaluar la sustentación presentado por el Bachiller en Ingeniería Civil **ERLIN DIAZ LATORRE**, denominado: "**DELIMITACIÓN DE ÁREAS INUNDABLES EN LOS SECTORES 2 Y 5, TRAMO PUENTE CEMENTERIO – PUENTE CHOTA, MICROCUENCA DEL RÍO CHOTANO, CHOTA, 2021**"; escuchada la sustentación, las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas, la declaramos:


16 (dieciséis) aprobada

CON EL CALIFICATIVO (*)


Con mención honorosa

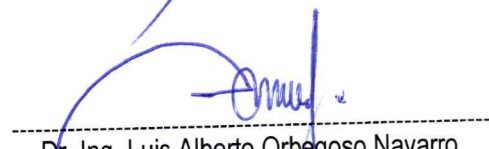
En consecuencia, se le declara **EXPEDITO** para conferirle el Título de Ingeniero civil, elevando la presente acta al coordinador de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería a fin de que se emita el acto resolutivo., en conformidad con la ley universitaria y el estatuto de la Universidad.

Chota, 15 de agosto del 2023


Mg. Ing. Dante Hartman Cieza León
PRESIDENTE


Mg. Miguel Ángel Silva Tarrillo
SECRETARIO


Mg. Ing. Chistian Saúl López Villanueva
VOCAL


Dr. Ing. 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 honorosa); (12-14: Aprobado); (0-11: Desaprobado).



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 CONFORMIDAD DE TESIS

Los miembros del jurado, luego de evaluar la Tesis denominada: “**DELIMITACIÓN DE ÁREAS INUNDABLES EN LOS SECTORES 2 Y 5, TRAMO PUENTE CEMENTERIO – PUENTE CHOTA, MICROCUENCA DEL RÍO CHOTANO, CHOTA, 2021**”, presentado por el Bachiller en Ingeniería Civil **ERLIN DIAZ LATORRE** y sustentada el día de 15 de agosto del 2023, por Resolución de Coordinación N°226-2023-FCI/UNACH, la declaramos **CONFORME**.

Chota, 31 de agosto del 2023

Mg. Ing. Dante Hartman Cieza León
PRESIDENTE

Mg. Miguel Ángel Silva Tarrillo
SECRETARIO

Mg. Ing. Chistian Saúl López Villanueva
VOCAL

Dr. Ing. Luis Alberto Orbegoso Navarro.
ASESOR

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi gran amigo Jehová, por haberme dado la oportunidad de vivir y poder llegar hasta aquí a este momento muy importante de mi formación profesional.

A mis queridos padres Eliselso y Lucila por ser el brazo fuerte al demostrarme su confianza y cariño incondicional,

A mis hermanos Eli Lissett, Fran Edinson y Ana Enith por su confianza depositada en mí, como su hermano mayor.

A mi gran amigo Yover Eli, por ser un gran amigo y por el apoyo en todo momento

Dedico esta tesis a Yuli, por el cariño brindado y el gran equipo que somos,

A todas las personas que creyeron y creen en mí.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, expresar mi gratitud a Dios, por la oportunidad de guiar mi camino y poder llegar hasta aquí.

Mi más sincero agradecimiento a mis padres y a mis hermanos, que son los principales inspiradores de mis sueños y metas, agradecerles por confiar y creer en mí, por los buenos consejos y valores inculcados hacia mi persona.

Agradecer a mi familia, por apostar y confiar en mi persona, que gracias a ellos asido posible que todos los obstáculos suscitados hayan sido superados.

Agradecer a mi Universidad Nacional Autónoma de Chota y a toda la escuela profesional de ingeniería Civil a mis docentes de manera conjunta, a mis amigos y compañeros en general, que formaron parte del proceso de crecimiento intelectual, con sus enseñanzas académicas, formación del carácter y ética profesional. gracias a cada uno de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	13
1.1. Planteamiento del problema	13
1.2. Formulación del problema	15
1.3. Justificación	15
1.4. Delimitación de la investigación	17
1.5. Limitaciones	18
1.6. Objetivos	19
1.6.1. Objetivo general.....	19
1.6.2. Objetivos específicos	19
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	20
2.1. Antecedentes	20
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	20
2.1.2. Antecedentes nacionales	22
2.1.3. Antecedentes regionales	25
2.2. Bases teórico – científicas	27
2.2.1. Efecto de los parámetros hidrogeomorfológicos de una cuenca en el caudal máximo	27
2.2.2. Relación entre la intensidad máxima de la lluvia y el caudal máximo.....	28
2.2.3. Incremento del caudal por confluencia de quebradas al cauce principal.....	29
2.2.4. Áreas inundables en referencia al caudal máximo fluvial	30
2.2.5. Efectividad del programa HEC-RAS.....	31
2.2.6. Teoría de valores extremos	32
2.3. Marco conceptual	35
2.3.1. Cuenca hidrográfica y sus parámetros hidrogeomorfológicos	35
2.3.2. Precipitaciones pluviales	39
2.3.3. Intensidades máximas	43

2.3.4. Caudales máximos	45
2.3.5. Inundaciones	46
2.3.6. Modelamiento hidráulico	47
2.3.7. Delimitación de áreas inundables con HEC-RAS	50
2.4. Definición de términos básicos.....	51
2.5. Hipótesis.....	53
2.6. Operacionalización de variables	53
2.6.1. Variable única.....	53
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO	55
3.1. Tipo y nivel de investigación	55
3.2. Diseño de investigación.....	56
3.3. Métodos de investigación.....	56
3.4. Población, muestra y muestreo	59
3.4.1. Población	59
3.4.2. Muestreo	59
3.4.3. Muestra	60
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	64
3.5.1. Técnicas	64
3.5.2. Instrumentos	64
3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	65
3.6.1. Proceso de obtención de los datos	65
3.6.2. Procesamiento de datos.....	76
3.6.3. Análisis de datos	77
3.7. Aspectos éticos	77
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	78
4.1. Descripción de resultados.....	78
4.1.1. Parámetros hidrogeomorfológicos de las microcuencas.....	78
4.1.2. Caudales máximos de las microcuencas.....	83
4.1.3. Áreas de inundación	85
4.2. Discusión de resultados.....	97

4.3. Contrastación de hipótesis.....	104
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	107
5.1. Conclusiones	107
5.2. Recomendaciones y/o sugerencias	109
CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	110
CAPÍTULO VII. ANEXOS	117
Anexo A. Matriz de consistencia.....	117
Anexo B. Datos estadísticos	118
Anexo C. Panel fotográfico	120
Anexo D. Parámetros hidrogeomorfológicos	129
Anexo E. Cálculo de caudales máximos	130
Anexo F. Certificados de calibración	131
Anexo G. Planos	132

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Categorización de las cuencas según pendiente	36
Tabla 2	Periodo de retorno (Tr) recomendado para el diseño estructuras menores	44
Tabla 3	Matriz de operacionalización de variables en estudio	54
Tabla 4	Tipo de investigación	56
Tabla 5	Criterios para la elección de la muestra.....	60
Tabla 6	Delimitación del tramo de estudio	61
Tabla 7	Infraestructura urbana, en el área de estudio	61
Tabla 8	Número de lotes según tipo de cultivo en el área de estudio.....	62
Tabla 9	Fuentes, técnicas e instrumentos para la recolección de los datos	64
Tabla 10	Coeficientes de Manning en el cauce principal y aportantes	74
Tabla 11	Parámetros hidromorfológicos de la microcuenca del río Chotano y aportantes .	78
Tabla 12	Intensidades máximas para la Microcuenca del río Chotano y Quebradas aportantes	83
Tabla 13	Caudales máximos para la Microcuenca del río Chotano y Quebradas aportantes....	84
Tabla 14	Áreas de Inundación en los sectores 2 y 5.....	85
Tabla 15	Áreas de Inundación total, tramo puente cementerio – puente Chota	86
Tabla 16	Áreas de inundación según tramo de análisis.....	86
Tabla 17	Áreas de inundación cada 500 m.....	86
Tabla 18	Microcuenca del río Chotano y quebradas aportantes.....	102
Tabla 19	Análisis hidrológico e hidráulico para definir la superficie inundable, cauce del río Chotano	103
Tabla 20	Datos para el análisis estadístico	105
Tabla 21	Análisis estadístico t-student.....	105
Tabla 22	Áreas de Inundación por Sectores	108
Tabla 23	Daños por el Niño costero 2017, procesamiento al 95.50%.....	118

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Vista de la Confluencia de un Río con una Quebrada	30
Figura 2	Cuenca hidrográfica.....	36
Figura 3	Forma de la curva hipsométrica.....	37
Figura 4	Ejemplo de curvas IDF	43
Figura 5.	Clasificación de los tipos de inundaciones de acuerdo a su origen	47
Figura 6	Trabajo inicial con ArcGIS para determinar áreas de inundación	49
Figura 7	Trabajo con HEC-RAS para determinar áreas de inundación	49
Figura 8	Trabajo final con ArcGIS para estimar la superficie de inundación.....	50
Figura 9	Metodología determinista	57
Figura 10	Diseño de investigación: Correlacional	58
Figura 11	Trayecto de análisis en el sector 2 y 5 de la ciudad de Chota.....	59
Figura 12	Río Chotano, Sectores 2 y 5	61
Figura 13	Mapa de Lotización del Área de Estudio en el Sector 2 y 5, Chota.....	63
Figura 14	Lugar de estacionamiento del GPS diferencial.....	66
Figura 15	Toma de puntos en el eje del río.....	67
Figura 16	Toma de puntos en el borde del río.....	67
Figura 17	Microcuenca del Río Chotano	68
Figura 18	Estación meteorológica Chota	70
Figura 19	Curva N de la microcuenca del río Chotano.....	71
Figura 20	Tramos de estudio para el modelamiento	72
Figura 21	Vista de los nodos de las quebradas aportantes en HEC-RAS 6.0.1.	73
Figura 22	Dirección del flujo del cauce principal y aportantes.....	73
Figura 23	Colocación de los coeficientes de Manning	75
Figura 24	Colocación de caudales para el modelamiento	75
Figura 25	Superficie inundable en HEC-RAS 6.0.1.	76
Figura 26	Microcuenca del río Chotano.....	79
Figura 27	Microcuenca conformada por la quebrada Lopez Mayo	80
Figura 28	Microcuenca conformada por la quebrada S/N	81
Figura 29	Microcuenca conformada por la quebrada San Mateo	81
Figura 30	Microcuenca del río Chotano y quebradas aportantes	82
Figura 31	Inundación en TR= 10 años, sector 2 y 5	87
Figura 32	Inundación en TR= 25 años, sector 2 y 5	88
Figura 33	Inundación en TR= 50 años, sector 2 y 5	89
Figura 34	Inundación en TR= 100 años, sector 2 y 5	90

Figura 35 Inundación en TR= 200 años, sector 2 y 5	91
Figura 36 Inundación en TR= 500 años, sector 2 y 5	92
Figura 37 Tramo de inundación al inicio del recorrido.....	93
Figura 38 Tramo de inundación al final del recorrido	93
Figura 39 Vista de la sección Inundable por desborde del río Chotano en el Sector 2, tramo inicial	94
Figura 40 Vista de la sección no inundable del río chotano, a la altura del corepuquio San Juan	95
Figura 41 Vista de la sección inundable por desborde del río chotano en el sector 5 de la ciudad de Chota	96
Figura 42 Prueba de normalidad	105
Figura 43 Relación entre caudal máximo y área inundable	106
Figura 44 Relación entre Tr y área inundable	106
Figura 45 Áreas de Inundación por Sectores	108
Figura 46 Promedio de precipitación (mm anuales) en varios países del mundo	119

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo general: Delimitar las áreas inundables en los sectores 2 y 5, tramo puente cementerio - puente chota, que se verían afectadas como consecuencia de presentarse fuertes precipitaciones pluviales en el área de influencia de las microcuencas y parte alta del río Chotano. El tipo de investigación es aplicada. La metodología consistió en delimitar un ancho de 50 m a cada lado del eje del cauce del río Chotano, hasta una distancia de 3.10 km a partir del puente Cementerio. Se delimitaron las áreas aportantes de las microcuencas conformadas por la quebrada López Mayo, S/N y San Mateo, cuyas áreas son de 5.90, 4.22 y 5.75 km²; los caudales máximos se calcularon en base a lo que indica el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del MTC (2018), es decir, se utilizó el método racional para estimar los caudales de las microcuencas aportantes y el método Racional Modificado para la microcuenca del río Chotano cuya delimitación del área fue de 126.53 km². La data hidrometeorológica fue obtenida de la base de datos del SENAMHI (1995-2021), correspondiente a la Estación Chota, cuyas coordenadas son: WGS84 760025.00 m E, 9275705.00 m S. El período de registro fue de 26 años y los tiempos de retorno correspondieron a: 10, 25, 50, 100, 200 y 500 años, obteniéndose caudales de 340.86, 383.30, 413.47, 442.56, 471.05 y 508.01 m³, pero al sumarle los caudales aportantes se obtienen caudales de 412.48, 469.77, 513.18, 557.54, 603.65, y 668.10 m³, respectivamente. Las áreas de inundación ascienden a 9.37, 10.16, 10.70, 11.31, 11.85 y 12.63 ha, para Tr de 10, 25, 50, 100, 200 y 500 años respectivamente, lo que, representa el 30, 33, 34, 36, 38 y 41% del área de análisis.

Palabras clave: inundación, delimitación, microcuenca, caudal máximo, precipitaciones extremas.

ABSTRACT

The general objective of the research was to delimit the flood-prone areas in sectors 2 and 5, section Cemetery Bridge - Chota Bridge, which would be affected as a consequence of heavy rainfall in the area of influence of the micro-basins and the upper part of the Chotano River. The type of research is applied. The methodology consisted of delimiting a width of 50 m on each side of the Chotano riverbed axis, up to a distance of 3.10 km from the Cemetery Bridge. The contributing areas of the micro-basins formed by the Lopez Mayo, S/N and San Mateo streams were delimited, with areas of 5.90, 4.22 and 5.75 km². The maximum flows were calculated based on what is indicated in the Manual of Hydrology, Hydraulics and Drainage of the MTC (2018), that is, the rational method was used to estimate the flows of the contributing microbasins and the Modified Rational method for the microbasin of the Chotano River whose area delimitation was 126.53 km². The hydrometeorological data was obtained from the SENAMHI database (1995-2021), corresponding to the Chota Station, whose coordinates are: WGS84 760025.00 m E, 9275705.00 m S. The period of record was 26 years and the return times corresponded to: 10, 25, 50, 100, 200 and 500 years, obtaining flows of 340.86, 383.30, 413.47, 442.56, 471.05 and 508.01 m³, but adding the contributing flows gives flows of 412.48, 469.77, 513.18, 557.54, 603.65, and 668.10 m³, respectively. The flood areas amount to 9.37, 10.16, 10.70, 11.31, 11.85 and 12.63 ha, for Tr of 10, 25, 50, 100, 200 and 500 years respectively, which represents 30, 33, 34, 36, 38 and 41% of the analysis area.

Key words: flood, delimitation, microbasin, maximum flow, extreme precipitation.

CAPÍTULO I.

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

Muchas de las ciudades son atravesadas o limitadas por un río, debido a que, en la antigüedad para el asentamiento poblacional se buscaban áreas con recursos naturales para su desarrollo (Wai y Htun, 2019), y el agua es el recurso primordial para la subsistencia humana (Zhang et al., 2019), no obstante, con el paso del tiempo, los pueblos han crecido en tamaño e infraestructura, lo que ha llevado a que, las edificaciones sean construidas incluso en la ribera de los ríos (Rosales, 2019). Los ríos y/o quebradas muchas veces se desbordan frente a precipitaciones pluviales extremas afectando a las áreas expuestas (Yan et al., 2019), por lo que, según Rahadiati et al. (2019) es imprescindible delimitar las áreas de inundación, a fin de que, sirva para la mitigación y prevención de inundaciones.

La periodicidad e intensidad de las inundaciones ha aumentado como consecuencia de los cambios climáticos globales (Suchara, 2019). Perú y muchas de sus regiones sufrieron los abatimientos de la naturaleza por el fenómeno climatológico del Niño, año 2017; el departamento de Cajamarca fue uno de los más afectados por ser una región altoandina que, generalmente registra fuertes precipitaciones, pero que, en el año 2017, sufrió eventos extraordinarios que, afectaron a 114 de sus distritos, con un saldo de 13,123 damnificados, con viviendas, sembríos e infraestructura vial destruida (INDECI, 2017).

La ciudad de Chota está en la Unidad Hidrográfica del Chamaya (microcuenca del Chotano), con relieve accidentado de 2200 msnm hasta los 2550 msnm, con pendientes de 5 a 30% y suelos arcillosos plásticos con mal drenaje

(MPCH, 2018). Estas condiciones, muchas veces generan inundaciones en los diferentes sectores de la ciudad (diez sectores), tal como asevera Asencio (2013), el desborde del cauce del río Chotano, desde el cementerio San Juan hasta al puente Chota, dejó en promedio 150 afectados.

El río Chotano nace de diferentes quebradas al sureste de la ciudad de Chota, conserva este nombre hasta que se une con el río Huancabamba para formar el río Chamaya, afluente del río Marañón que desemboca en el río Amazonas. El río Chotano delimita por el sur la ciudad de Chota, sus afluentes o tributarios son la quebrada San Mateo por el norte y la quebrada S/N y quebrada Colpamayo por el este.

El tramo de análisis, entre el puente cementerio y puente Chota corresponde a una parte del cauce del río Chotano que viene desde el sur y se dirige al noroeste, dividiendo a la ciudad en los sectores 2 y 5, conforme está en el PDU (MPCH, 2018). Estos sectores urbanos, poco a poco vienen siendo ocupados por construcciones de viviendas que se están ubicando muy cerca al cauce del río Chotano, ya sea por desconocimiento y/o falta de información y control de parte de funcionarios de la municipalidad provincial. Esta ocupación es preocupante por cuanto el río Chotano incrementa considerablemente su caudal en épocas de lluvias y tiende a generar inseguridad en las viviendas construidas, así como podría afectar la integridad física de sus habitantes. Por lo que, era necesario identificar probables áreas de inundación, a través de verificaciones de campo y con el uso de herramientas tecnológicas que permitan delimitar estas áreas considerando distintos períodos de retorno de una avenida máxima.

Siendo así, el cauce del río Chotano atraviesa aproximadamente en un recorrido de 3.1 km, los sectores colindantes 2 y 5 de la zona de expansión urbana,

notándose en ellas diversas construcciones muy cerca de las riberas, lo que las hace propensas a inundaciones y/o peligros de inundación fluvial ante la presencia de eventos extremos, aún más en el entorno en el que, no se contaba con información sobre las características hidrológicas, topográficas, geomorfológicas del lugar, y como las precipitaciones pluviales llevarían a desencadenar un evento de inundación fluvial al incrementar el caudal del río Chotano, en otras palabras no se contaba con planos que, delimiten la inundación en este recorrido de 3.1 km. Esto ha despertado el interés de la investigación, por ello en la misma, se ha analizado y evaluado ¿Cuáles son las áreas propensas a inundación en los sectores 2 y 5, entre el tramo puente cementerio al puente chota como consecuencia de eventos extraordinarios del río Chotano?

1.2. Formulación del problema

¿Cuáles son las áreas propensas a inundación en los sectores 2 y 5, entre el tramo puente cementerio al puente chota como consecuencia de eventos extraordinarios del río Chotano?

1.3. Justificación

El aporte teórico del análisis de la delimitación de áreas inundables se relaciona con la valoración del territorio y la minimización de riesgos, debido a que, primordialmente, permite obtener información que, servirá para que, la población conozca las áreas de inundación fluvial, y los entes gubernamentales puedan administrar dicha información en la planificación y gestión del territorio, minimizando los daños y pérdidas económicas y humanas.

En primer lugar, el análisis de la delimitación de áreas inundables aporta al desarrollo de una conciencia territorial, que implica una comprensión integral del territorio, sus características y su dinámica, lo que contribuye a la planificación

y gestión del riesgo. En este sentido, el análisis permite conocer la topografía, las características geológicas, la hidrología y la climatología del territorio, en este caso se centra específicamente en un trayecto de 3.1 km del río Chotano entre el sector 2 y 5 de Chota, lo que permite determinar las áreas con mayor peligro de inundación fluvial ante una máxima avenida. En este sentido, el análisis permite conocer las particularidades de los eventos de inundación, como su intensidad, frecuencia y duración, información indispensable que, permitirá que, los entes gubernamentales puedan diseñar planes de contingencia y establecer medidas preventivas, como la construcción de infraestructuras de protección, la definición de zonas de riesgo y la implementación de sistemas de alerta temprana.

Así mismo, si bien hay referentes (investigaciones nacionales) que delimitan áreas de inundación, todas se enfocan en el cauce principal, y no analizan el caudal aportante de las quebradas que, se unen al río (confluyen en este cauce principal incrementando su caudal), por ello, se ha tomado tal aspecto, permitiendo tener mayor exactitud en el modelo hidráulico del cauce, lo que, le da trascendencia.

Otro aporte teórico del análisis de la delimitación de áreas inundables es su relación con el desarrollo sostenible, ya que permite establecer medidas que minimicen los impactos ambientales y sociales de los eventos de inundación. En este sentido, el análisis contribuye a la identificación de áreas de conservación y protección ambiental, que pueden ayudar a prevenir la erosión y el deterioro del suelo, así como también permite establecer medidas de resiliencia social, como la identificación de grupos vulnerables.

En conclusión, el análisis de la delimitación de áreas inundables en un sector por desborde de un río es esencial para la gestión del territorio, ya que

permite conocer la superficie de inundación y establecer medidas preventivas para minimizar los daños y pérdidas económicas y humanas. La identificación y delimitación precisa de las áreas propensas a inundaciones es crucial para una gestión efectiva, sin embargo, existe una falta de información actualizada y precisa sobre la delimitación de áreas inundables en nuestra provincia. Esto dificulta la toma de decisiones informadas y la implementación de medidas de mitigación adecuadas. Por lo tanto, el propósito de la investigación es desarrollar un enfoque integral aplicado al mundo real.

1.4. Delimitación de la investigación

La investigación se ha realizado temporalmente en un periodo de 12 meses desde noviembre del 2021; su delimitación física se da en el cauce del río Chotano entre el puente cementerio - coordenadas UTM WGS 84 Z 17S 759541.96 m E, 9273251.55 m S - y el puente Chota - 757598.00 m E, 9274952.00 m S, en un recorrido de 3.1 km, teniendo en ambas márgenes a los sectores 2 y 5 del área de expansión urbana de la ciudad de Chota (según PDU 2017-2027 de la MPCH, 2018).

En el aspecto metodológico se ha utilizado el método determinista descrito por Hernández-Uribe et al. (2017) que, implica la formulación de un modelo de análisis hidrológico e hidráulico por el uso de programas digitales como el HEC-RAS para cumplir con el objetivo científico que, es aportar de forma teórica con información sobre las áreas de inundación por desborde del río Chotano.

Para su desarrollo, de manera técnica se ha seguido una serie de procesos, entre ellos: Se ha definido la batimetría del río Chotano, por medio del levantamiento topográfico con GPS diferencial. Se han utilizado herramientas tecnológicas como ArcGIS 10.5 para delimitar la microcuenca del río Chotano en

las coordenadas UTM WGS84 17S 759541.96 m E, 9273251.55 m S; y de las microcuencas aportantes de la Quebrada San Mateo (757699.00 m E, 9274866.00 m S), la quebrada S/N (757768.00 m E, 9274762.00 m S) y la quebrada Lopez Mayo (758999.00 m E, 9273558.00 m S), a fin de conocer sus parámetros hidrogeomorfológicos. Para determinar los caudales frente a eventos extremos se ha utilizado el programa HIDROESTA v.2., donde se han procesado los datos pluviométricos solicitados al SENAMHI de la estación meteorológica Chota (760025.00 m E, 9275705.00 m S), previa transferencia de datos a la microcuenca del río Chotano, utilizando el análisis dimensional de Ortiz (2015). Finalmente, para delimitar las áreas de inundación se ha usado el programa HEC-RAS 6.0.1, para luego presentar los mapas de las áreas inundables en el tramo puente cementerio - puente Chota, sectores urbanos 2 y 5, en diferentes $T_r = 10, 25, 50, 100, 200$ y 500 años.

1.5. Limitaciones

La microcuenca del río Chotano no cuenta con estaciones meteorológicas y, por lo tanto, no hay registros de parámetros meteorológicos, teniéndolos que, importar de otras estaciones vecinas con larga y/o mediana data la misma que, ha sido obtenida del SENAMHI. En este caso se han usado los datos de la estación meteorológica Chota, ubicado en 760025.00 m E, 9275705.00 m S, que se encuentra a unos metros del punto de aforo de la microcuenca del río Chotano, con punto emisor en 759541.96 m E, 9273251.55 m S.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Analizar la delimitación de áreas inundables en los sectores 2 y 5, tramo puente cementerio - puente chota, que se verían afectadas como consecuencia de las fuertes precipitaciones pluviales en la microcuenca del río Chotano.

1.6.2. Objetivos específicos

- Determinar los parámetros hidrogeomorfológicos (área, pendiente, altitud media, longitud del cauce principal, tiempo de concentración) de la microcuenca del río Chotano, en el punto emisor en las coordenadas UTM WGS84 17S 759541.96 m E y 9273251.55 m S; y de las quebradas aportantes.
- Determinar caudales máximos de la microcuenca del río Chotano aplicando el Método Racional Modificado de Témez; y de las quebradas colindantes aplicando el Método Racional.
- Delimitar las áreas de inundación en los sectores 2 y 5 generadas por máximas avenidas del río Chotano y sus áreas aportantes en el tramo de estudio, para tiempos de retorno de 10, 25, 50, 100, 200 y 500 años.

CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

Rana y Suryanarayana (2021) estimaron las peculiaridades de las cuencas hidrográficas que influyen en las inundaciones y su impacto en las inundaciones en una región con escasez de datos. La muestra de estudio fue la cuenca de Vishwamitri en el distrito de Vadodara, Gujarat, determinaron sus parámetros geomorfológicos, procesaron los datos pluviométricos en HEC-GeoHMS y modelaron las inundaciones en HEC-RAS. La cuenca tiene un área de 1289.39 km², y la longitud del curso principal es 66.23 km. El área de inundación para 15, 25, 35 y 50 años es 752.69, 872.69, 951.73 y 1033.16 km².

Restrepo (2021) buscó estimar caudales para eventos de crecidas máximas en el río Vijes, para ello determinó los parámetros morfométricos de la cuenca del río Vijes, misma que tiene un coeficiente de compacidad de 1.454, pendiente de 11.7%, número de orden 5, tiempo de concentración mínimo de 1.10 horas. Los datos de lluvia el autor lo obtuvo de las estaciones de Villamaria y Ocache. Concluyendo que el caudal medio multianual es 0.145 m³/s.

Ogras y Onnen (2020) realizaron el análisis de la llanura de inundación entre la autopista Diyarbakır-Silvan y el histórico puente Ten-Eyed. Han evaluado las zonas inundables y creado un mapa de riesgo de inundación que pueda predecir las zonas de riesgo en el río Tigris. Determinaron las características hidráulicas del lecho de inundación y los perfiles de la superficie del agua de las crecidas para tiempos de retorno de 25, 50, 100 y 500 años, así como el análisis unidimensional de la llanura de inundación del río Tigris.

Figuerola (2019) tuvieron por fin determinar las áreas de inundación frente a máximas avenidas, aplicando el HEC-RAS para la modelación hidráulica. La cuenca del río Jipijapa era pequeña con un área de 32.79 km², produciendo pequeños caudales para los Tr de 10, 25, 50 y 100 años, los cuales se utilizaron en HEC-RAS. Concluyeron que las mayores zonas de vulnerabilidad se encuentran en el km 0+440.

Bermeo-Artunduga et al. (2018) realizaron el análisis hidrológico de la microcuenca del cauce del río Cañas del municipio de San Francisco – Cundinamarca en el software HEC-HMS, estimando los caudales máximos para Tr de 2, 10, 25, 50 y 100 años con los métodos de los hidrogramas unitarios y métodos estadísticos, para contrastarlos entre sí, definiendo que, se tiene similitud en los resultados alcanzados, pero el hidrograma permite definir la forma como se da la precipitación pluviométrica en el área.

Patel et al. (2017) valoraron las inundaciones de la ciudad de Surat de la India, situada 100 km aguas debajo de la presa Ukai y 19.4 km aguas arriba de la desembocadura del río Tapi, mediante modelado hidrodinámico 2D. Del área de las siete zonas de la ciudad el 75% al 77% estuvo bajo inundación, siendo más profunda la inundación en la zona oeste. El estudio muestra la capacidad 2D del nuevo HEC-RAS 5 para estudios de mapeo y gestión de inundaciones.

Fernández (2015) delimitó las zonas inundables utilizando el software HEC-RAS. Obtuvo el plano del cauce trazando las líneas divisorias en la geodesia provista. Para los datos pluviométricos utilizó la especificación "Precipitación Máxima Diaria en la Península". De esto concluyó que se desplegó un plano de la zona expuesta correspondiente al escenario hidrológico en ArcGis y HEC-HMS, y se modeló el cauce en el software HEC-RAS.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Iruri y Jiménez (2021) determinaron que, la cuenca Malache distrito de Punta Hermosa, tiene un área de 173.46 km², pendiente de 32.15%, longitud de cauce principal de 20.96 km, y pendiente de cauce de 3.92%. Los caudales máximos son 21.5, 28.5, 35.5 y 43.3 m³/s para Tr 25, 50, 100 y 200 años, datos procesados en FLO-2D para comprobar la inundación. Concluyendo que, los sectores de Pampapacta y Punta Hermosa son zonas críticas, de peligro muy alto frente a lluvias extraordinarias. Proporciona información actualizada sobre las zonas que están en riesgo de sufrir inundaciones. Esto es fundamental para la planificación urbana y la ubicación de infraestructuras críticas

Alvarez y Moreno (2021) realizaron la simulación de la inundación frente a eventos extremos, con la finalidad de mitigar la probabilidad de inundación en zonas cercanas a ríos. Han utilizado datos hidrológicos de caudales máximos procesados por el método de Gumbel para Tr de 2, 5, 10, 50, 100 y 500 años. El modelamiento hidráulico lo realizaron en HEC-RAS llegando a determinar la inundación, luego se implementaron en el software obras de protección ribereñas, logrando mitigar el impacto, al disminuir el área inundada en Piura. Permite la comprensión de los mecanismos y las dinámicas de las inundaciones en un área específica. Este tipo de simulaciones puede ayudar a valorar los efectos de distintos eventos climáticos y a diseñar medios de prevención de inundaciones más precisas y efectivas.

Mamani y Llanchipa (2020) delimitaron el modelo digital del flujo hídrico en la cuenca baja del río Coata – Puno, y en HEC-RAS determinaron las áreas de inundación. Concluyeron que para un periodo de retorno de 5 años el caudal asciende a 428.06 m³/s, con un área de afectación de 113 hectáreas, donde 119 ha

eran zonas de cultivo. Proporciona datos geoespaciales y modelos matemáticos para identificar las zonas que tienen mayor probabilidad de inundarse. Esta información puede usarse para evaluar el riesgo de inundaciones en áreas específicas y tomar medidas para reducir el impacto de estos eventos, como mejorar la infraestructura de drenaje o implementar sistemas de alerta temprana.

Panta (2020) determinó los parámetros geomorfológicos de las cuencas sobre las que se asienta la comunidad campesina Cujaca. Aplicó el método del hidrograma unitario y racional modificado, determinando que, el caudal máximo para Tr de 10, 25, 50, 100 y 500 años es 144.23, 184.65, 215.21, 245.58 y 317.97 por el análisis 1 y 136.95, 174.21, 202.30, 230.39 y 296.29 m³/s para el análisis 2. Concluyó que las cuencas son propensas a inundaciones. Estos conocimientos son fundamentales para reducir los impactos de las inundaciones en comunidades y ecosistemas.

Mundaca (2020) determinó el área de inundación por medio del modelamiento hidráulico del río Yuracyacu en Nueva Cajamarca, Rioja, para un caudal de 394.536 m³/s a 200 años de Tr, concluyendo que hay desbordamientos del río en la zona los Olivos, siendo más afectado el sector Monterrey. Aporta datos técnicos acerca de la superficie más propensa a inundaciones fluviales, siendo así, la información alcanzada se puede comparar en base al caudal máximo de modelamiento y otras características del lugar, para comprender la diferencia entre la inundación dada por uno u otro cauce.

Mosquera y Rojas (2019) determinaron los caudales de diseño del río moche tramo puente santa rosa con el puente moche para los Tr de 25, 50 y 100 años eran 403.81, 629.86 y 979.25 m³/s, datos que, fueron modelados en HEC-RAS, verificando así que, en épocas de lluvia se podría generar un desborde del

río que afectaría a 250 viviendas, por lo que es necesaria la descolmatación. El aporte radica en que, además de identificar los parámetros de modelamiento e identificar las superficies de inundación están planteando propuestas de contención de forma teórica, pero que, ayudan a comprender la peligrosidad del evento de inundación.

Chagua (2018) identificó los parámetros geomorfológicos de la cuenca del distrito de Calango, Cañete, realizó la simulación hidrológica en el modelo HEC-HMS, obteniendo los caudales para Tr de 100 y 500 años, concluyendo que, el área inundada por el río mala en Tr de 100 y 500 años era 17.714 y 25.417 Ha. El aporte radica en la información espacial de la inundación, de la extensión de la misma en relación con el Tr de la precipitación pluviométrica lo que, coadyuva a comprender mejor el fenómeno.

Gutiérrez (2017) determinó que frente a una máxima avenida en Cuso el cauce del río Pachatusan se incrementaría desbordándose y dejando un total de 32.30 ha de áreas afectadas, dentro de las cuales hay 77 viviendas afectadas de un total de 116. Además, indicó que, las medidas de mitigación existentes son insuficientes y serán superadas por los caudales afectando a todos los terrenos, cultivos, infraestructura y demás bienes contiguos al río Pachatusan.

Mamani (2014) elaboró mapas de inundación frente al desborde del río Ayaviri para Tr 5, 50 y 100 años en la ciudad de Ayaviri. Concluyó que, 253.03 ha de áreas serían inundadas en ambas márgenes del río Ayaviri, con un tirante de agua de 1.18 m y la velocidad de flujo de 2.72 m/s, para Tr de 100 años. El aporte distintivo es la forma en la que, se visualizan los resultados por medio de mapas.

2.1.3. Antecedentes regionales

Aparicio (2021) delimitó la cuenca del río Quinuas en el centro poblado La Quispa con un área de 45.23 km², y utilizó datos meteorológicos de “La Encañada” para a través del programa HidroEsta estimar los caudales máximos para Tr de 15, 25 y 40 años los caudales son 110.7, 123.9, y 136.84 m³/s. Como conclusión, que el área inundada para un Tr de 40 años es 479 m² del pueblo, y 7537 m² de cultivos. Este trabajo consistió en establecer los límites exactos de las áreas que se ven afectadas por las inundaciones. Esta información es crucial para la gestión de riesgos y la planificación urbana, ya que permite identificar las áreas a proteger y tomar medidas preventivas adecuadas.

Peña y Nuñez (2020) realizaron el levantamiento topográfico de la quebrada de Pindo, centro poblado Perico, distrito Chirinos, provincia San Ignacio-Cajamarca, para luego exportarla al programa HEC-RAS y definir la inundación para Tr de 25, 50, 100 y 200 años. Concluyeron que la quebrada Pindo, generará inundaciones frente a precipitaciones pluviales extremas. Estos estudios implican la recopilación y análisis de datos hidrológicos y topográficos para identificar las áreas más propensas a inundación. Estos estudios son fundamentales para comprender y predecir los riesgos de inundación en una determinada región.

Díaz (2019) determinó la superficie inundable del río Chonta en el caserío Tartar Chico, Baños del Inca. Utilizó datos de precipitaciones de la estación Augusto Weverbauer y las traslado a la cuenca del río Chonta, determinando intensidades y caudales máximos que fueron modelados en el software Iber para determinar las áreas de inundación para tiempos de retorno de 50, 200 y 500 años. Concluyó que es necesario construir defensas ribereñas en el margen derecho del

Km 1+180.54 – 1+582.67 y en el margen izquierdo del km 1+180.54 – 1+472.91. Este estudio permitió identificar las áreas más vulnerables y determinar las ubicaciones estratégicas para construir estas defensas.

Mantilla (2019) identificó las áreas de inundación de la quebrada Chinchinmarca, Sector 24 (Villa Huacariz). Utilizó la información pluviométrica de la estación meteorológica Weberbauer para obtener las intensidades máximas, y procesarlas por el método racional para estimar las máximas avenidas (Tr 50 años). Los caudales se usaron en Iber V2.4.3., para hacer los mapas de riesgos en ArcGis 10.3, concluyendo que las áreas inundables para un riesgo de 5%, 10%, y 15% sería 165894, 158086 y 150278 m². Estos mapas representan de manera visual el nivel de riesgo de inundación en diferentes áreas. Estos mapas son herramientas importantes para la toma de decisiones tanto a nivel gubernamental como a nivel comunitario, ya que permiten identificar las áreas prioritarias para la implementación de medidas de prevención y respuesta ante inundaciones.

Hernández (2018) zonificó las áreas de inundación en Santa Bárbara por desborde de la quebrada Sambarbamba. Para ello, utilizó la topografía y los datos de la estación meteorológica Augusto Weberbauer (1973 – 2015). Determinó los caudales máximos para Tr 10, 50, 100 y 200 años, mismos que proceso en el programa Iber, concluyendo que, las áreas de inundación en Santa Bárbara son considerables, por tanto, el nivel de peligrosidad es alta. Este estudio ha permitido identificar las áreas que requieren mayor atención en términos de prevención y mitigación de inundaciones, a la vez se han comparado las áreas de inundación determinadas para dos zonas cajamarquinas en las que, sus cauces se desbordan recurrentemente generando inundaciones, como lo genera el río Chotano.

Trigoso (2018) determinó la superficie de inundación en un tramo de 3.2 km en 0.78 km² de la quebrada Calispuquio del área urbana de la ciudad de Cajamarca. Calculó los caudales para Tr de 50, 100, 200, 300 y 500 años; utilizó estos valores para determinar la inundación. Concluyendo finalmente que, el área de inundación es 10.8 ha, con un tirante máximo de 2.1 m, por lo que, el autor propuso como medidas preventivas la limpieza y reparación del canal desde la Av. San Martín a la Av. Atahualpa. Esta información es fundamental para evaluar el impacto potencial de las inundaciones y tomar decisiones adecuadas en cuanto a la planificación urbana y la construcción de infraestructuras.

Becerra (2017) hizo el modelamiento y ajuste al modelo de variable Extrema Gumbel, con lo que obtuvo intensidades máximas, después se calculó el caudal máximo en función del tiempo de retorno (Tr), luego realizó el modelamiento en HEC-RAS, determinando los niveles máximos de agua en cada sección, de tal forma se presentan en el plano en planta del sector El Parral marcando las áreas de inundación. Este estudio permitió identificar las zonas más propensas a sufrir inundaciones y estimar la probabilidad de que ocurran.

2.2. Bases teórico – científicas

2.2.1. *Efecto de los parámetros hidrogeomorfológicos de una cuenca en el caudal máximo*

Los parámetros hidrogeomorfológicos de la cuenca pueden tener un efecto significativo en el caudal máximo. Estos parámetros incluyen la forma y el tamaño de la cuenca, la pendiente del terreno, la longitud y la densidad de la red de drenaje (Coe et al., 2008).

La forma y tamaño de la cuenca pueden influir en la cantidad de precipitación que cae en ella y en la velocidad a la que el agua fluye hacia el río. Las cuencas más

grandes y más redondeadas tienden a tener tasas de escorrentía más altas y caudales máximos más grandes en comparación con cuencas más pequeñas y alargadas (Khaleghi et al., 2011).

La pendiente del terreno también afecta el caudal máximo, ya que una pendiente más pronunciada permite que el agua fluya más rápidamente hacia el río. Además, la longitud y la densidad de la red de drenaje determinan la cantidad de tiempo que tarda el agua en llegar al canal del río y pueden influir en la magnitud y la duración del caudal máximo (Coe et al., 2008).

El uso del suelo y vegetación también pueden afectar el caudal máximo. La vegetación puede frenar la velocidad a la que el agua fluye hacia el río al retener parte de la lluvia, mientras que el uso del suelo puede modificar la permeabilidad del suelo y aumentar la cantidad de escorrentía que fluye hacia el río (Coe et al., 2008).

En general, los parámetros hidromorfológicos de la cuenca pueden tener un impacto significativo en el caudal máximo, y se deben considerar cuidadosamente al modelar y predecir el comportamiento hidrológico (Khaleghi et al., 2011).

2.2.2. *Relación entre la intensidad máxima de la lluvia y el caudal máximo*

La intensidad máxima de la lluvia y el caudal máximo tienen una relación directamente proporcional. Esto significa que a medida que aumenta la intensidad máxima de la lluvia, también crece el caudal máximo. Esto es debido a que la cantidad de agua que cae en un área determinada en un tiempo determinado es mayor, lo que resulta en un mayor volumen de agua que fluye a través de los ríos, arroyos y canales de drenaje. La variabilidad de las precipitaciones tiene un mayor impacto en los caudales máximos a escalas más pequeñas. El efecto de la variabilidad de las precipitaciones se reduce en cuencas

de mayor escala a medida que la red fluvial se agrega y suaviza la variabilidad de las tormentas (Mandapaka et al., 2009). Por lo tanto, es importante que se realicen mediciones precisas de la intensidad máxima de la lluvia para predecir el caudal máximo y para tomar medidas apropiadas en caso de inundaciones

2.2.3. *Incremento del caudal por confluencia de quebradas al cauce principal*

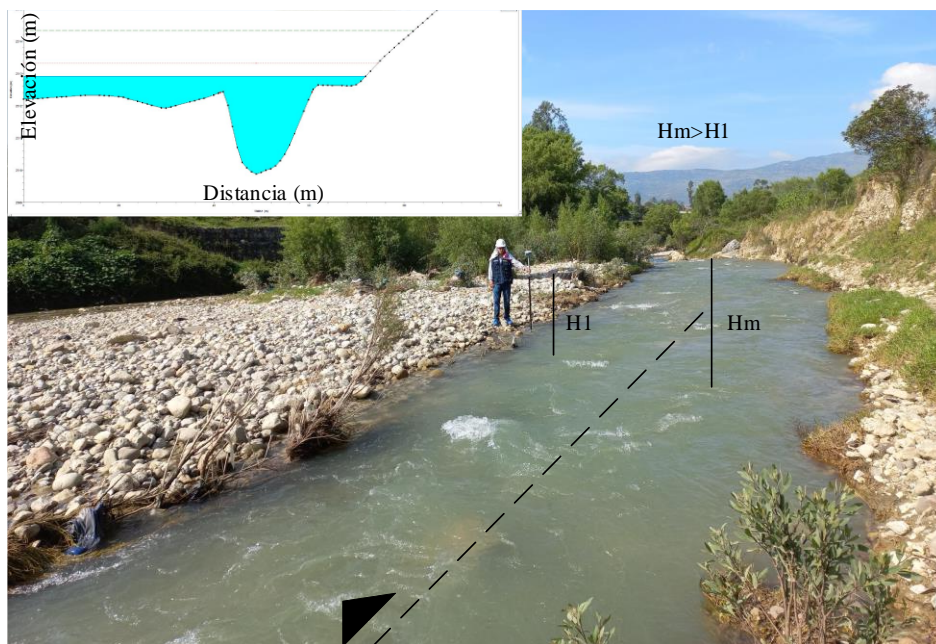
En las redes fluviales, las confluencias se asocian con cambios significativos en la dinámica del flujo, el transporte de sedimentos y la morfología del lecho, que se sabe que dependen de las características de la confluencia (Leite et al., 2012). El incremento del caudal por confluencia de quebradas al cauce principal se produce cuando el agua de dos o más quebradas se juntan y fluyen en la misma dirección hacia un río o arroyo principal. A medida que el agua de las quebradas se junta, el volumen de agua aumenta, lo que puede provocar un aumento en el caudal y el nivel del río o arroyo principal. Este proceso puede ser beneficioso o perjudicial, dependiendo de las circunstancias. Por un lado, puede ayudar a aumentar el caudal de los ríos y arroyos para uso humano, como el suministro de agua potable, la generación de energía hidroeléctrica, la irrigación, entre otros. Por otro lado, también puede tener efectos negativos, como la creación de inundaciones en zonas bajas cercanas al río o quebradas, y la erosión del cauce debido a la fuerza del agua.

La geometría de la zona de separación es importante porque delimita el ancho efectivo del cauce posconfluencia y es un área de presión reducida y de flujo recirculante, lo que favorece la acumulación de sedimentos. La región de máxima velocidad ocurre aguas abajo de la unión de flujo en la sección transversal restringida cerca de la región de separación. La capa de corte se forma a lo largo de la interfaz de la zona de separación de flujo y la zona de máxima velocidad,

caracterizada por una alta intensidad de turbulencia, tensión de corte y la presencia de una estructura de flujo bien organizada, siendo así, la confluencia no solo incrementa el caudal, sino el nivel de sedimentos, lo que, producirá zonas de estancamiento y frente a una máxima avenida generaría el desborde del cauce, llevando a que, se suscite una inundación (Pimentel, 2021).

Figura 1

Vista de la Confluencia de un Río con una Quebrada



Nota: Adaptado de (Leite et al., 2012).

2.2.4. *Áreas inundables en referencia al caudal máximo fluvial*

La relación entre las áreas inundadas y el caudal máximo del río es directamente proporcional. A medida que el caudal del río aumenta, también lo hace la cantidad de agua que se acumula en su cuenca y, por consiguiente, se produce una inundación. Cuanto mayor sea el caudal del río, más áreas se inundarán. Por lo tanto, el caudal máximo del río es un factor significativo en la gestión y prevención de inundaciones. Además, la topografía del terreno, la vegetación, la urbanización y otros factores también pueden afectar la extensión y gravedad de las inundaciones (Horritt y Bates, 2001).

2.2.5. Efectividad del programa HEC-RAS

Es un software de modelado hidráulico que se utiliza para el análisis de los flujos de agua en sistemas fluviales, ríos, corrientes y arroyos, así como en otras estructuras hidráulicas como diques y puentes. Contiene una gran cantidad de herramientas que permiten a los usuarios predecir los niveles de agua y los volúmenes de inundación en cada sección de la corriente a lo largo del río, incluyendo el análisis y diseño de estructuras hidráulicas. La eficacia de HEC-RAS en el cálculo de áreas de inundación se debe a la amplia gama de datos hidrológicos que admite el programa, lo que permite el análisis detallado de la zona de estudio, utiliza un modelo de navegación en la estructura del río para calcular la elevación del agua y la intensidad del flujo a lo largo del río y, por lo tanto, determinar las áreas de inundación; incluye una interfaz gráfica del usuario que facilita el proceso de entrada de datos y el modelado de las condiciones hidráulicas. También puede medir los resultados de las áreas de inundación mediante la superposición de los datos hidrológicos en los mapas topográficos, lo que permite una representación muy visual de los resultados (Pappenberger et al., 2005). En resumen, el programa HEC-RAS es una herramienta muy efectiva para el cálculo de áreas de inundación en diferentes cuerpos de agua. Su eficacia se debe a la amplitud de los datos hidrológicos que admite, la facilidad de uso de su interfaz gráfica y su capacidad para medir y visualizar los resultados. En conclusión, para los ingenieros hidráulicos y técnicos en especialistas en la prevención de desastres, el programa HEC-RAS es una herramienta indispensable para la gestión de las áreas de inundación.

2.2.6. Teoría de valores extremos

La teoría de valores extremos se utiliza en el cálculo de inundaciones fluviales para estimar la intensidad máxima y la frecuencia de las inundaciones en un área determinada. La teoría de valores extremos se basa en el supuesto de que las variables (como el caudal de un río) siguen una distribución de probabilidad. Usando datos históricos y modelos matemáticos, se pueden estimar las probabilidades de que ocurran inundaciones de diferentes magnitudes en el futuro. Esto es especialmente importante para la gestión de riesgos y la planificación urbana, ya que permite a los responsables de la toma de decisiones tomar medidas preventivas para minimizar los impactos de las inundaciones y asegurar la seguridad de las personas y las propiedades.

En resumen, la teoría de valores extremos es una herramienta vital en el cálculo de inundaciones fluviales y en la gestión de riesgos para avalar la seguridad y la resiliencia de las comunidades.

La teoría del valor extremo se remonta a principios de la década de 1970, cuando Nicolas Bernoulli planteó el problema de la distancia media máxima de “n” puntos distribuidos aleatoriamente en una línea recta con una distancia fija t al origen; Fréchet determinó el valor máximo en 1927 distribuciones pueden restringirse, y Fisher y Tippett en 1928 señalaron que las distribuciones de valores extremos solo pueden ser de tres tipos. Pero no fue hasta 1943 que Gnedenko proporcionó una base rigurosa para la teoría y propuso condiciones necesarias y suficientes para una convergencia débil. En 1958, Gumbel fue el primero en llamar la atención sobre la posible aplicación de la teoría de la forma de valor extremo a ciertas distribuciones. El primer problema tratado en 1941 estaba relacionado con los fenómenos meteorológicos (Casparri, 2015).

2.2.6.1. Teoría de los valores extremos

Los valores extremos son valores atípicos causados por eventos raros. También se pueden definir como eventos con baja probabilidad de ocurrencia, pero alto impacto. En el análisis de datos clásico, los valores extremos se denominan valores atípicos y generalmente se ignoran en la investigación. Esto significa analizar los datos para hacerlos uniformes y poder ajustar el modelo. Esto es cierto si se buscan estimadores de casos comunes, por lo que no debería importar si se eliminan o no los valores extremos. Pero si quieres describir eventos poco comunes, te equivocas, en ese caso es necesario no eliminar estos valores extremos sino considerarlos como parte del estudio (Casparri, 2015).

2.2.6.2. Teoría de valores extremos univariada

En la teoría de los valores extremos variables, hay dos formas de clasificar las observaciones como valores extremos. Uno de ellos es el modelo de valor máximo por bloque (o bloque máximo), y el otro es un modelo que utiliza picos o supera el umbral POT, que se abrevia como (Peaks Over Thresholds). El modelo de valor máximo para cada fragmento consiste en registrar el valor más alto para un intervalo de tiempo determinado (por ejemplo, un año o un mes). En un modelo POT se registran todos los valores por encima de un determinado nivel o umbral. Un análisis detallado de esta metodología se puede encontrar en Embrechts et al. (1997) y en Coles (2001) según cita Avilés et al. (2014).

a) Primer método: Máximos por bloque

Según Avilés et al. (2014) en el método de máximos por bloque se considera al máximo valor de una sucesión de variables aleatorias independientes e idénticamente distribuidas x_1, x_2, \dots, x_n , con función de distribución común F ,

denotado por M_n . El Teorema de Fisher-Tippet y Gnedenko dice que si existen constantes a_n y b_n y alguna función de distribución no degenerada tales que

$$P\left(\frac{M_n - b_n}{a_n} \leq x\right) = F^n(a_n x + b_n) \rightarrow G(x) \quad (1)$$

Cuando $n \rightarrow \infty$ para todos los puntos donde G es continua, entonces G es del siguiente tipo:

$$G_{\varepsilon, \mu, \sigma}(x) = \exp\left\{-\left(1 + \frac{\varepsilon(x-\mu)}{\sigma}\right)^{-\frac{1}{\varepsilon}}\right\}, \varepsilon \neq 0 \quad (2)$$

$$G_{0, \mu, \sigma}(x) = \exp\{-\exp\{-(x - \mu)/\sigma\}\}, \varepsilon = 0 \quad (3)$$

Para $x \in \mathbb{R}$. A G se le conoce como la Distribución Generalizada de Valores Extremos (DGVE). Al parámetro ε se le llama parámetro de forma, mientras que a μ y σ de localización y escala, respectivamente. A la DGVE con parámetros $\mu = 0$ y $\sigma = 1$ se le conoce como DGVE estándar. El parámetro ε es llamado parámetro de forma ya que determina la clase de distribución que representa la DGVE como sigue: para $\varepsilon > 0$, se dice que la distribución es de tipo Fréchet, si $\varepsilon < 0$ se dice que es de tipo Weibull, y si $\varepsilon = 0$ la distribución es de tipo Gumbel.

b) Segundo método: Picos sobre un umbral

Según Avilés et al. (2014) por otro lado, el método en el que se consideran como valores extremos a aquellos que sobrepasen un cierto nivel o umbral dado, es el de picos sobre un umbral o POT. Se dice que x es una excedencia sobre μ si $x > \mu$. En ese caso al valor $Y = x - \mu$ se le conoce como el exceso de x sobre μ . Para este modelo se hace uso de la función de distribución de los excesos F_μ . Se ha definido la función de distribución de los excesos sobre μ por la probabilidad condicional:

$$F_\mu(y) = P(x - \mu \leq y \mid x > \mu), 0 \leq y \leq \omega_F - \mu \quad (4)$$

Esta función es llamada la función de distribución de excesos condicional, pues reduce el espacio muestral a aquellas variables que sobrepasan el nivel μ .

2.2.6.3. Teoría de valores extremos univariada

El estudio de eventos multivariados se compone de dos partes: el estudio de las funciones de distribución marginales y la estructura de dependencia. Esta distinción se refleja tanto en la teoría como en la práctica. Comúnmente, primero se realiza el correspondiente manejo de las funciones marginales y como segundo paso, después de la transformación estandarizada de las marginales a una escala común (Avilés et al., 2014).

2.3. Marco conceptual

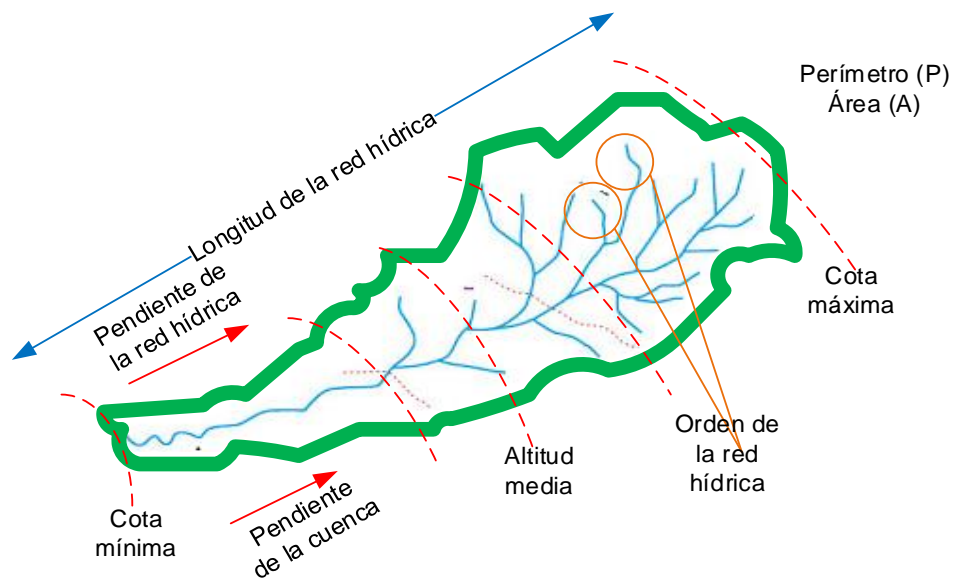
2.3.1. Cuenca hidrográfica y sus parámetros hidrogeomorfológicos

Es la superficie que integra a todos los cauces delimitado por el divortio aquarum (Villón, 2002, p. 21). Una cuenca hidrográfica es el contorno o límite de la misma que drena agua en un punto en común (Ordoñez, 2012, p. 8). Así mismo, las peculiaridades de la cuenca pueden ser manifestadas por medio de ciertos parámetros que, se alcanzan del proceso de la información cartográfica y topográfica de la zona de estudio, a ello, se le denomina parámetros hidrogeomorfológicos (Ortiz, 2004).

Área (A). Es la superficie de la cuenca la que está esencialmente contenida dentro de la curva cerrada del acuario divortio (López, 1998, p. 945). De acuerdo con el tamaño relativo de estos espacios hidrológicos define estrictamente la designación de microcuencas, subcuencas o cuencas hidrográficas, no obstante, para el caso del estudio se ha ampliado el área dada por Villón (2002) para microcuencas, tomando un criterio personal donde si el área es menor a 150 km² se seguirá calificando como microcuenca.

Figura 2

Cuenca hidrográfica



Perímetro (P). Línea que, delimita la cuenca (Villón, 2002, p. 32).

Pendiente de la cuenca (Sc). Grado de inclinación de la cuenca (López, 1998).

Tabla 1

Categorización de las cuencas según pendiente

Pendiente media (%)	Tipo de relieve	Símbolo
0 – 3	Plano	P1
3 – 7	Suave	P2
7 – 12	Mediano	P3
20 – 35	Accidentado	P4
35 – 50	Fuerte	P5
50 – 75	Muy fuerte	P6
50 – 75	Escarpado	P7
> 75	Muy escarpado	P8

Nota: (Ortiz, 2004, p. 3)

Factor de forma (F). Es un parámetro adimensional que representa la forma circular o alargada de la cuenca, que mide la tendencia de la cuenca a inundarse,

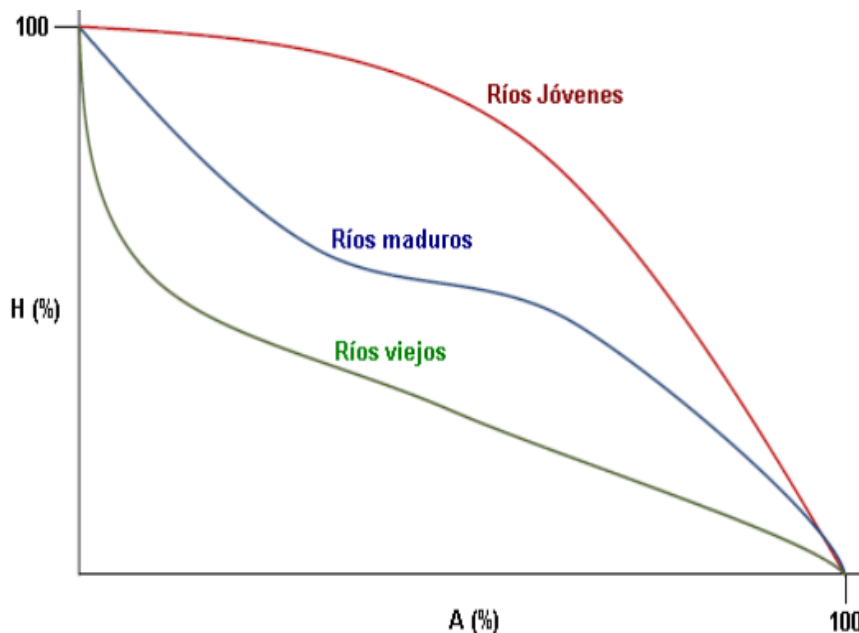
ya sea rápida e intensa o lenta y persistente, dependiendo de la tendencia a extremos grandes o pequeños, respectivamente (Ortiz, 2004, p. 3).

Coefficiente de compacidad (Kc). Semejanza entre la microcuenca y una circunferencia que, ocupa la misma área (Ortiz-Vera, 2015).

Altitud media. Indicador de la altitud de la cuenca permite estimar las precipitaciones para cuencas con información escasa (Ortiz, 2004).

Figura 3

Forma de la curva hipsométrica



Nota: (Ibañez et al., 2011).

Longitud de máximo recorrido (L). Medida de la trayectoria más larga de la red hidrológica (Ortiz, 2004, p. 3).

Número de orden de la cuenca (N). Número de ramificaciones de la red hídrica (Ortiz, 2004)

Método de Strahler para determinar el número de orden de la cuenca. El método de Strahler asigna un número de orden a cada arroyo o corriente según su jerarquía en la red de drenaje. Se comienza asignando un número 1 a cada uno de los arroyos de origen, es decir, aquellos que no tienen ningún otro arroyo que

desemboque en ellos. Luego, cuando dos arroyos de orden n se unen para formar un solo arroyo, este nuevo arroyo tendrá un número de orden $n+1$. De esta manera, los arroyos más pequeños tendrán un número de orden menor, mientras que los arroyos más grandes, formados por la unión de varios arroyos de menor orden, tendrán un número de orden mayor. El número de orden máximo en una cuenca será el número de orden de las corrientes más grandes (Ramírez et al., 2011).

Pendiente del máximo recorrido (So). Media de las pendientes del cauce principal (Ortiz, 2004).

Relación de confluencias (Rc). Es la relación entre el número total de cauces de cierto orden al número total de cauces de orden inmediatamente superior.

Coefficiente orográfico (Co). Enuncia el potencial de degradación de la cuenca, el cual aumenta con el aumento de la altura promedio del terreno y la disminución del área de proyección de la cuenca. Por lo tanto, este valor toma valores considerables para microcuencas pequeñas y montañosas, y decrece para cuencas amplias y pendientes bajas (Ortiz, 2004).

Tiempo de concentración (Tc). El tiempo de asentamiento requerido para que la caída hidráulica más lejana viaje hasta el punto de descarga (Ortiz, 2004, p. 4)

$$F = \frac{A}{L^2} \quad (5)$$

$$K_c = 0.28 \times P \times A^{-1/2} \quad (6)$$

$$H = \frac{1}{A} \sum_{i=1}^n H_i \times A_i \quad (7)$$

$$S_c = \frac{C}{A} \sum_{i=1}^n l_i \quad (8)$$

$$S_o = \left[\frac{\sum_{i=1}^{no} lp_i}{\sum_{i=1}^{no} \left(\frac{lp_i}{S_i}\right)^{1/2}} \right]^2 \quad (9)$$

$$L = \text{longitud de máximo recorrido} \quad (10)$$

$$N = \text{número de orden de la cuenca} \quad (11)$$

$$C_o = \frac{H^2}{A} \quad (12)$$

$$R_c = \frac{n_i}{n_{i+1}} \quad (13)$$

$$Tc = C \left(\frac{L \times Lc}{So^2} \right)^{0.38} \quad (14)$$

Donde, F es el factor de forma, A es el área de la cuenca, L es la longitud del máximo recorrido, Kc es el coeficiente de gravelius o índice de compacidad, H es la altitud media en msnm, Hi es la altura del área acumulada Ai sobre la curva Hi, n es el número de áreas parciales, Sc es la pendiente de la cuenca, C es la equidistancia entre curvas de nivel, A es el área de la cuenca, li es la longitud de cada curva de nivel, So es la pendiente del cauce principal, Lpi es la longitud de cada tramo de pendiente Si, no es el número de tramos de similar pendiente, Co es el coeficiente orográfico, Rc es la relación de confluencias, ni es el número total de cauces de orden i, y ni+1 es el número total de cauces de orden i+1, Tc es el tiempo de concentración, Lc es la longitud al centroide, C coeficiente escorrentía.

2.3.2. *Precipitaciones pluviales*

Segerer y Villodas (2006) expresan que, son todas las lluvias que caen sobre la superficie terrestre, ya sean líquidas o sólidas (nieve, granizo). Estos diferentes tipos de precipitación suelen medirse por sus equivalentes en agua, sin distinción.

2.3.2.1. **Formas de precipitación** (Villón, 2002)

- *Llovizna* → $0.10 \text{ mm} \leq \text{Gotas} \leq 0.5 \text{ mm}$
- *Lluvia* → $\text{Gotas} > 0.5 \text{ mm}$
- *Escarcha* → *capa de hielo transparente*
- *Nieve* → *Cristales de hielo blanco traslucido*
- *Granizo* → $5 \text{ mm} \leq \text{Bolas irregulares} \leq 125 \text{ mm}$

2.3.2.2. Clasificación de precipitación

Según Villón (2002) las precipitaciones pueden ser:

- Por convección Escala perpendicularmente por divergencia de temperaturas sufriendo refrigeración.
- Ciclónica Se debe al choque de masas de céfiro con diferentes temperaturas
- Orográfica Es estimulado por el ocaso hacia las cordilleras.

2.3.2.3. Medición de la precipitación

La velocidad se mide para verificar la altura de la capa de agua en un plano paralelo, se calcula en milímetros (mm) y se realiza una vez al día (Villón, 2002).

$$Pd = P_{24h} \left(\frac{d}{1440} \right)^{0.25} \quad (15)$$

Donde, Pd lluvia máxima de duración $5' < d < 1440'$, d duración de la lluvia en minutos, P24h precipitación máxima en 24 h.

2.3.2.4. Estación meteorológica

Según el Instituto Nacional de Investigación Agrícola (INIA, 2017) una estación meteorológica es un lugar en donde se realizan observaciones sobre el estado de la atmosfera y el ambiente; además de hacer observaciones se realizan mediciones de temperatura del aire, el suelo, la humedad, el viento, entre otros elementos meteorológicos. Una estación meteorológica proporciona información acerca de las precipitaciones pluviales máximas diarias, datos que, se requieren en el análisis de eventos extremos. En Perú, la información meteorológica se solicita al SENAMHI.

2.3.2.5. Transferencia de datos pluviométricos

La transferencia de datos pluviométricos se realiza por medio de las ecuaciones de Ortiz (2015) las cuales surgen del análisis dimensional de la precipitación:

$$\frac{I_o t_o}{H_o} = \frac{I_d t_d}{H_d} \quad (16)$$

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.

$$I_{xxx} = I_{estación} \frac{H_{xxx}}{H_{estación}} \quad (17)$$

Donde, I_{xxxx} 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 Co.

2.3.2.6. Análisis estadístico de datos hidrológicos

Su finalidad es estimar la cantidad, intensidad o caudal máximo de lluvia (según sea el caso) para diferentes periodos de retorno aplicando un modelo probabilístico (que puede ser discreto o continuo) (MTC, 2018).

a) Modelos de distribución

$$f(x) = \frac{1}{S\sqrt{(2\pi)}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{S}\right)^2} \quad (18)$$

Donde, se muestra el modelo de distribución normal, $f(x)$ función densidad normal de la variable independiente x , μ parámetro de localización, media aritmética de x , y S es el parámetro de escala, desviación estándar de x .

$$P(x \leq x_i) = \frac{1}{S\sqrt{(2\pi)}} \int_{-\infty}^{x_i} e^{-\frac{(x-\bar{X})^2}{2S^2}} \quad (19)$$

Donde, representa el modelo Log Normal 2 parámetros siendo: \bar{X} y S son los parámetros de la distribución.

$$f(x) = \frac{1}{(x-x_0)\sqrt{(2\pi)S_y}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln(x-x_0)\mu_y}{S_y}\right)} \quad (20)$$

Donde, representa la distribución log normal 3 parámetros para $x > x_0$, Donde: x_0 parámetro de posición, μ_y parámetro de escala o media, y S_y^2 parámetro de forma o varianza.

$$f(x) = \frac{x^{y-1} e^{-\frac{x}{\beta}}}{\beta^y \Gamma(y)} \quad (21)$$

Donde, se muestra la distribución Gamma 2 parámetros, para: $0 \leq x < \infty$; $0 < y < \infty$; $0 < \beta < \infty$, “y” parámetro de forma y β parámetro de escala.

$$f(x) = \frac{(\ln x - x_0)^{y-1} e^{-\frac{(\ln x - x_0)}{\beta}}}{x \beta^y \Gamma(y)} \quad (22)$$

Donde, representa la distribución log Pearson Tipo III, Valido para: $x_0 \leq x < \infty$; $-\infty < x_0 < \infty$; $0 < \beta < \infty$; $0 < y < \infty$, x_0 parámetro de posición, “y” parámetro de forma y B parámetro de escala.

$$F(x) = -e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}} \quad (23)$$

Donde, representa el modelo Gumbel, $\alpha = \frac{1.2825}{\sigma}$ parámetro de concentración y $\beta = \mu - 0.45\sigma$ parámetro de localización.

$$y = \frac{\ln x - \mu}{\alpha} \quad (24)$$

$$G(y) = e^{-e^{-y}} \quad (25)$$

En la ecuación 24 y 25, se representa la distribución Log. Gumbel, y la función de la variable y.

b) Pruebas de bondad de ajuste

Las pruebas de bondad de ajuste son pruebas de hipótesis que evalúan si un conjunto de datos es una muestra independiente de una distribución elegida. En teoría estadística, las pruebas más populares son χ^2 y Kolmogorov-Smirnov (MTC, 2018).

$$D = \text{máx}|F_o(xm) - F(xm)| \dots\dots\dots(26)$$

Donde, se muestra el proceso de la prueba Komologrov – Smirnov, donde el máximo valor absoluto de la diferencia D entre la función de distribución de probabilidad observada $F_o(xm)$ y la estimada $F(xm)$.

$$Fo(xm) = 1 - \frac{m}{n+1} \dots\dots\dots(27)$$

Donde, se muestra la ecuación para determinar la probabilidad observada Fo (xm).

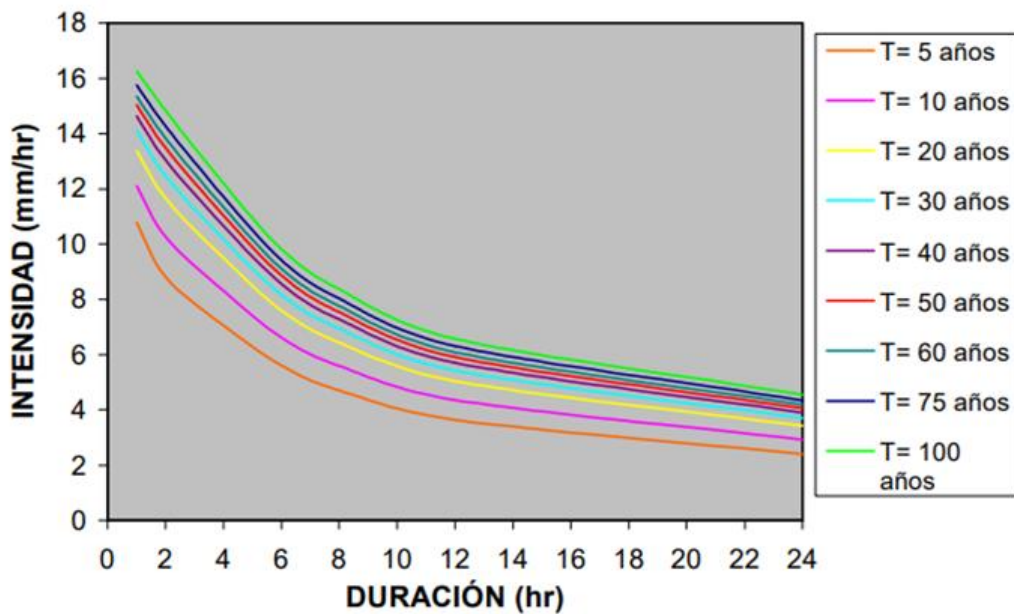
2.3.3. Intensidades máximas

La intensidad de precipitación (i) es la cuantía de agua que cae (mm) por el tiempo t en mm/hr (Villón, 2002, p. 89). Depende del intervalo de tiempo, cuanto mayor sea la duración, menor será la intensidad por unidad de tiempo y, a la inversa, cuanto menor sea la duración, mayor será la intensidad por unidad de tiempo. Las precipitaciones que dan lugar a un mayor caudal tienen duración igual al tiempo de concentración (Ávila, 2017). Para determinar la intensidad máxima para un periodo de retorno en un tiempo de concentración específico, se utilizan las curvas de intensidad – duración – frecuencia, también denominadas curvas IDF.

$$i = \frac{P \text{ (profundidad de lluvia)}}{Td \text{ (duración)}} \quad (28)$$

Figura 4

Ejemplo de curvas IDF



Nota: (Pizarro, et al., 2011).

2.3.3.1. Curvas IDF

Son curvas que conectan puntos característicos de la intensidad media en diferentes rangos de duración, y todos estos puntos representativos corresponden a la misma frecuencia o periodo de retorno (Rojas, 2011). Para determinar las curvas IDF se sigue el procedimiento descrito por el MTC (2018), el cual consta de los siguientes pasos:

- (01). Elegir las precipitaciones ascendentes para disímiles tiempos de duración.
- (02). Ordenar de mayor a menor.
- (03). Ordenar a cada valor una probabilidad empírica
- (04). Computar el tiempo de retorno de cada valor
- (05). Graficar la curva intensidad-frecuencia-duración.

2.3.3.2. Período de retorno

Este es el intervalo de un torrente. Es el número de años desde que se ajustó o lanzó un evento (Villón, 2002, p. 241).

$$\Pr(T, N) = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^N \quad (29)$$

Dónde, Pr (T, N): probabilidad (%) de que un evento con período de retorno T ocurra al menos una vez en N años, T: periodo de retorno en años.

Tabla 2

Periodo de retorno (Tr) recomendado para el diseño estructuras menores

Estructura	Tr (años)
Puente sobre carretera importante	50 - 100
Puente o alcantarilla sobre carretera menos importante.	25
Alcantarillado sobre camino secundario.	5 - 10
Drenaje urbano	2 - 10
Drenaje agrícola	5 - 10
Muros de encauzamiento	2 – 50*

Nota: *Se incrementa según la importancia del medio protegido (Villón, 2002).

2.3.4. Caudales máximos

El flujo máximo es el flujo creciente máximo que se puede esperar, asumiendo que todos los factores que producen la precipitación máxima y la escorrentía máxima son idénticos. Este pico se basa en la precipitación máxima posible (Gutiérrez, 2018, p. 38). Una máxima avenida es la creciente súbita que por las condiciones geomorfológicas de la cuenca están compuestas por un flujo de agua con alto contenido de materiales de arrastre, con un gran potencial destructivo debido a su alta velocidad (Pinto, 2017, p. 8).

2.3.4.1. Método racional modificado

El método racional modificado permite estimar de forma sencilla caudales máximos en cuencas con áreas mayores a 10 km² y menores de 770 km² y con tiempos de concentración (T_c) entre 0.25 a 24 horas (MTC, 2018, pp. 50-51)

$$Q = 0.278 \times C \times I \times A \times K \quad (30)$$

Donde, Q caudal en m³ /s, C coeficiente de escorrentía, I intensidad de la lluvia en mm/hora, A área en km², K coeficiente de uniformidad.

$$T_c = 0.3 \left(\frac{L}{S^{0.25}} \right)^{0.76} \quad (31)$$

Donde, el tiempo de concentración T_c, es igual a la relación entre la longitud del cauce mayor en km (L) y la pendiente media del cauce principal en m/m (S).

$$K = 1 + \frac{T_c^{1.25}}{T_c^{1.25} + 14} \quad (32)$$

Donde, K el coeficiente de uniformidad, T_c es el tiempo de concentración en horas.

$$K_A = 1 + \left(\log_{10} A / 15 \right) \quad (33)$$

Donde, K_A es el factor reductor, donde A es el área de la cuenca en km².

$$P = K_A P_d \quad (34)$$

Donde, la precipitación máxima corregida (P), es igual a la multiplicación del factor reductor KA por la precipitación máxima diaria Pd en mm.

$$I = \left(\frac{P}{24}\right) \times (11)^{\frac{28^{0.1} - T_c^{0.1}}{28^{0.1} - 1}} \quad (35)$$

Donde, I es la intensidad de precipitación, P es la precipitación máxima corregida en mm, y Tc es el tiempo de concentración en h.

$$C = \frac{(P_d - P_o) \times (P_d + 23 \times P_o)}{(P_d + 11 \times P_o)^2} \quad (36)$$

Donde, C es igual al coeficiente de escorrentía, donde Pd es la precipitación máxima diaria en mm, Po es el umbral de escorrentía equivalente a $\left(\frac{5000}{CN}\right) - 50$, donde CN es el número de curva, determinado a partir del sharpefile “Curvas N” que se puede obtener en línea.

2.3.4.2. Método racional

Determina los caudales máximos en cuencas de drenajes con superficie menor a 10 km² (MVCS, 2021).

$$Q = \frac{CIA}{3.60} \quad (37)$$

En la ecuación 37, el cálculo del caudal por el método racional es igual a la división de la multiplicación del coeficiente de escorrentía (C), la intensidad máxima en mm/h (I) y el área de la cuenca en km² entre 360.

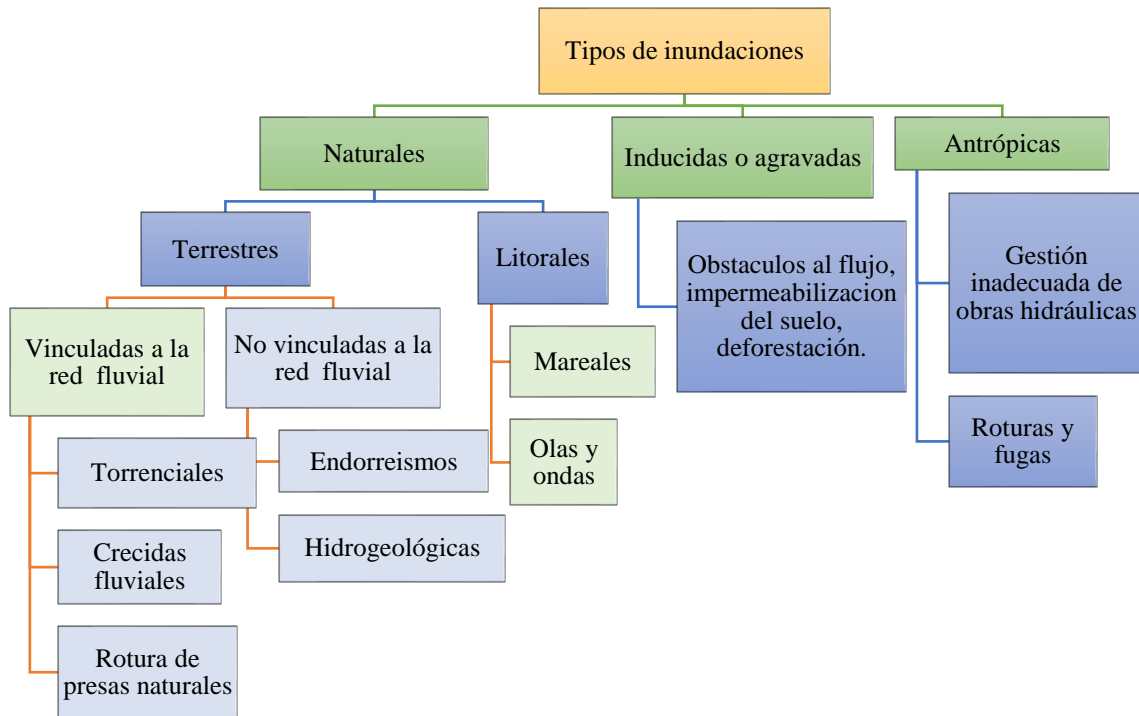
2.3.5. Inundaciones

La inundación es el acto del agua sumergiendo la tierra, a veces cubriendo a las personas. También son el resultado de la inundación temporal de terrenos normalmente secos, provocada por cantidades de agua anormales, más o menos repentinas, superiores a las normales para un área determinada (Díez et al., 2008, p. 17). Las inundaciones ocurren cuando las lluvias intensas o sostenidas exceden

la intensidad del suelo, exceden el desvío máximo de aguas de inundación y la base del talud se desborda e inunda la tierra circundante (INDECI, 2011).

Figura 5.

Clasificación de las inundaciones según su origen



Nota: (Díez et al., 2008, p. 18)

2.3.6. Modelamiento hidráulico

Según Palmer (2017) el modelo hidráulico atañe a un sistema que simula un objeto real ingresando cierta información, la cual es procesada y presentada de manera apropiada para el diseño de ingeniería. Lo vital de los modelos es que con ellos se puede predecir qué pasará con los objetos y se pueden hacer simulaciones que muestren diferentes escenarios. HEC-RAS es uno de los programas más utilizados en el modelado hidráulico.

2.3.6.1. Modelación matemática

Modelos unidimensionales

Estos requieren información topográfica e hidráulica, traída a través de secciones transversales ortogonales a lo largo del río o cauce, en los puntos donde la geometría del cauce y sus bordes están más definidas. Una limitación de estos modelos es que solo pueden analizar un flujo descendente constante, siempre perpendicular a la sección transversal elegida para modelar (Ayala, 2014).

Modelos bidimensionales

La principal diferencia entre un modelo 1D y un modelo 2D es que el primero solo considera la velocidad promedio dentro de la sección transversal y asume que su dirección es normal a la sección transversal, mientras que el modelo 2D usa los dos componentes de la velocidad promediada sobre su profundidad (Robles, 2016).

2.3.6.2. Aplicación de programas para el modelamiento hidráulico

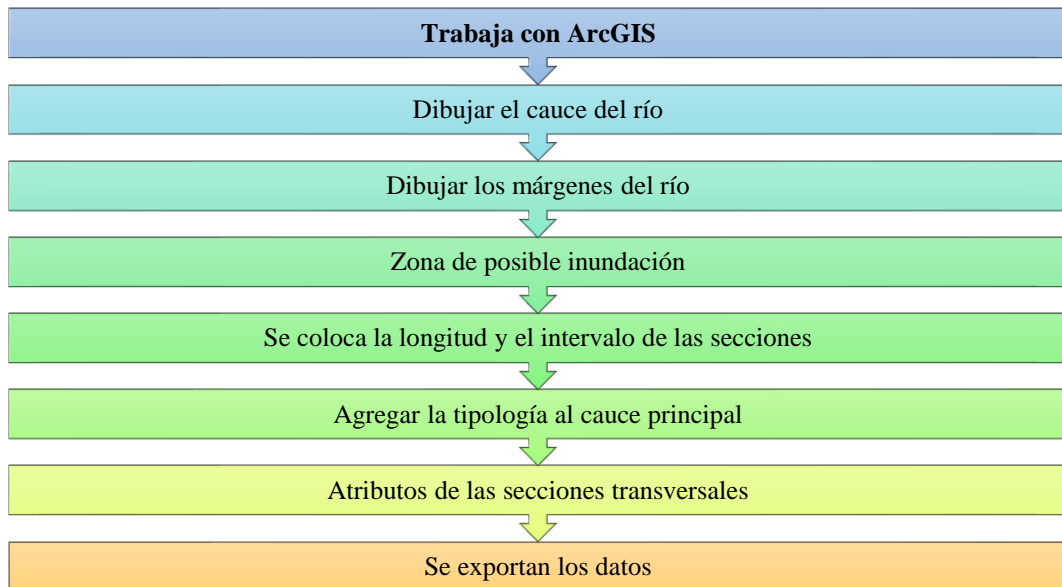
ArcGIS es una herramienta que te permite realizar análisis de terreno. Dispone de diferentes opciones para el análisis y evaluación de los recursos hídricos, por lo que se ha convertido en una potente herramienta de planificación y gestión en cualquier ámbito (Puelles, 2021).

HidroEsta, herramienta que utiliza Visual Basic para cálculos de precipitaciones e intensidades máximas haciendo uso de la estadística (Puelles, 2021).

HEC-RAS es uno de los modelos más utilizados en todo el mundo para estudios hidráulicos de flujos uniformes, unidimensionales y permanentes, y su notoriedad se atribuye a su lenidad en la generación de escenas hidráulicas, velocidad computacional y facilidad de manejo y manipulación (Mora y Gilberto, 2016).

Figura 6

Trabajo inicial con ArcGIS para determinar áreas de inundación



Nota: (López, 2017, p. 28).

Figura 7

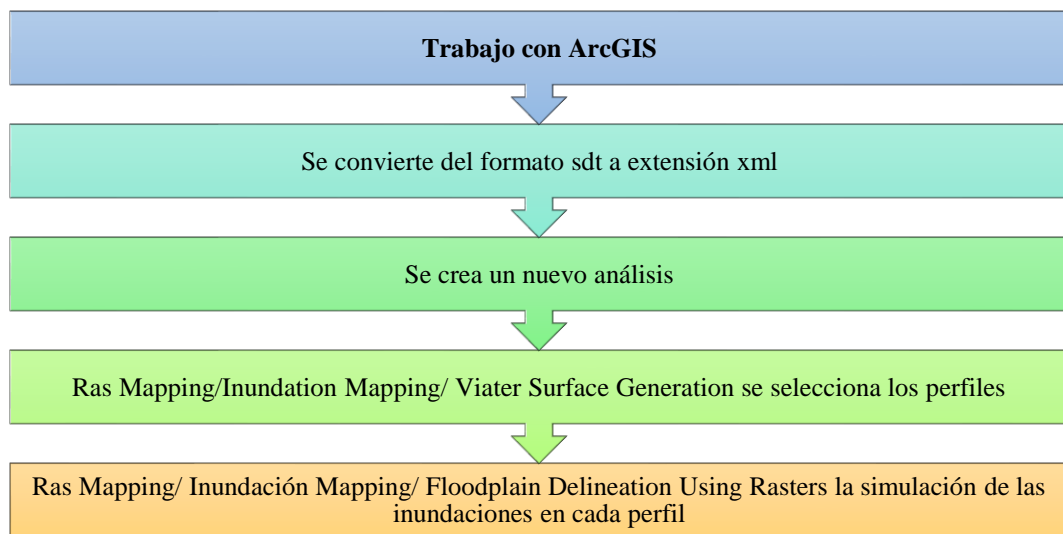
Trabajo con HEC-RAS para determinar áreas inundables



Nota: (López, 2017, p. 28)

Figura 8

Trabajo final con ArcGIS para estimar la superficie de inundación



Nota: (López, 2017, p. 28).

2.3.7. *Delimitación de áreas inundables con HEC-RAS*

La zonificación es el primer mecanismo para evitar inundaciones, ya que permite identificar las áreas afectadas del territorio ante la afluencia de tornados de diferentes períodos, permitiendo implementar medidas preventivas como la protección de riberas o el reasentamiento de la población (Hernández, 2018). El análisis de las consecuencias de las avenidas e inundaciones se hace a través de modelos hidrológicos. Para cuencas pequeñas y que no cuentan con estaciones de aforo se utilizan modelos de agregados que parten de las condiciones geomorfológicas y climáticas que son fácilmente observables; en este modelo se considera que la lluvia es uniforme y las variables hidrológicas son constantes durante el hidrometeoro. Este tipo de modelos hidrológicos son muy útiles para obtener los valores de los parámetros que se emplean en el diseño de diferentes proyectos, pero son muy inexactos para la fijación de áreas inundables (Pacheco, 2011, p. 7).

2.4. Definición de términos básicos

Área de inundación. Zona que es propensa a ser inundada durante un evento de lluvia intensa o crecida de un río. Esta área puede ser determinada a través de estudios hidrológicos y topográficos que identifican las áreas bajas o con menor capacidad de drenaje. Son áreas inundadas por el cambio del flujo del agua sea por lluvia o por desborde de un río (Becerra, 2017)

Cauce. El lecho de un río es la parte del fondo del valle a través de la cual fluye el agua (Becerra, 2017, p. 36). El cauce puede variar en anchura y profundidad dependiendo del flujo de agua y las características geográficas del lugar.

Cuenca hidrológica. Es una región geográfica delimitada por una divisoria de aguas, donde todas las corrientes de agua que se encuentran en su interior drenan hacia un mismo río principal o cuerpo de agua. Todo el volumen de agua que cae en forma de precipitación en una cuenca hidrográfica contribuye a alimentar un sistema fluvial. Esta es el área de tierra donde toda la precipitación se junta para formar una sola vía fluvial (Gutiérrez, 2018).

Eventos extremos. Son sucesos climáticos o hidrológicos que se caracterizan por ser inusuales o excepcionales en términos de intensidad, duración o frecuencia. También denominados máximas avenidas son las crecientes súbitas (Pinto, 2017).

Inundación. Es un fenómeno en el cual una porción de territorio se cubre de agua debido a un exceso de precipitación o a una crecida de un cuerpo de agua, como un río. Las inundaciones pueden ser producidas por eventos naturales o por intervención humana. Esto se debe a la inundación temporal de terrenos normalmente secos debido a cantidades de agua inusuales y más o menos repentinas, mayores a las habituales, que pueden causar daños a las personas y propiedades (Pinto, 2017).

Llanuras de inundación. Son áreas planas adyacentes a un río que se inundan periódicamente durante crecidas o en caso de fuertes precipitaciones. Estas llanuras se forman debido a la deposición de sedimentos transportados por el río durante su curso normal. Superficies cercanas a ríos o arroyos que se inundan con frecuencia (Naverac, et al., 2011).

Lluvia. Es el fenómeno atmosférico en el cual gotas de agua caen desde las nubes hacia la superficie terrestre. La lluvia es una forma de precipitación y es fundamental para el ciclo del agua en la Tierra. Es un aguacero producido por la turbulencia atmosférica y tiene una firma definida. Las tormentas se analizaron con base en mapas de lluvia de un área turbulenta registrados por pluviómetros (Vásquez et al., 2016, p. 206).

Máxima avenida. Se refiere al caudal máximo registrado en un río durante un evento de inundación o crecida extraordinaria. Este caudal es usualmente utilizado como un indicador para la planificación y diseño de infraestructuras que sean capaces de soportar estas condiciones extremas. Aumento repentido del caudal de un cauce que tiene un alto potencial de daño debido a su alta velocidad (Pinto, 2017).

Precipitación. Es la transferencia de agua, en estado líquido o sólido, desde la atmósfera hacia la superficie terrestre. Conjunto de partículas que caen en forma de lluvia (MTC, 2018, p. 200)

Río. Es un flujo natural continuo de agua que desemboca en otra corriente similar en un lago u océano. Cuando un río desemboca en otro, se le llama afluente (Pérez y Gardey, 2009). Los ríos son una parte fundamental del sistema hidrológico, transportando agua, sedimentos y nutrientes, y creando hábitats diversos a lo largo de su curso.

2.5. Hipótesis

H1: Más del 50% del área de expansión urbana en los sectores 2 y 5, tramo puente cementerio – puente chota, se inundaría a causa de fuertes precipitaciones pluviales en la microcuenca del río chotano.

2.6. Operacionalización de variables

2.6.1. Variable única

La “Delimitación de áreas inundables” es el procedimiento que, se sigue para determinar aquellas zonas con mayor probabilidad a inundarse a causa del incremento en el caudal del río Chotano, en la ribera, de los sectores 2 y 5 de la ciudad de Chota. Para delimitar las áreas inundables se debe realizar el modelamiento hidrológico e hidráulico del tramo de estudio, siendo así se ha considerado como dimensiones a:

- Parámetros hidrogeomorfológicos de la microcuenca
- Análisis de intensidades máximas
- Análisis de caudales en la microcuenca
- Levantamiento topográfico
- Modelamiento hidráulico del cauce
- Áreas de inundación

Tabla 3

Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Definición conceptual	Definición operacional	
				Indicadores	Ítem
Delimitación de áreas de inundación	Es la delimitación de las zonas con probabilidad de inundación para caudales máximos con diferentes periodos de retorno	Parámetros hidro geomorfológicos de la microcuenca	Son las características de la cuenca hidrográfica y el cauce.	Área	Km2
				Perímetro	Km
				Pendiente de cuenca	%
				Longitud del cauce	Km
				Altitud media	msnm
		Análisis de intensidades máximas	Es el análisis de las precipitaciones máximas	Precipitaciones máximas	mm/h
				Transferencia de datos	mm/h
				Modelos de distribución	mm/h
		Análisis de caudales máximos en la microcuenca	Es la determinación de los caudales máximos dentro de una cuenca	Intensidad máxima	mm/h
				Periodo de retorno	Años
		Levantamiento topográfico	Proceso para determinar la topografía del tramo	Tiempo de concentración	Horas
				Coefficiente de escorrentía	Adm.
		Modelamiento hidráulico del unidimensional del cauce	Es la representación del cauce en HEC-RAS	Caudal máximo	m3/s
				Longitud del tramo	km
				Pendiente	%
				Superficie	Km2
				Longitud del tramo principal	km
		Áreas de inundación	Representan la extensión de la inundación para diferente Tr	Caudal del cauce principal	m3/s
				Caudal aportantes	m3/s
				Pendiente	%
		Coefficiente de Manning			
		Mapas de zonificación de Tr de 10, 25, 50, 100 y 500 años	Km2		

CAPÍTULO III.

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y nivel de investigación

La investigación es de enfoque cuantitativo, sigue un proceso ordenado para determinar las áreas de inundación, valores expresados en m², o en % del total, por tanto, sus resultados son cuantificables (Hernández et al., 2014).

El tipo de investigación es aplicado, en el estudio se ha aplicado el modelamiento hidráulico determinista para delimitar las áreas de inundación, y proponer los mapas de zonificación, como una alternativa no estructural de mitigación de la inundación en el sector 2 y 5.

El nivel de investigación es no experimental descriptivo transversal, se ha desarrollado la imagen o fiel representación de las áreas de inundación por máximas avenidas, mediante la representación de este en un mapa de delimitación, de tal manera, se ha realizado en un tiempo específico, es decir no se ha hecho un seguimiento al fenómeno en un transcurso de un periodo sino se han obtenido los datos a partir de las intensidades máximas brindadas por una estación meteorológica “Estación Chota”, es decir a pesar que los datos necesarios son recopilados en el transcurso de varios años, la investigación no busca obtener dichos datos sino aplicarlos en un tiempo específico para la evaluación de las áreas inundables en el Sector 2 y 5.

Tabla 4*Tipo de investigación*

Criterio	Tipo de investigación
Estrategia o enfoque metodológico	Cuantitativa
Finalidad	Aplicada
Objetivos	Descriptiva
Fuente de datos	Mixta
Contexto donde sucede	Campo
Diseño	No experimental
Temporalidad	Transversal

3.2. Diseño de investigación

No experimental correlacional de corte transversal, se ha aplicado el modelamiento hidráulico para delimitar las áreas de inundación, y se han correlacionado las áreas de probable inundación con los caudales máximos determinados para tiempos de retorno de 10, 25, 50, 100, 200 y 500 años. En otras palabras, se ha relacionado las fuertes precipitaciones pluviales, representado por los caudales máximos (x) con las áreas inundables (y) determinadas para diferentes T_r , por tanto, la ecuación que, lo representa es:

$$M \begin{matrix} \nearrow & x \\ & (r) \\ \searrow & y \end{matrix} \quad (38)$$

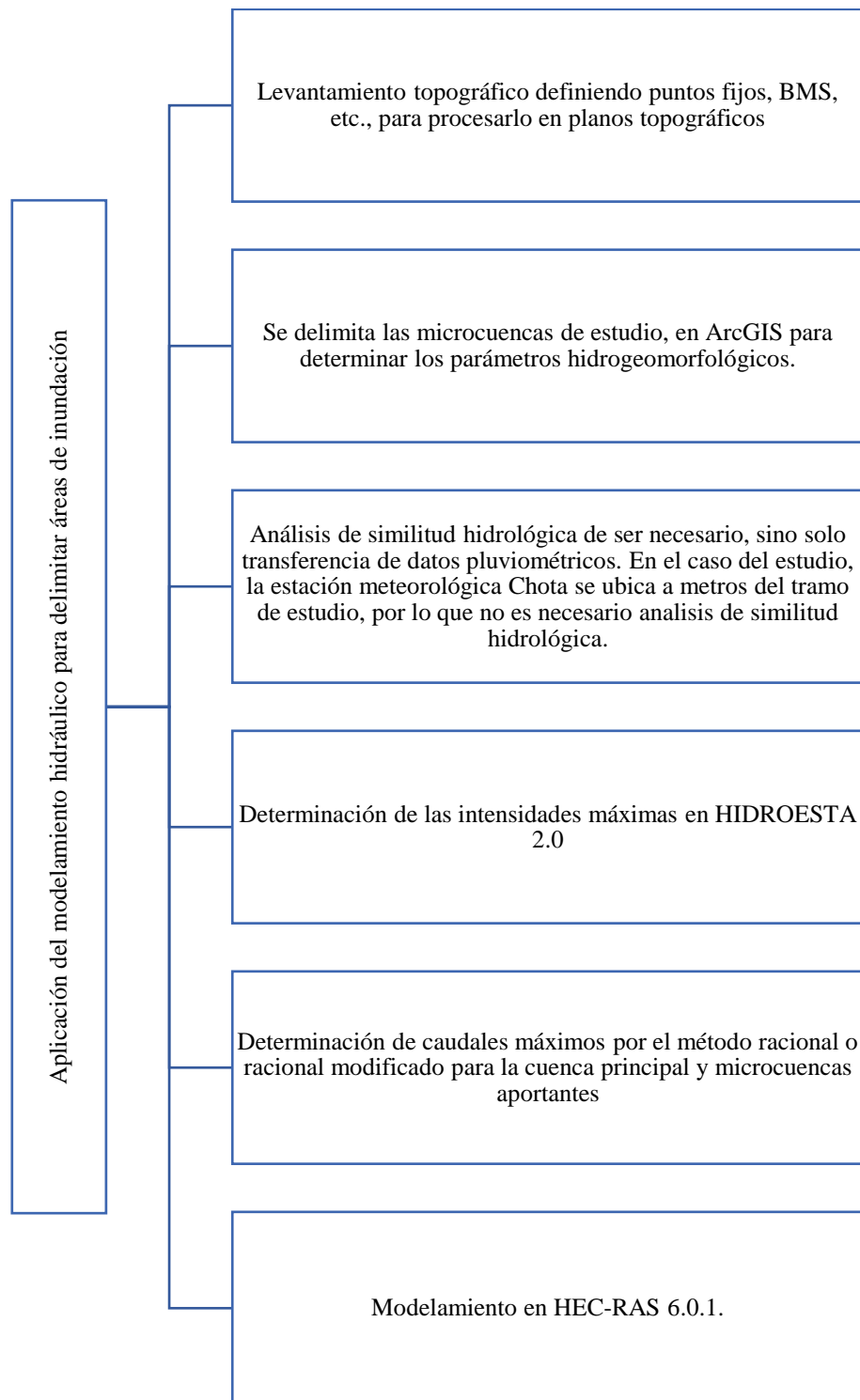
El esquema de investigación se presenta en la Fig. 9.

3.3. Métodos de investigación

Según Hernández-Uribe et al. (2017) los métodos de análisis de riesgo de inundación aplicados a cuencas urbanas consisten en modelos deterministas que permiten delimitar las zonas de inundación y dar cuenta de las posibles pérdidas asociadas con las inundaciones.

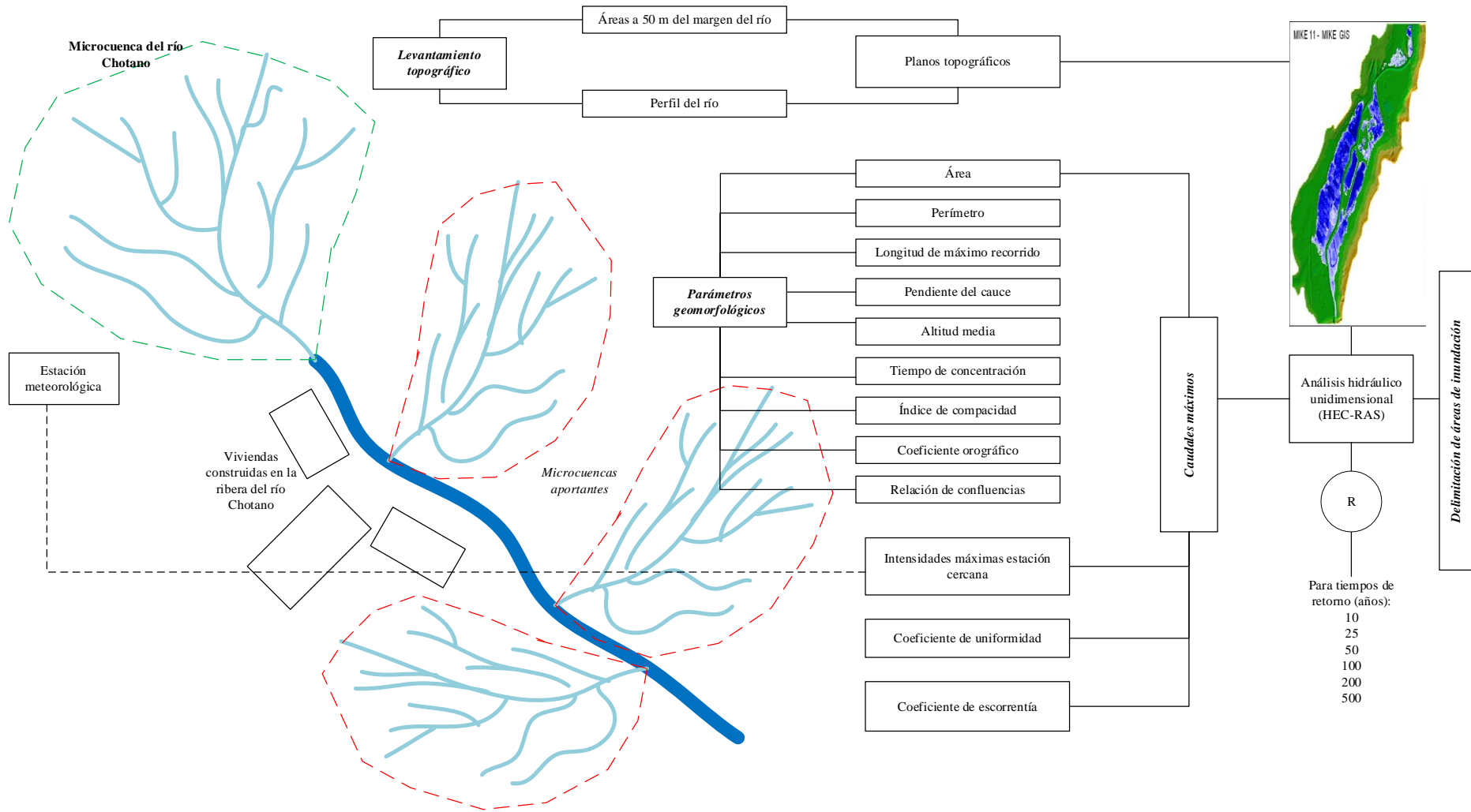
Figura 9

Metodología determinista



Nota: Adaptado de (Hernández-Uribe et al., 2017).

Figura 10 Diseño de investigación: Correlacional



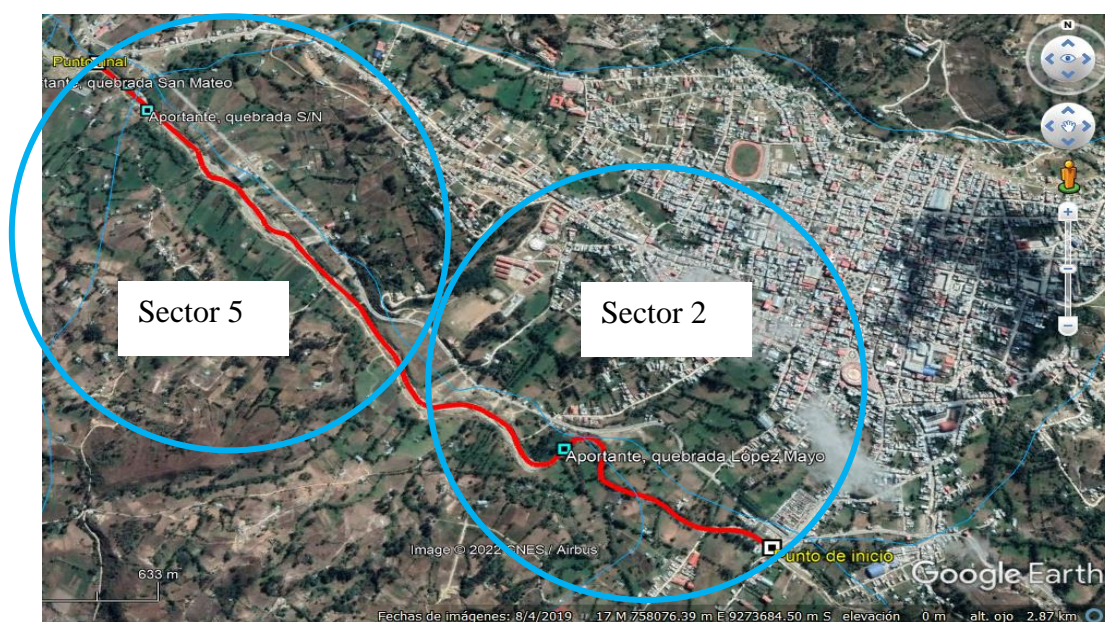
3.4. Población, muestra y muestreo

3.4.1. Población

Áreas próximas a la ribera del río Chotano en los sectores 2 y 5 de la ciudad de Chota, región Cajamarca (Fig. 11). Los sectores han sido delimitados por la Municipalidad Provincia de Chota (MPCH, 2018) en el PDU 2017–2027.

Figura 11

Trayecto de análisis en el sector 2 y 5



Nota: (Google earth, 2022).

3.4.2. Muestreo

El muestreo ha sido no probabilístico por conveniencia, tomando criterios de inclusión y exclusión, según la Tabla 5. No obstante, se ha elegido como objeto de estudio al río Chotano porque es uno de los principales flujos hídricos naturales que, atraviesa la ciudad de Chota, pasando por los sectores 2 y 5 de la demarcación dada en el PDU 2017-2027 (MPCH, 2018); así mismo, en años anteriores el río Chotano ya ha sufrido desbordes a causa de las fuertes precipitaciones pluviales, tal como asevera Asencio (2013), el desborde del cauce del río Chotano, desde el

cementerio San Juan hasta al puente Chota, dejó en promedio 150 afectados; por tanto, era un área crítica de análisis.

Tabla 5

Crterios para la elección de la muestra

Crterios de inclusión	Crterios de exclusión
Río que, se ubique dentro de la jurisdicción de la ciudad de Chota.	Ríos y quebradas fuera de la jurisdicción de la ciudad de Chota.
Río que, atraviere áreas urbanas de la ciudad de Chota.	Ríos y quebradas que, no atraviesen áreas urbanas de la ciudad de Chota.
Ríos con antecedentes de desborde, cuyo aumento del caudal pueda generar inundaciones que afecten a los medios de vida de los ciudadanos, como lotes, construcciones y áreas de cultivo.	Ríos y quebradas que, no tengan antecedentes de desborde. Ríos y quebradas cuyo desborde no represente afectación a lotes, construcción o áreas de cultivo.

3.4.3. Muestra

Áreas a la ribera del río Chotano del sector 2 y 5 de la ciudad de Chota, en un trayecto de 3.1 km, desde el puente el cementerio (punto de inicio) hasta el puente chota (punto final), según la Fig. 12. Tomando un ancho de 50 m al lado derecho e izquierdo del eje del cauce, con un área de estudio de 0.31 km². En el tramo de estudio del río Chotano, este es interceptado por quebradas aportantes, tal como, la quebrada López Mayo, la quebrada S/N, y la quebrada San Mateo, cuyos caudales individuales han sido incorporados en sus respectivos puntos de unión para el análisis de las áreas de inundación frente a precipitaciones pluviales extremas a los 10, 25, 50, 100, 200 y 500 años.

Figura 12

Río Chotano, Sectores 2 y 5

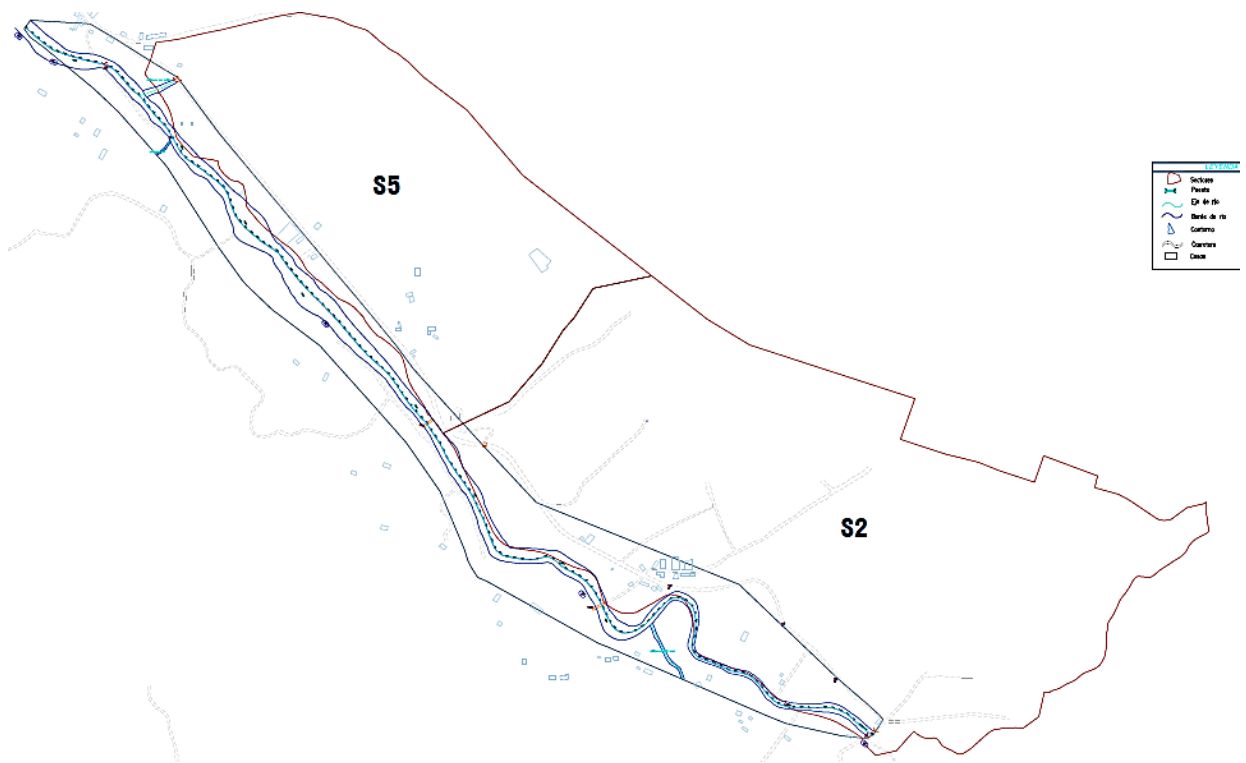


Tabla 6

Delimitación del tramo de estudio

Tramo de estudio	Coordenadas UTM WGS84 17S	
	X (m E)	Y (m S)
Punto de inicio	759541.96	9273251.55
Aportante Quebrada López Mayo	758999.00	9273558.00
Aportante Quebrada S/N	757768.00	9274762.00
Aportante Quebradas San Mateo	758999.00	9273558.00
Punto final	757598.00	9274952.00

Tabla 7

Infraestructura urbana, en el área de estudio

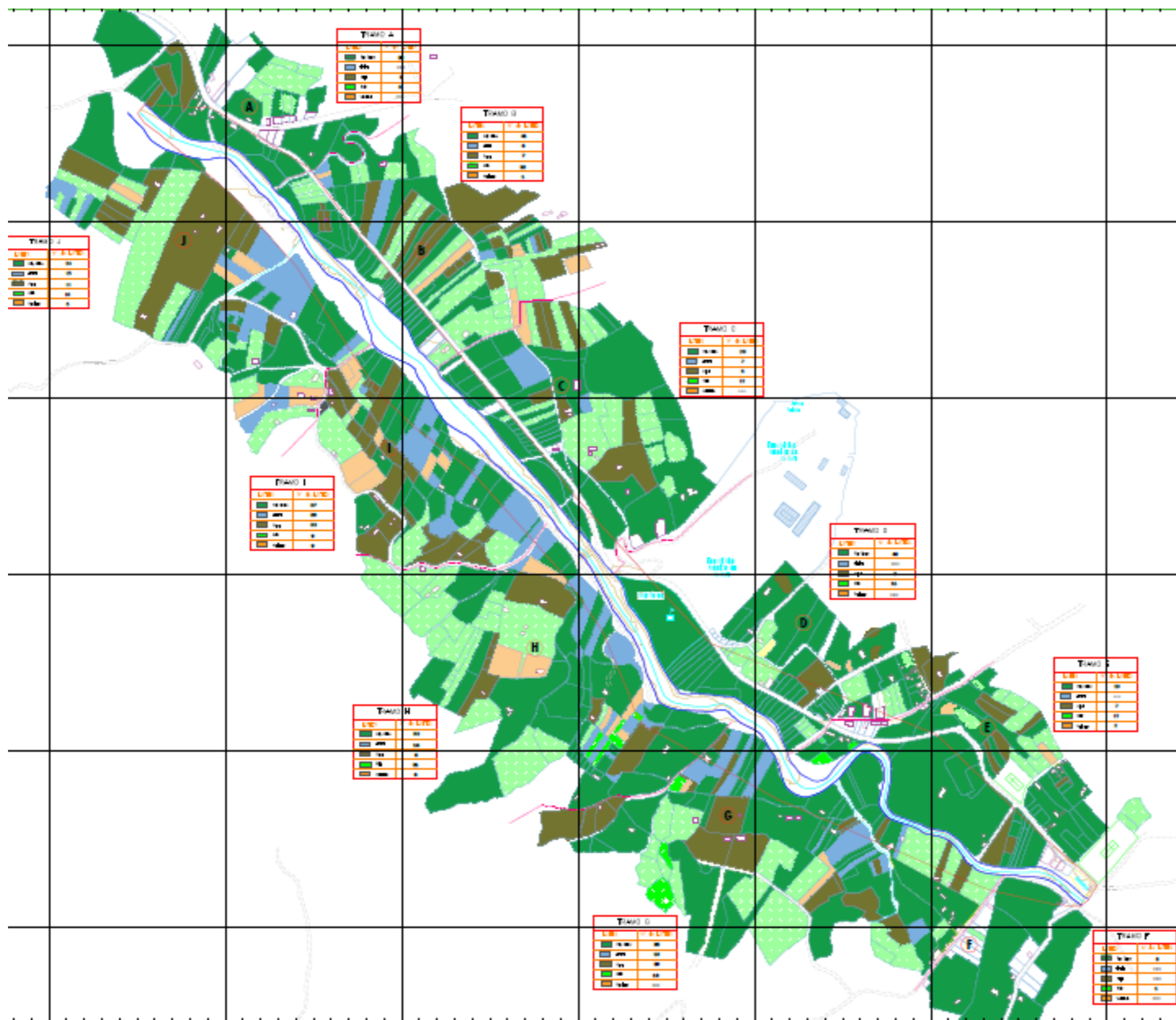
	Tramo										Total
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
Viviendas	19	10	15	25	26	25	20	20	26	12	198
I.E.				1	1						2

Tabla 8*Número de lotes según tipo de cultivo en el área de estudio*

Tipo de cultivo	N° de lotes por tramo										Total
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
Ray grass	20	41	28	40	29	5	35	32	27	24	281
Alfalfa	0	6	7	0	0	0	13	16	29	15	86
Papa	3	7	6	2	7	0	20	6	22	11	84
Maíz	5	22	12	11	12	1	19	21	9	16	128
Verduras	0	1	0	0	2	0	0	6	9	5	23
Total	28	77	53	53	50	6	87	81	96	71	602

En la Tabla 7 y Tabla 8 se habla de los tramos A, B, C, D, E, F, G, H, I, J que, representan la división en manzanas de las áreas contiguas a la ribera del río, donde los tramos A, B, C, D, E se encuentran en el margen superior y los tramos F, G, H, I, J están en el margen inferior tal como, se puede observar en la Figura 12, y en el mapa de lotización de anexos. Así mismo, los tramos A, B, C, I, J corresponden al sector 5, mientras que, los tramos D, E, F, G, H corresponden al sector 2 de la ciudad de Chota. Además, cada manzana tiene una extensión longitudinal de contacto con el río Chotano de aproximadamente 0.6 km, es decir todas las manzanas tienen borde con el río Chotano.

Figura 13 Mapa de Lotización del Área de Estudio en el Sector 2 y 5, Chota



Nota: (Ver anexos, planos).

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1. Técnicas

Observación. Técnica primaria que, permite visualizar el fenómeno de estudio, en este caso se ha observado las características de vegetación e infraestructura en las áreas adyacentes a la ribera del río Chotano, en el Sector 2 y 5, Chota.

Medición. Técnica que, permite demarcar la superficie de la ribera del río Chotano, en los 3.10 km de análisis a través del levantamiento topográfico.

Modelación hidráulica. Se ha realizado mediante la aplicación de softwares, en el caso del estudio se ha modelado la microcuenca principal y aportantes, para conocer sus parámetros hidrogeomorfológicos, también se ha modelado la ribera del río y se ha analizado las áreas de inundación para Tr.

3.5.2. Instrumentos

Guion de observación. Guía el proceso de observación durante la ejecución.

Cuaderno de campo. Permite registrar la información del levantamiento topográfico, como puntos fijos, BMS, cambios de estación para la elaboración de los planos topográficos.

Modelo hidráulico. Modelo en ArcGIS 10.5, para conocer los parámetros de las microcuencas y el modelo en HEC-RAS para determinar las zonas de posible inundación según los caudales máximos de las precipitaciones para cada Tr.

Tabla 9

Fuentes, técnicas e instrumentos para la recolección de los datos

Variables	Recolección de datos		
	Fuente	Técnica	Instrumento
Delimitación de áreas inundables	Primario	Observación	Guion de observación
	Primario	Medición	Cuaderno de campo
	Mixto	Modelamiento hidráulico	Modelo hidráulico

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

3.6.1. Proceso de obtención de los datos

3.6.1.1. Descripción de los sectores en estudio

Sector 2: Con Av. Inca Garcilazo de la Vega, Jr. Ponciano Vigil, Jr. Exequiel Montoya, Jr. San Martín, Jr. Cajamarca, Jr. Edelmira Silva, Jr. Atahualpa, Av. Bambamarca, Quebrada Colpamayo, Río Chotano, Extensión Psje límite, el santo patrón de Psje. Patrona de Chota y Jr. Cruz del Siglo. 65 manzanas. Se caracteriza por 02 ejes viales promotores del desarrollo (Av. Inca Garcilazo de la Vega y carretera Chota - Chiclayo), 02 señales ambientales (Quebrada Colpamayo y Río Chotano), presentando un patrón heterogéneo de calles semi-ortogonales y sinuosas. regulada por el río Chotano. Cuenta con un área de 119.08 (17.57 %) ha, y aunque cuenta con un área de equipamiento de educación de 2.14 has. Es deficiente en salud y recreación.

Sector 5: Definido por la Av. Inca Garcilazo de la Vega, Jr. Cruz del Siglo. Psje. Patrona de Chota, Prolongación Psje. Patrona de Chota, Río Chota y Sector 6. Con un Total de 15 Manzanas: 152, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 166, 167, 168. Caracterizado por 02 ejes viales (Av. Inca Garcilazo de la Vega y carretera Chota - Chiclayo), 02 señales ambientales (Quebrada San Mateo y Río Chotano), presenta un patrón de calles semi ortogonales y sinuosas, regulado por el río Chotano. Tiene 63.09 ha, el 9.31% del área de estudio, como equipamiento, solo 0.17 ha se utilizan para el ocio, pero no hay instalaciones sanitarias ni educativas.

3.6.1.2. Levantamiento topográfico

En un trayecto de 3.1 km del río Chotano, iniciando desde el puente cementerio ubicado en las coordenadas UTM WGS84 17S 759541.96 m E y 9273251.55 m S, hasta el puente Chota ubicado en 757598.00 m E y 9274952.00 m S. Se ha utilizado GPS diferencial, para ello, se ha determinado el punto de estacionamiento del trípode, para que, desde este punto el equipo topográfico registre los puntos que se irán tomando, siendo así, se coloca la antena GPS. Después de estacionar y colocar la antena, se enciende la libreta electrónica, se configura e inician a tomar puntos con el sensor óptico. Se han tomado puntos en el eje del río, bordes derecho e izquierdo, y a 50 m del eje del río al lado derecho e izquierdo, así mismo se han marcado BMS y puntos fijos en todo el trayecto.

Figura 14

Lugar de estacionamiento del GPS diferencial



Figura 15

Toma de puntos en el eje del río



Figura 16

Toma de puntos en el borde del río



3.6.1.3. Delimitación de la microcuenca de estudio

Se ha delimitado la microcuenca hidrográfica del río Chotano en el programa ArcGIS 10.5, tomando como punto de aforo al límite del sector 2 “Puente al cementerio San Juan”, ubicado en las coordenadas UTM WGS84 17S 759541.96 m E, 9273251.55 m S. Así mismo, se han delimitado las microcuencas conformadas por las quebradas aportantes: Quebrada San Mateo (757699.00 m E, 9274866.00 m S), quebrada S/N (757768.00 m E, 9274762.00 m S) y quebrada Lopez Mayo (758999.00 m E, 9273558.00 m S), y se han determinado sus parámetros hidrogeomorfológicos utilizando las fórmulas del acápite 2.2.1.

Figura 17

Microcuenca del Río Chotano



Nota: (ver en anexos, planos).

3.6.1.4. Determinación de los parámetros hidro geomorfológicos de la microcuenca

Los parámetros geomorfológicos de superficie (área, perímetro, pendiente) de la microcuenca se han determinado de forma automatizada utilizando el programa ArcGIS 10.5 previa delimitación de la microcuenca. Mientras que, los parámetros de la red hídrica se han determinado de forma manual delimitando el cauce principal, así mismo para determinar el número de orden de la cuenca se ha seguido el procedimiento del método de Strahler:

- Identificar y delinear la red de drenaje de la cuenca hidrográfica en estudio utilizando un mapa topográfico u otra fuente de información adecuada.
- Localizar los arroyos de origen, que son aquellos que no tienen ningún otro arroyo que desemboque en ellos. Estos serán los arroyos de primer orden y se les asignará un número 1.
- Recorrer la red de drenaje siguiendo el curso de los arroyos hacia la desembocadura. Cuando dos arroyos de orden n se unen para formar un nuevo arroyo, este nuevo arroyo adquiere un número de orden $n+1$.
- Continuar asignando números de orden a los arroyos según su jerarquía en la red de drenaje. Si un arroyo de orden n se une a otro arroyo de orden m (más pequeño), el número de orden se mantiene como $n+1$.
- Repetir el proceso hasta haber recorrido toda la red de drenaje.
- Una vez asignados los números de orden a todos los arroyos, identificar el arroyo de mayor orden, que será aquel con el número de orden más alto. Este número de orden máximo de la cuenca hidrográfica será el número de orden.

Es importante tener en cuenta que en el método de Strahler, si se encuentra una bifurcación de un arroyo en dos corrientes de igual tamaño, se asigna el número de orden más alto a ambas corrientes, es decir, se produce una duplicación de

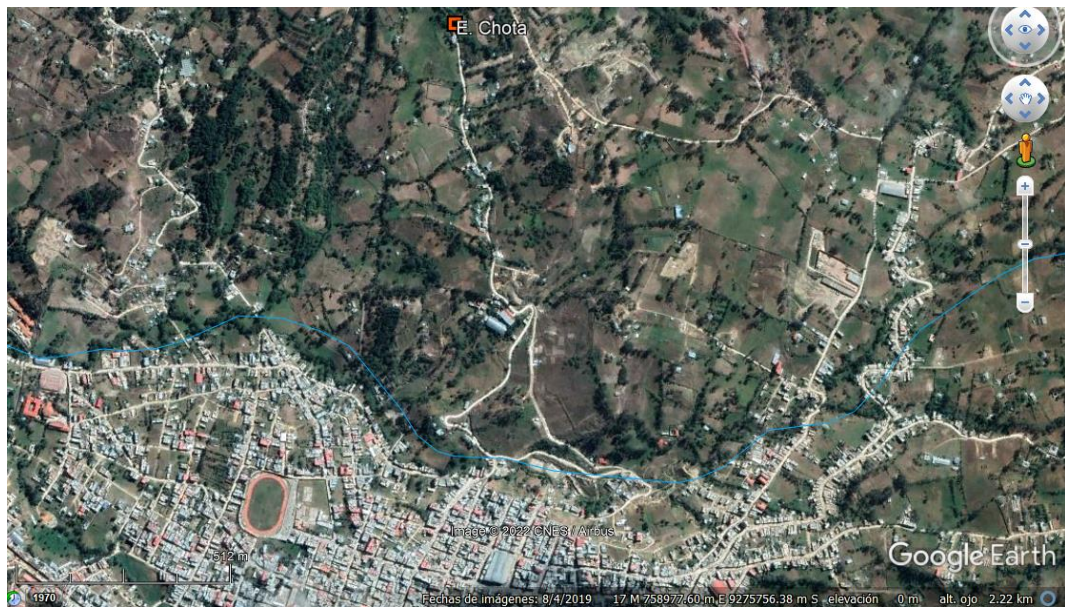
números de orden. Además, si existen afluentes sin nombre, se les asigna el número de orden de la corriente principal a la que se conectan.

3.6.1.5. Determinación de caudales máximos

Para determinar los caudales máximos del río Chotano, para tiempos de retorno de 10, 25, 50 y 100 años, se ha utilizado la información pluviométrica de la Estación meteorológica más cercana, siendo la Estación meteorológica Chota ubicada en las coordenadas UTM WGS84 17S 760025.00 m E, 9275705.00 m S, cuyos datos pluviométricos se han solicitado al SENAMHI.

Figura 18

Estación meteorológica Chota



Nota: (Google earth, 2022).

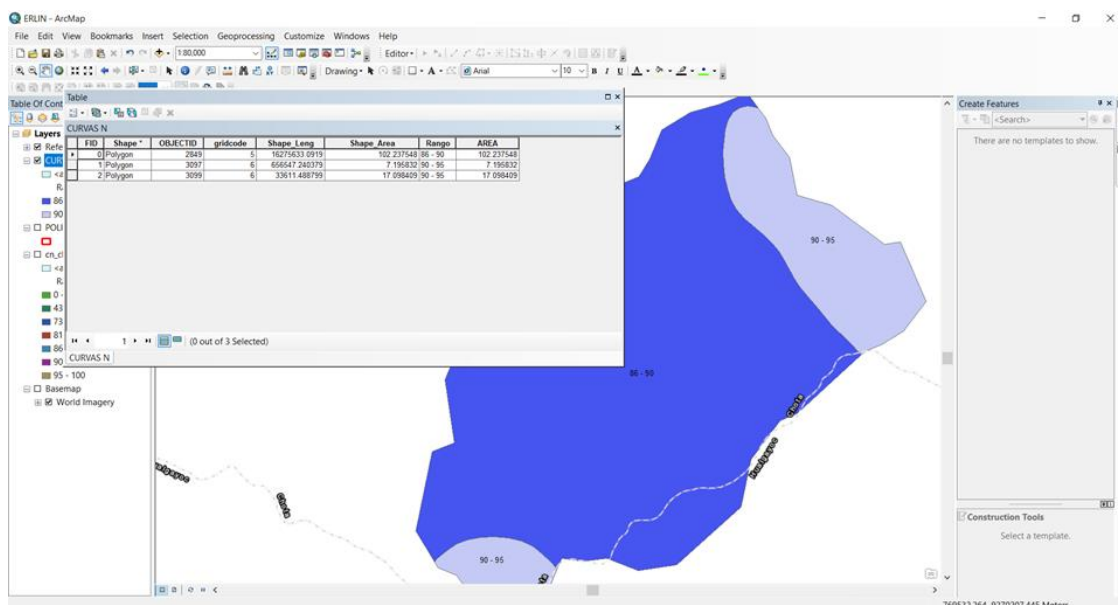
Los pasos que se han seguido para la determinación de los caudales máximos son:

- Solicitud de datos pluviométricos de la estación Chota
- Verificación del modelo de distribución al que se ajusta los datos pluviométricos de la estación Chota, en HIDROESTA V. 2.00
- Ajuste de datos por Kolmogorov Smirnov en HIDROESTA V.2.00
- Transferencia de datos de la estación a las microcuencas en estudio.

- Para el caso de la microcuenca del río Chotano, cuya área es mayor a 13 km², se ha aplicado el método racional modificado. Para las microcuencas conformadas por las quebradas aportantes, cuya área es menor a 13 km² se ha aplicado el método racional, ambos métodos descritos en el “Manual de hidrología y drenaje” del MTC (2018), y en el marco conceptual de la presente investigación.

Figura 19

Curva N de la microcuenca del río Chotano



3.6.1.6. Modelamiento hidráulico

Para el modelamiento hidráulico se ha utilizado el programa HEC-RAS 6.0.1. Primero se han elaborado los planos topográficos en Civil 3D 2021, estos se han exportado a ArcGIS 10.5, donde se ha tomado a cada extensión entre una y otra aportante como un tramo de estudio. Los tramos de estudio para el modelamiento han sido exportados a HEC-RAS 6.0.1. para modelar el cauce principal y sus aportantes a fin de establecer la superficie de inundación.

Figura 20

Tramos de estudio para el modelamiento

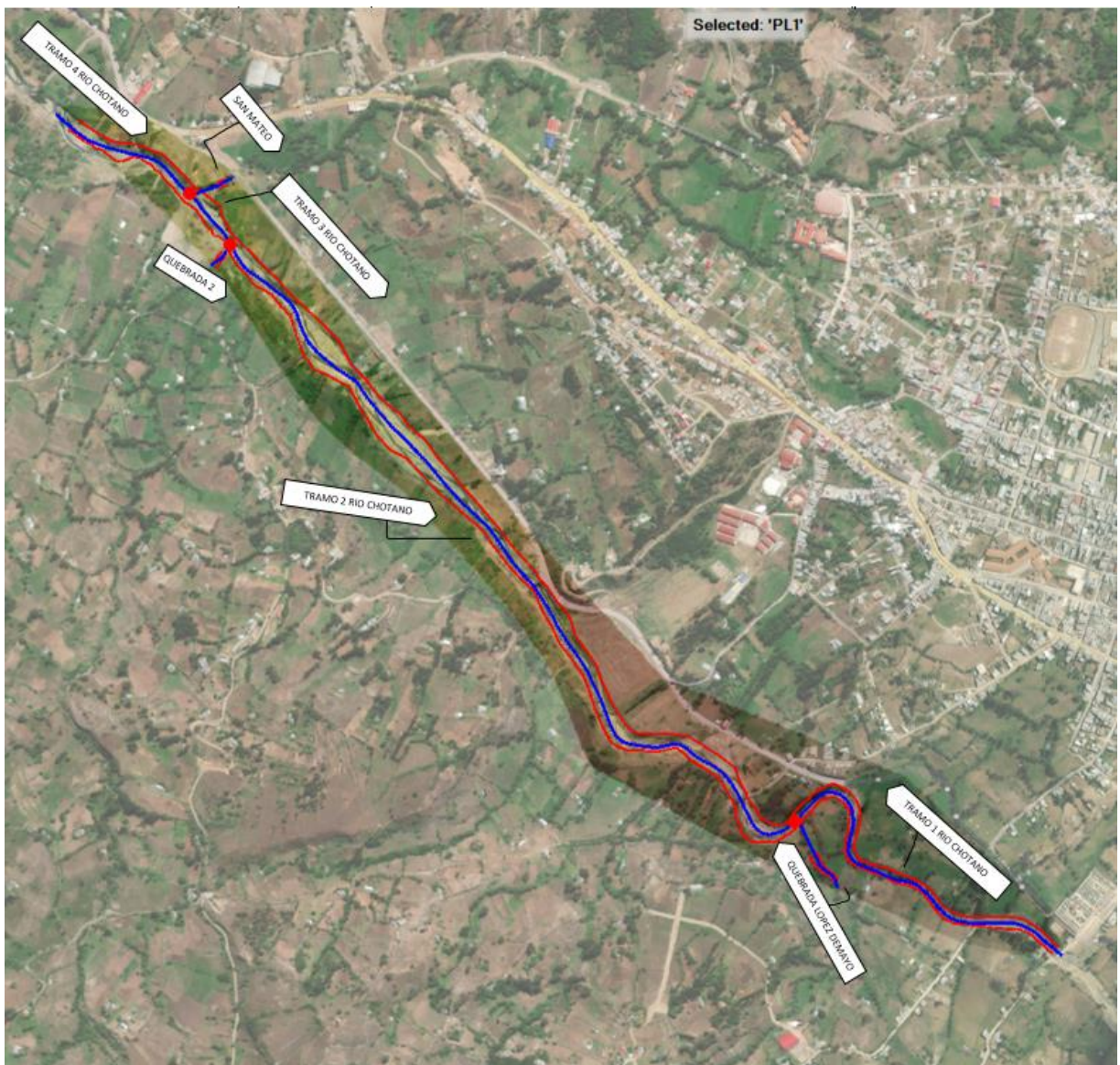
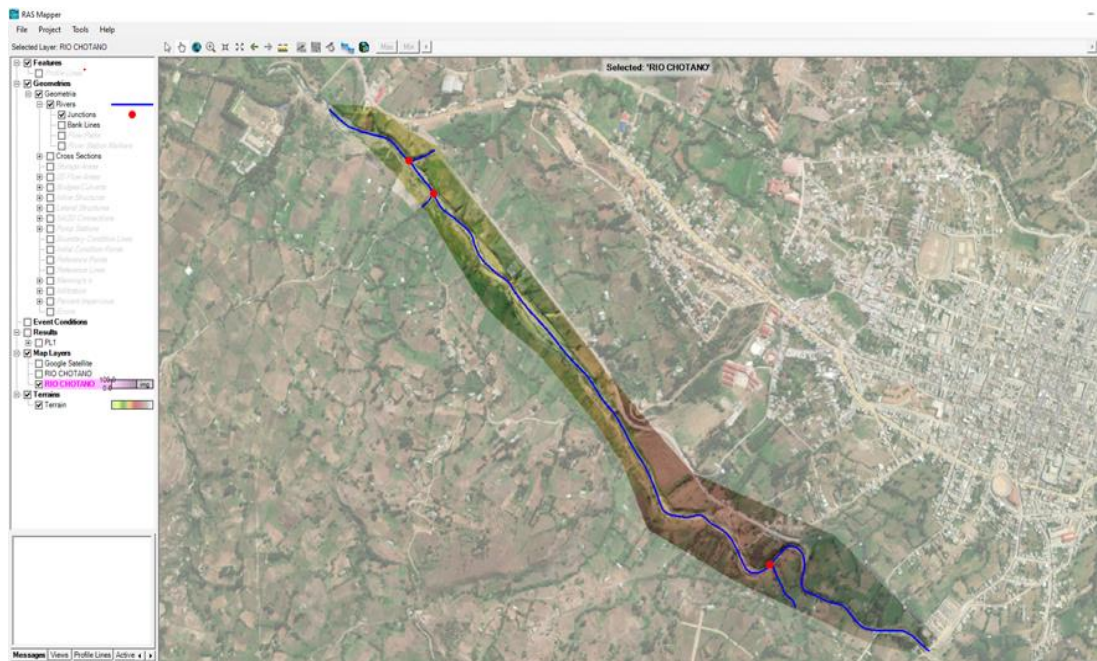


Figura 21

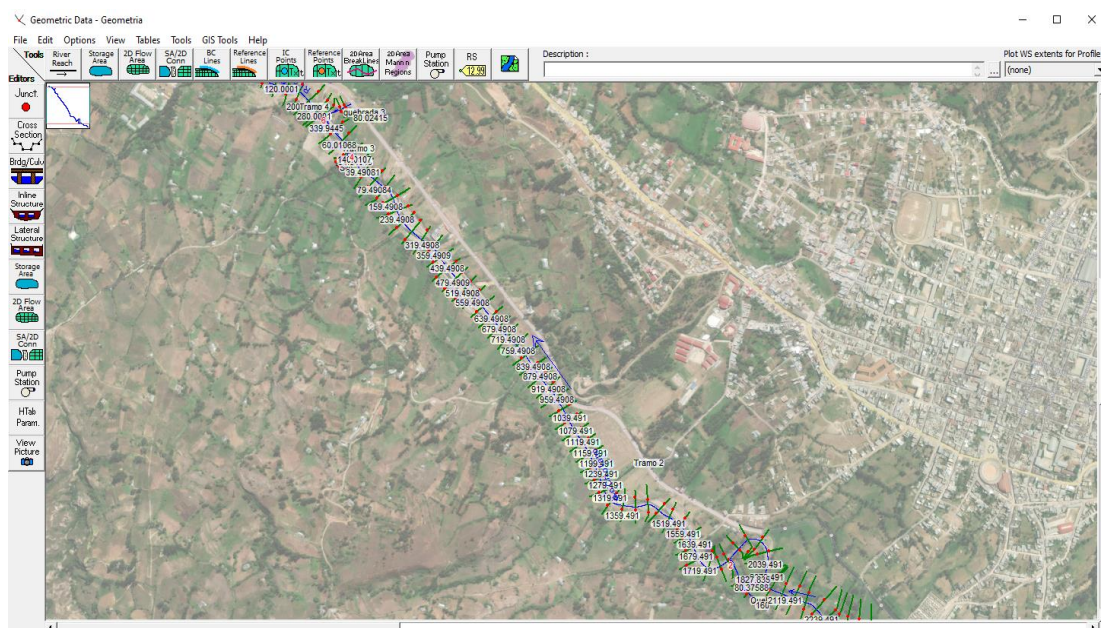
Vista de los nodos de las quebradas aportantes en HEC-RAS 6.0.1.



En el programa HEC-RAS 6.0.1., se describen las secciones transversales al cauce principal y aportantes, además de que, se le da la dirección del flujo.

Figura 22

Dirección del flujo del cauce principal y aportantes



Se ha elegido el coeficiente de Manning en todo el trayecto en el eje del cauce, margen derecho e izquierdo, para cada uno de los tramos definidos a partir de la división del cauce principal, por la inclusión de los cauces aportantes.

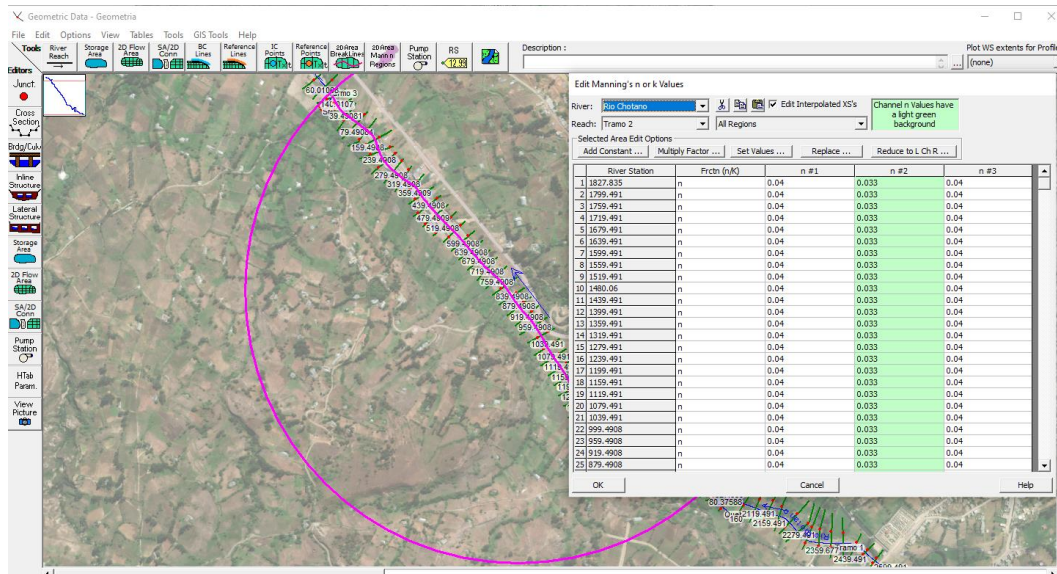
Tabla 10

Coeficientes de Manning en el cauce principal y aportantes

Tramo	Eje	Lado izquierdo	Lado derecho
Tramo 4 del río Chotano	Limpio, poco profundo, el valor del Manning es de 0.04.	Pastos cortos, cultivos maduros, y árboles en invierno siendo 0.03, 0.035 y 0.05. En promedio 0.0383	Pastos cortos y árboles en invierno siendo 0.03 y 0.05. En promedio 0.04
Quebrada San Mateo	Limpio, sinuoso poco profundo, el valor del Manning es 0.033.	Pastos cortos, pequeños arbustos y árboles en invierno y los valores de 0.03 y 0.05. En promedio 0.04	Pastos cortos, sin cultivos siendo 0.03 y 0.03. En promedio 0.03
Tramo 3 del río Chotano	Limpio, poco profundo, el valor del Manning es de 0.04.	Pastos cortos, cultivos maduros, pequeños arbustos y árboles en invierno siendo 0.03, 0.035 y 0.05. En promedio 0.0383	Pastos altos y cultivo maduro alineado, siendo 0.035 y 0.03. En promedio 0.035
Quebrada S/N	Limpio, sinuoso poco profundo, el valor del Manning es 0.033.	Pastos altos, cultivo maduro alineado y árboles en verano siendo 0.035, 0.035 y 0.06. En promedio 0.0433.	Pastos altos, cultivo maduro alineado y árboles en verano siendo 0.035, 0.035 y 0.06. En promedio 0.0433.
Tramo 2 del río Chotano	Limpio, sinuoso poco profundo, el valor del Manning es 0.033	Pastos alto, cultivos maduros, pequeños arbustos y árboles en invierno y los valores de 0.035, 0.035 y 0.05. En promedio 0.040.	Pastos cortos, pequeños arbustos y árboles en invierno siendo 0.03 y 0.05. En promedio 0.040
Quebrada López Mayo	Limpio, sinuoso poco profundo y con algo de hierba y piedras, el Manning es 0.045.	Pastos alto y árboles en invierno siendo 0.035 y 0.05. En promedio 0.0425	Pastos alto y árboles en invierno siendo 0.035 y 0.05. En promedio 0.0425
Tramo 1 del río Chotano	Limpio, sinuoso poco profundo y con algo de hierba y piedras, el Manning es de 0.037	Sin cultivos, pastos cortos y árboles en invierno, siendo 0.035, 0.030 y 0.05. Media 0.038.	Presenta concreto sin terminar, por tanto, el valor de Manning es 0.014.

Figura 23

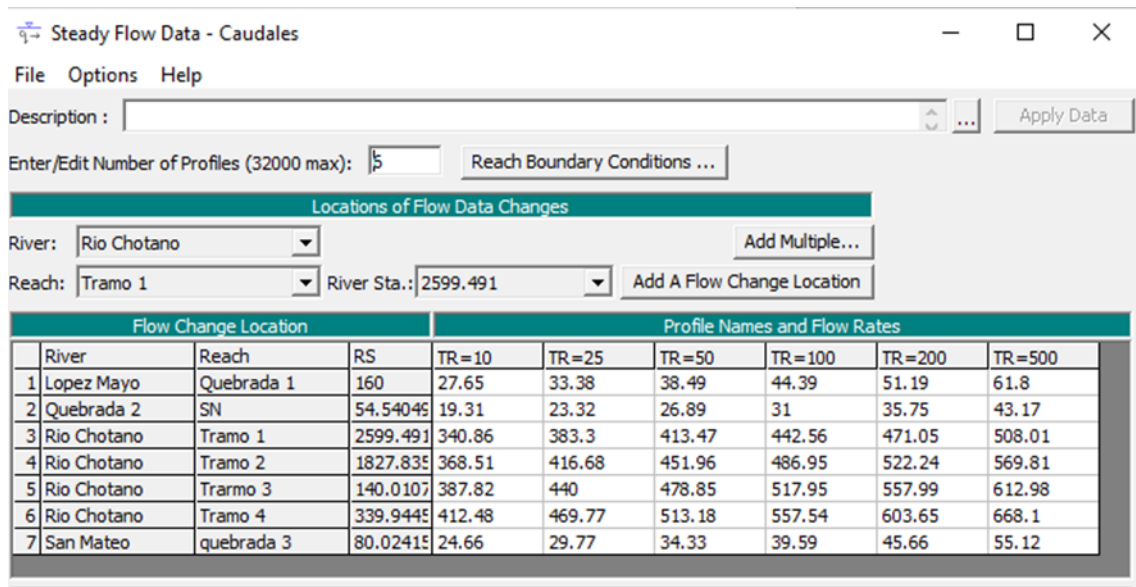
Colocación de los coeficientes de Manning



Se han dado las condiciones del régimen hidráulico (tirante normal, flujo de régimen mixto), y se han colocado los caudales máximos determinados para Tr de 10, 25, 50, 100, 200 y 500 años, para luego correr el programa y obtener las áreas inundables.

Figura 24

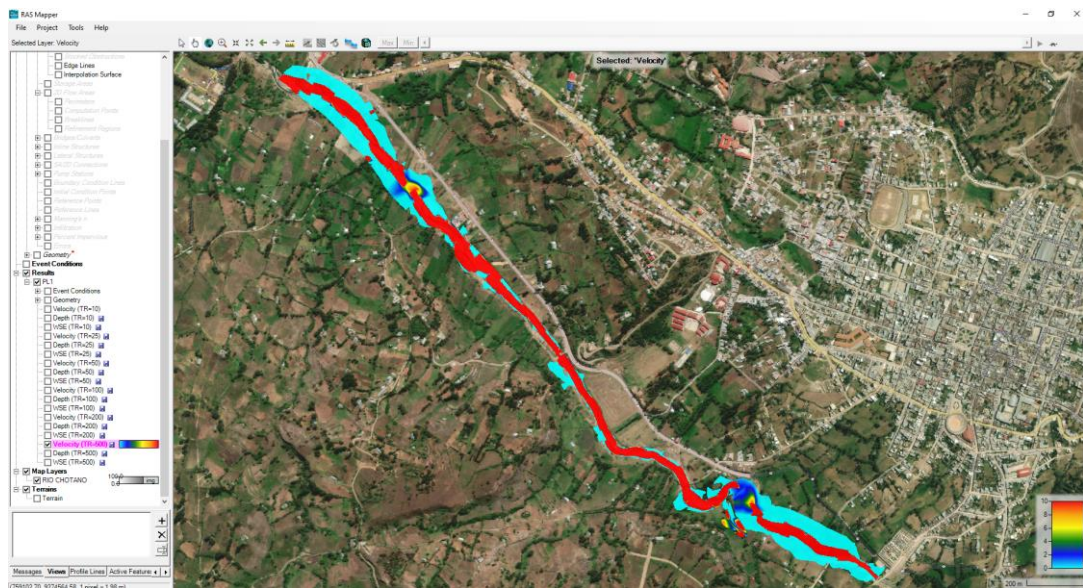
Colocación de caudales para el modelamiento



Visualizadas las áreas de inundación en HEC-RAS 6.0.1., para conocer el valor de la superficie inundada se exportan a ArcGIS 10.5, se determinan las áreas, y se vuelven a exportar a AutoCAD 2021, para elaborar los planos de inundación.

Figura 25

Superficie inundable en HEC-RAS 6.0.1.



3.6.2. *Procesamiento de datos*

Para el procesamiento de datos se ha hecho uso de técnicas computacionales:

Delimitación de la cuenca. En ArcGis 10.5 para delimitar las microcuencas en estudio.

Determinación de los parámetros hidrogeomorfológicos. En MICROSOFT EXCEL 2018 para estimar las características morfométricas de la microcuenca y sus aportantes.

Determinación de intensidades y caudales máximos. En HIDROESTA 2.0 para procesar las precipitaciones máximas de la estación meteorológica Chota. Para los caudales máximos por el método racional y racional modificado para Tr 10, 25, 50, 100, 200 y 500 años se ha utilizado MICROSOFT EXCEL 2018.

Planos topográficos. En CIVIL 3D 2021 para procesar el levantamiento topográfico de la ribera y del cauce del río.

Determinación del área de inundación. En HEC-RAS 6.0.1 para identificar las áreas inundables en el área de estudio.

Elaboración de los mapas de inundación. En AutoCAD 2021, para elaborar los mapas de delimitación de las áreas de inundación.

3.6.3. *Análisis de datos*

Para el análisis de datos se ha usado Minitab 19 a fin de verificar la aceptación de la hipótesis nula (H_0) o alternativa (H_1).

3.7. Aspectos éticos

Las consideraciones éticas forman parte de los métodos de investigación para garantizar que, la misma, logre resultados confiables y válidos, pero no sólo se debe generar conocimiento, sino contribuir a la solución de los problemas relevantes para los seres humanos, como en el caso del estudio, en el que, se están determinando las áreas con mayor probabilidad a ser inundadas frente a precipitaciones pluviales extremas, siendo así, estos mapas de zonificación podrán servir como herramientas de gestión del riesgo. Así mismo, cumple con los siguientes criterios éticos: (Parra y Briceño, 2013)

- Creatividad, sensibilidad y flexibilidad para adaptar el estudio al medio local.
- Coherencia metodológica
- Muestreo apropiado.
- Recolección y análisis de información adecuada.

CAPÍTULO IV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción de resultados

4.1.1. *Parámetros hidrogeomorfológicos de la microcuenca del río Chotano y sus aportantes*

El estudio se desarrolla en el cauce del río Chotano (punto de inicio y de delimitación de la microcuenca, 759541.96 m E, 9273251.55 m S), sin embargo, este en su trayecto (puente cementerio – puente Chota) tiene como aportantes, a la quebrada Lopez Mayo (758999.00 m E, 9273558.00 m S), la quebrada S/N (757768.00 m E, 9274762.00 m S), y la quebrada San Mateo (757699.00 m E, 9274866.00 m S); siendo así, también, se han delimitado y determinado los parámetros hidrogeomorfológicos de estas quebradas, según la tabla siguiente.

Tabla 11

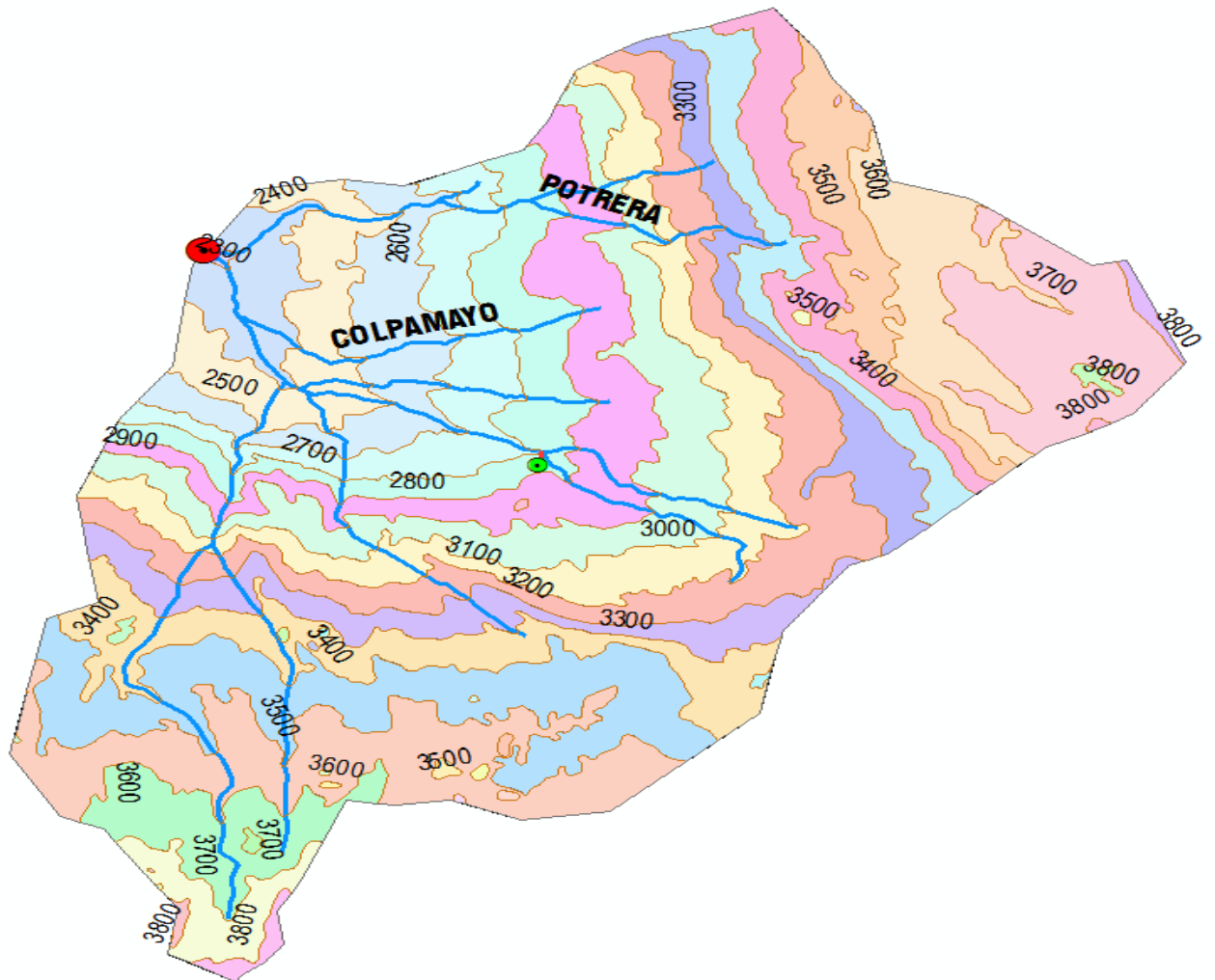
Parámetros hidrogeomorfológicos de la microcuenca del río Chotano y aportantes

Parámetros hidrogeomorfológicos	Microcuenca	Quebradas aportantes		
	Río Chotano	López Mayo	S/N	San Mateo
Área (km ²)	126.53	5.90	4.22	5.75
Perímetro (km)	50.11	15.18	16.15	13.31
Índice de compacidad	1.247	1.749	2.20	1.554
Altitud media (msnm)	3174.68	2840.43	2755.21	2446.62
Pendiente de la cuenca (%)	23.57	27.14	24.16	19.38
Número de orden	3	1	1	1
Número de cauces	20	1	1	1
Longitud de cauces (km)	55.93	4.048	4.77	5.36
Longitud del máximo recorrido (km)	13.07	4.05	4.77	5.36
Pendiente del cauce (%)	8.22	8.38	9.17	4.83
Tiempo de concentración (horas)	3.40	1.38	1.55	1.91
Coefficiente orográfico	0.0797	1.366	1.7981	1.0416
Factor de forma	0.741	0.369	0.185	0.200

La microcuenca del río Chotano presenta 126.53 km² de área, integrado por: la quebrada Colpamayo y de la quebrada la Potrera (Fig. 25), tiene 1.247 de coeficiente de compacidad, presenta forma oval redonda u oblonga, tiene pendiente fuerte (23.57%), su altitud media es 3174.68 msnm, tiene 20 cauces menores dentro de su extensión, pero la longitud de su cauce principal es 13.07 km, cuya pendiente es 8.22%, con un tiempo de concentración de 3.40 horas.

Figura 26

Microcuenca del río Chotano

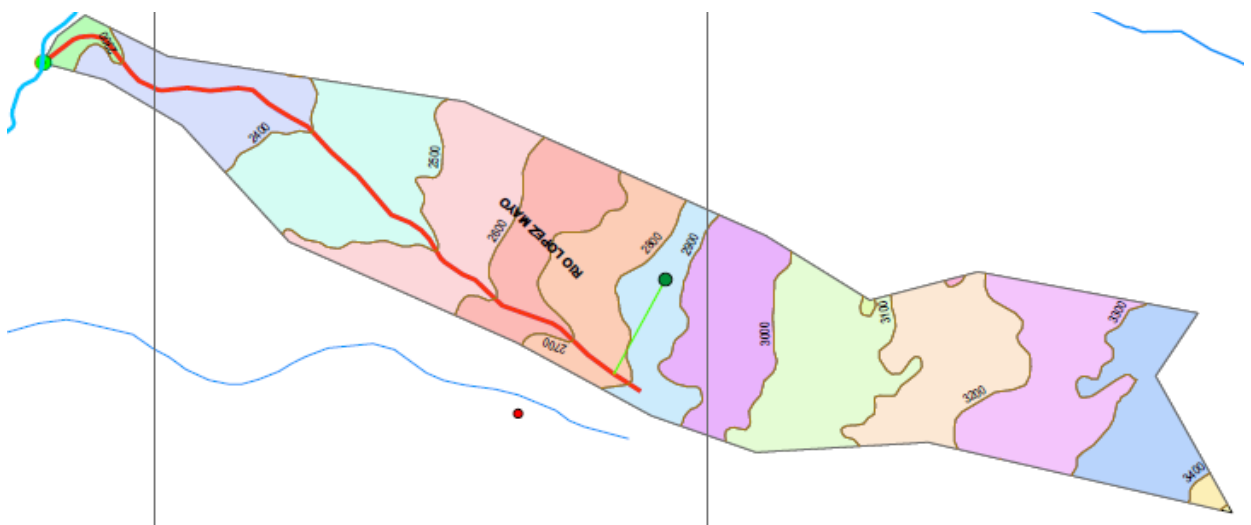


Nota: (ver en anexos, planos).

La microcuenca conformada por la quebrada López Mayo con área de 5.90 km² y perímetro de 15.18 km, tiene 1.749 de coeficiente de compacidad, su forma es oval oblonga a rectangular oblonga, la tormenta se da en toda su extensión, presenta pendiente fuerte (27.14%), su altitud media es 2840.43 msnm, tiene un solo cauce en su extensión, por lo que, no presenta relación de confluencias, la longitud de su cauce principal es 4.05 km y su pendiente 8.38%, su tiempo de concentración es de 1.38 horas, siendo el tiempo, en que, una partícula de agua del punto más alejado, tarda en llegar al punto de aforo (758999.00 m E, 9273558.00 m S).

Figura 27

Delimitación de la Microcuenca conformada por la quebrada Lopez Mayo



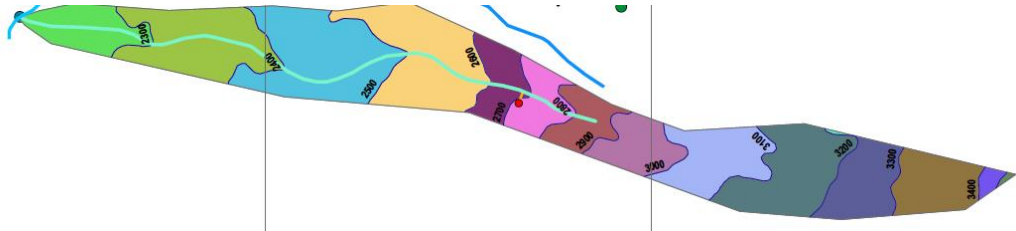
Nota: (ver en anexos, planos).

La microcuenca conformada por la quebrada S/N con área de 4.22 km² y perímetro de 16.15 km, tiene 2.20 de coeficiente de compacidad, su forma es rectangular, pendiente fuerte (24.16%), su altitud media es 2755.21 msnm, tiene un solo cauce, por lo que, no presenta relación de confluencias. La longitud de su cauce principal es 4.77 km y su pendiente 9.17%, su tiempo de concentración es

de 1.80 horas, , siendo el tiempo, en que, una partícula de agua del punto más alejado, tarda en llegar al punto de aforo (757768.00 m E, 9274762.00 m S).

Figura 28

Delimitación de la Microcuenca conformada por la quebrada S/N

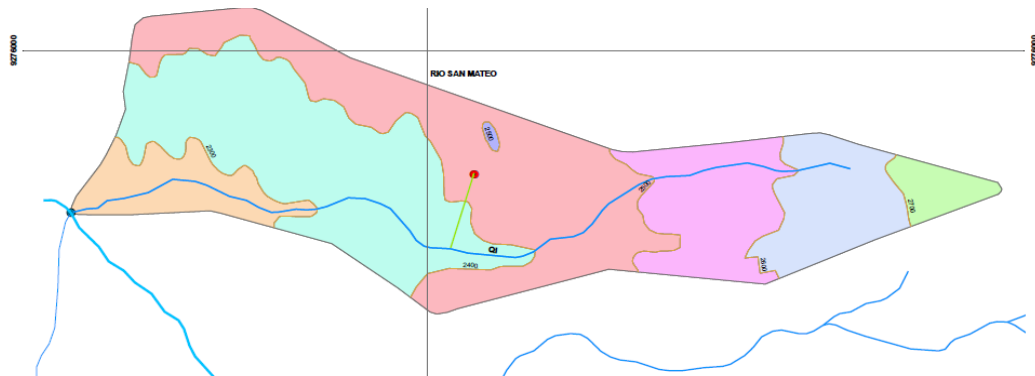


Nota: (ver en anexos, planos).

La microcuenca conformada por la quebrada San Mateo con área de 5.75 km² y perímetro de 13.31 km, tiene 1.554 de coeficiente de compacidad, su forma es oval oblonga a rectangular oblonga, pendiente accidentada (19.38%), su altitud media es 2446.62 msnm, tiene un solo cauce, por lo que, no se puede determinar la relación de confluencias. La longitud de su cauce principal es de 5.36 km y su pendiente es 4.83%, su tiempo de concentración es de 1.91 horas, siendo el tiempo, en que, una partícula de agua del punto más alejado tarda en llegar al punto de aforo (757699.00 m E, 9274866.00 m S).

Figura 29

Microcuenca conformada por la quebrada San Mateo

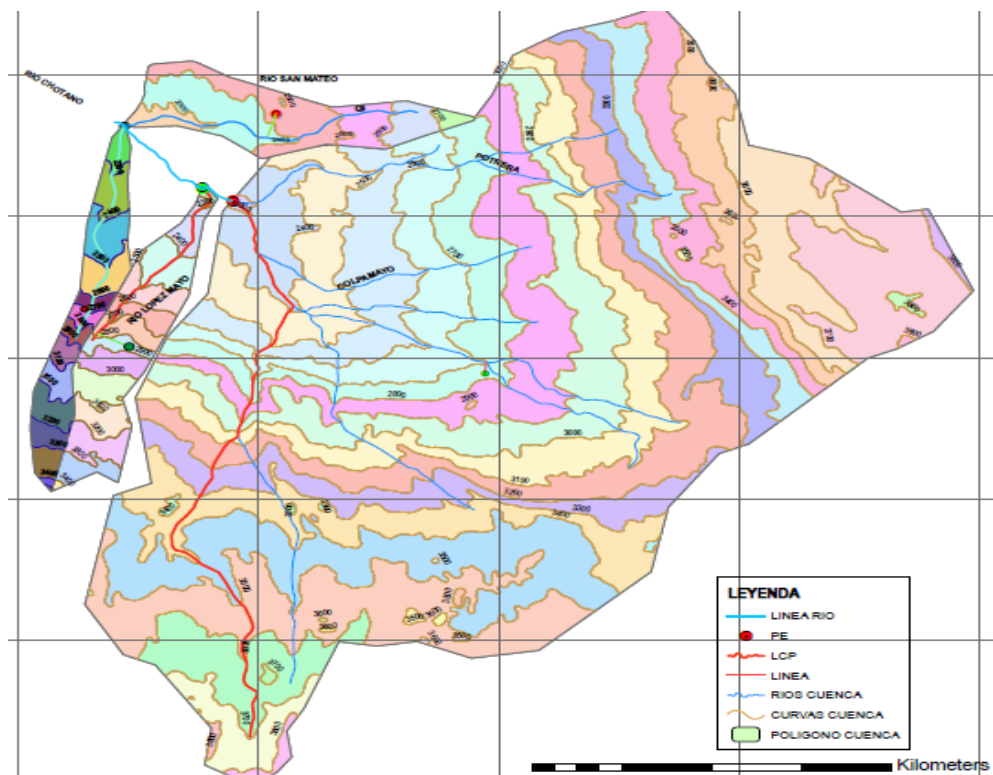


Nota: (ver en anexos, planos).

De las tres quebradas aportantes, la que, presenta menor área es la microcuenca S/N, mientras que, la más extensa es la microcuenca López Mayo; sin embargo, la que, presenta un cauce de mayor longitud es la microcuenca San Mateo (5.36 km), mientras que, la de menor longitud es la microcuenca López Mayo (4.05 km), siendo así, la microcuenca San Mateo tiene un mayor tiempo de concentración que, las otras aportantes. Las Quebradas Lopez Mayo y S/N tienen similar pendiente entre sí y con la Microcuenca del río Chotano, mientras que, la Quebrada San Mateo tiene una pendiente menos escarpada, lo que, se debe a que, dentro de esta microcuenca se encuentran áreas urbanas, que han incidido en el cambio de pendiente (Ticlla, 2022). La altitud media de las microcuencas disminuye progresivamente, debido a que, se ubican en el recorrido del cauce de mayor a menor, tal como, se muestra:

Figura 30

Microcuenca del río Chotano y quebradas aportantes



4.1.2. Caudales máximos de las microcuencas

Se han utilizado las precipitaciones máximas diarias de la estación meteorológica Chota (coordenadas UTM WGS84 17S 760025.00 m E, 9275705.00 m S), la cual por transferencia de datos utilizando la altitud media, se ha adaptado a cada Quebrada aportante y a la Microcuenca del río Chotano, determinando las intensidades máximas dadas en la Tabla 12, donde, la quebrada S/N presenta lluvias más intensas siendo 39.10, 47.93, 55.27, 63.73, 73.49 y 88.73 mm/h, para tiempos de retorno de 10, 25, 50, 100, 200 y 500 años, respectivamente, mientras que, la Microcuenca del río Chotano tiene menores intensidades de lluvia con 13.16, 14.80, 15.96, 17.09, 18.19 y 19.61 mm/h, para Tr 10, 25, 50, 100, 200 y 500 años, respectivamente, no obstante, la Microcuenca del río Chotano tiene mayores caudales máximos que, las quebradas, debido a que, el área en el que se da la lluvia es más extensa.

Tabla 12

Intensidades máximas para la Microcuenca del río Chotano y Quebradas aportantes

Tiempo de retorno (Tr) años	Intensidades máximas (mm/h)			
	Río Chotano	LopezMayo	S/N	San Mateo
10	13.16	39.10	35.30	26.85
25	14.80	47.93	42.62	32.42
50	15.96	55.27	49.15	37.38
100	17.09	63.73	56.68	43.11
200	18.19	73.49	65.36	49.71
500	19.61	88.73	78.91	60.02

Para el cálculo de caudales máximos de la Microcuenca del río Chotano se ha aplicado el método racional modificado, debido a que, su área es mayor a 10 km² (MTC, 2018), mientras que, para las Quebradas aportantes se ha utilizado el método racional (ver anexos), llegando a los resultados de la Tabla 13. Siendo así, se ha estimado que, la Microcuenca del río Chotano alcanza los caudales más altos para Tr de 10, 25, 50, 100, 200 y 500 años, respectivamente, con 340.86, 383.30, 413.47, 442.56, 471.05 y 508.01 m³/s; mientras que, la microcuenca S/N tiene los menores caudales en comparación con las otras microcuencas, con 19.31, 22.32, 26.86, 31.00, 35.75 y 43.17 m³/s para Tr de 10, 25, 50, 100, 200 y 500 años, respectivamente. Las otras microcuencas aportantes, Quebrada López Mayo tiene caudales de 27.65, 33.38, 38.49, 44.39, 51.19 y 61.80 m³/s para Tr de 10, 25, 50, 100, 200 y 500 años, respectivamente, y Quebrada San Mateo tiene caudales de 27.66, 29.77, 34.33, 39.59, 45.66 y 55.12 m³/s para Tr de 10, 25, 50, 100, 200 y 500 años, respectivamente. El caudal en el punto final (puente Chota) corresponde a la unión del caudal del cauce principal con sus aportes, y es igual a 412.48, 469.77, 513.18, 557.54, 603.65 y 668.1/s para Tr de 10, 25, 50, 100, 200 y 500 años, respectivamente.

Tabla 13

Caudales máximos para la Microcuenca del río Chotano y Quebradas aportantes

Tiempo de retorno (Tr) años	Caudales (m ³ /s)			
	Río Chotano	Lope Mayo	S/N	San Mateo
10	340.86	27.65	19.31	24.66
25	383.30	33.38	23.32	29.77
50	413.47	38.49	26.89	34.33
100	442.56	44.39	31.00	39.59
200	471.05	51.19	35.75	45.66
500	508.01	61.8	43.17	55.12

4.1.3. Áreas de inundación

Las áreas de inundación por máximas avenidas del río Chotano en el tramo de estudio, para Tr 10, 25, 50, 100, 200 y 500 años, es igual a 93656.919 m² (9.37 ha), 101597.674 m² (10.16 ha), 106932.523 m² (10.69 ha), 113118.041 m² (11.31 ha), 118473.105 m² (11.85 ha), 126319.967 m² (12.63 ha), respectivamente, lo que, representa el 30.21%, 32.77%, 34.49%, 36.49%, 38.22% y 40.75% del área de análisis (0.31 km² o 31 ha) afectando en mayor medida al lado derecho de la ribera del río, tal como, se muestra en la Tabla 14; así mismo, el área de inundación es mayor mientras el Tr se acrecienta, debido a que, el caudal máximo también se acrecienta. La inundación en el sector 2 y 5, en el tramo de análisis (puente cementerio – puente Chota) dentro de la Microcuenca del río Chotano, afecta generalmente a cultivos y vegetación, pero también algunas viviendas llegan a ser inundadas por su cercanía al cauce (menor a 10 m), tal como se pueden observar en la Fig. 30, 31, 32, 33, 34 y 35.

Tabla 14

Áreas de Inundación en los sectores 2 y 5, tramo puente cementerio – puente Chota, microcuenca del río Chotano.

Tr (años)	Área de inundación (ha)					
	Sector 2			Sector 5		
	Lado derecho	Lado izquierdo	Total	Lado derecho	Lado izquierdo	Total
10	2.80	2.30	5.11	2.34	1.92	4.26
25	2.86	2.53	5.39	2.53	2.24	4.77
50	2.99	2.56	5.55	2.77	2.37	5.14
100	3.18	2.68	5.86	2.96	2.49	5.45
200	3.29	2.81	6.10	3.10	2.65	5.75
500	3.51	3.14	6.66	3.15	2.82	5.97

Tabla 15*Áreas de Inundación total, tramo puente cementerio – puente Chota*

Tr (años)	Área de inundación (m2)			Porcentaje (%) de área inundada
	Lado derecho	Lado izquierdo	Total	
10	51411.42	42245.49	93656.919	30.21
25	53931.80	47665.87	101597.674	32.77
50	57636.34	49296.18	106932.523	34.49
100	61384.49	51733.55	113118.041	36.49
200	63855.77	54617.33	118473.105	38.22
500	66660.63	59659.33	126319.967	40.75

Tabla 16*Áreas de inundación según tramo de análisis*

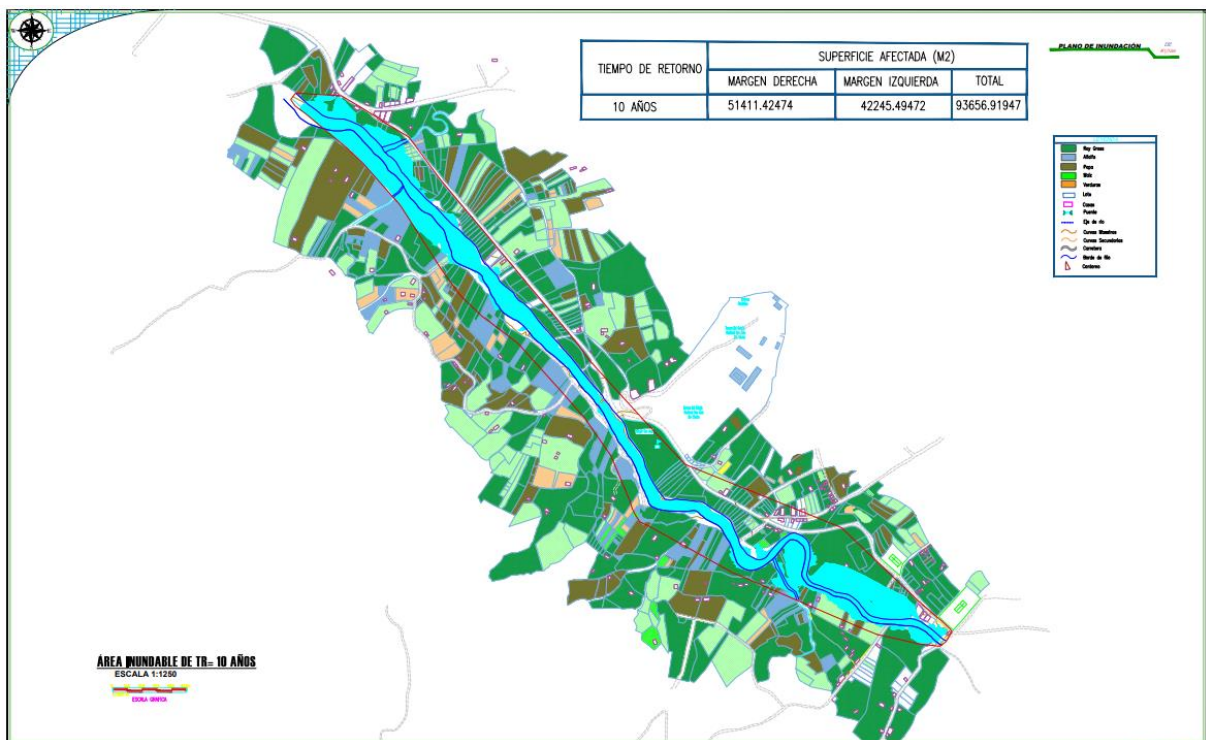
Tr (años)	Área inundable (ha) por desborde del río Chotano				Área total de inundación (ha)
	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	
	Puente cementerio a Qda López Mayo	Qda Lopez Mayo a Qda S/N	Qda S/N a Qda San Mateo	Qda San Mateo a Puente Chota	
10	4.60	0.51	1.92	2.34	9.37
25	4.85	0.54	2.15	2.62	10.16
50	5.00	0.56	2.31	2.83	10.69
100	5.28	0.59	2.45	3.00	11.31
200	5.49	0.61	2.59	3.16	11.85
500	5.99	0.67	2.69	3.29	12.63

Tabla 17*Áreas de inundación cada 500 m*

Tr (años)	Área de inundación (ha) por desborde del río Chotano						Inundación (ha)
	0 a 0.5 km	0.5 a 1 km	1 a 1.5 km	1.5 a 2 km	2 a 2.5 km	2.5 a 3.1 km	
10	3.22	1.38	0.20	0.31	1.70	2.56	9.37
25	3.40	1.46	0.22	0.32	1.91	2.86	10.16
50	3.50	1.50	0.22	0.33	2.06	3.09	10.69
100	3.69	1.58	0.23	0.35	2.18	3.27	11.31
200	3.84	1.65	0.24	0.37	2.30	3.45	11.85
500	4.19	1.80	0.27	0.40	2.39	3.58	12.63

Figura 31

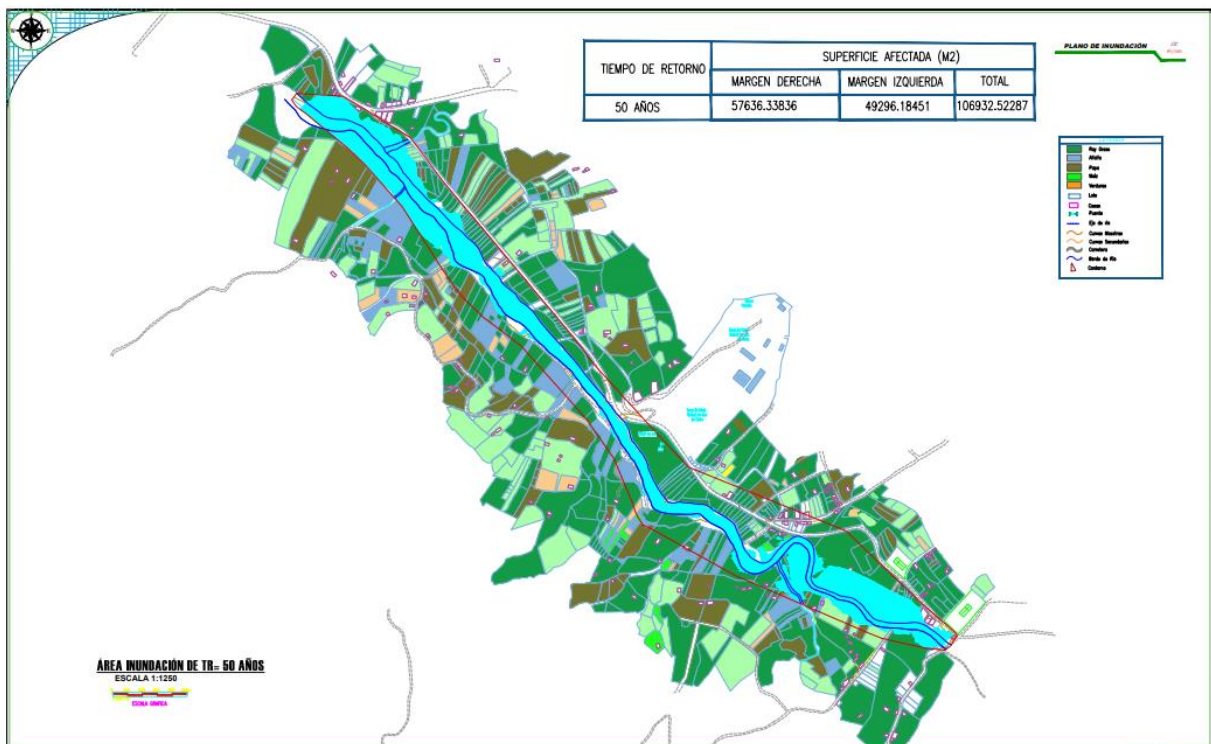
Inundación en TR= 10 años, sector 2 y 5



Nota: (ver anexos, planos).

Figura 33

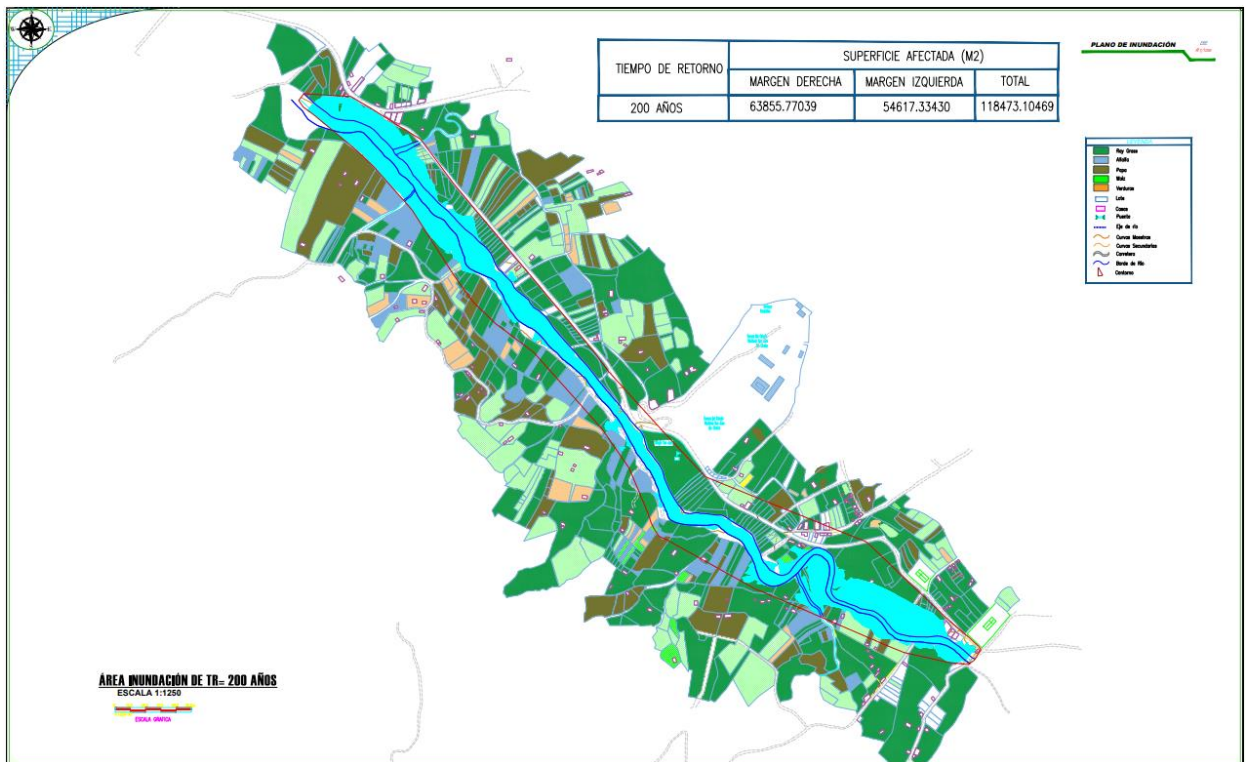
Inundación en TR= 50 años, sector 2 y 5



Nota: (ver anexos, planos).

Figura 35

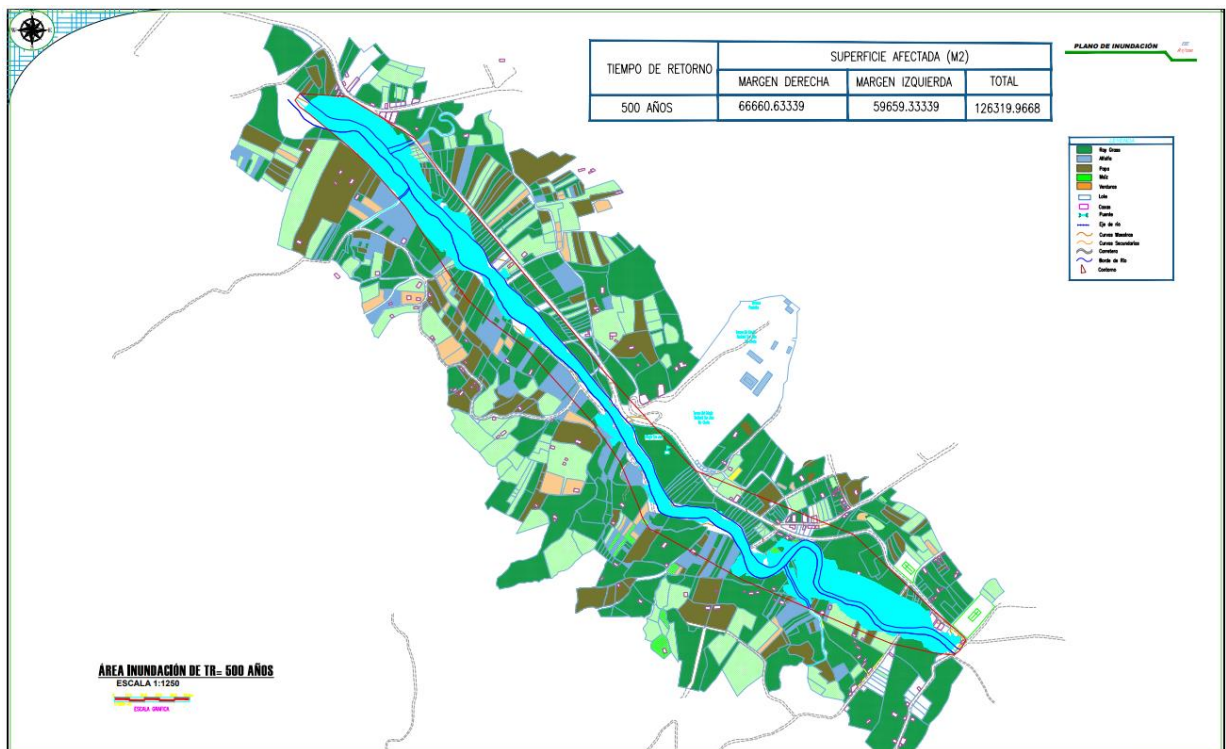
Inundación en TR= 200 años, sector 2 y 5



Nota: (ver anexos, planos).

Figura 36

Inundación en TR= 500 años, sector 2 y 5



Nota: (ver anexos, planos).

Figura 37

Tramo de inundación al inicio del recorrido

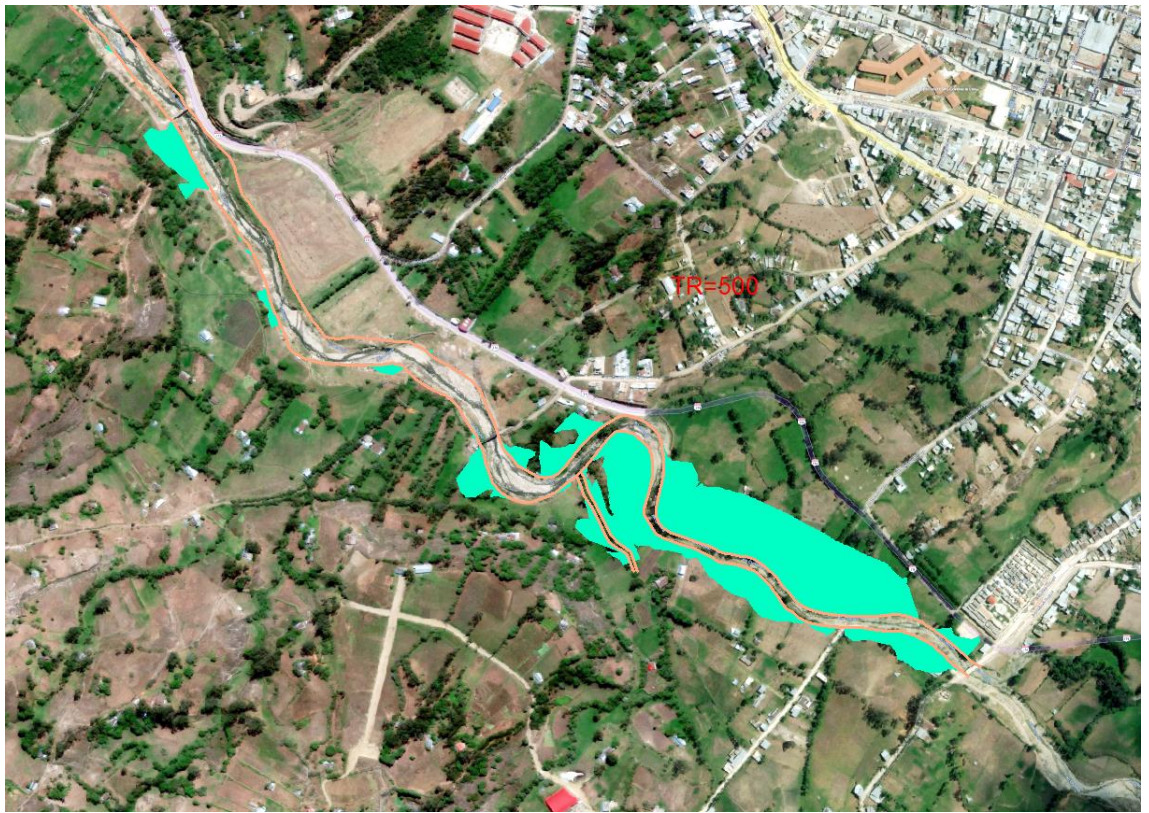


Figura 38

Tramo de inundación al final del recorrido

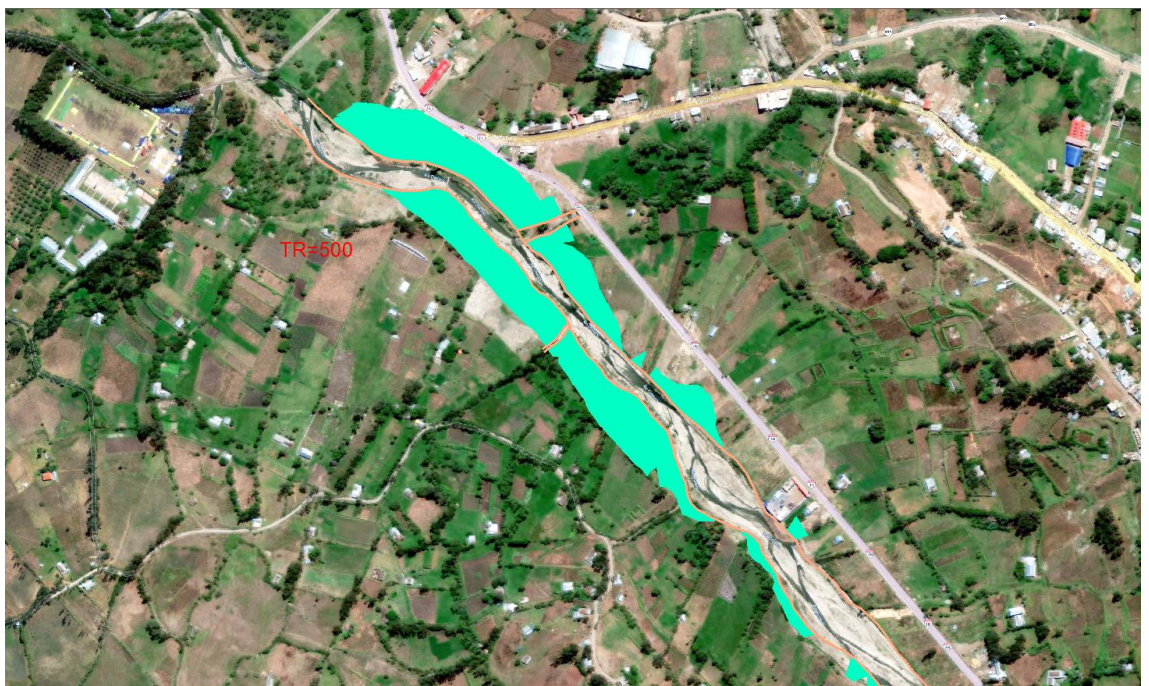


Figura 39 Vista de la Sección de Inundación por Desborde del Río Chotano en el Sector 2, tramo inicial

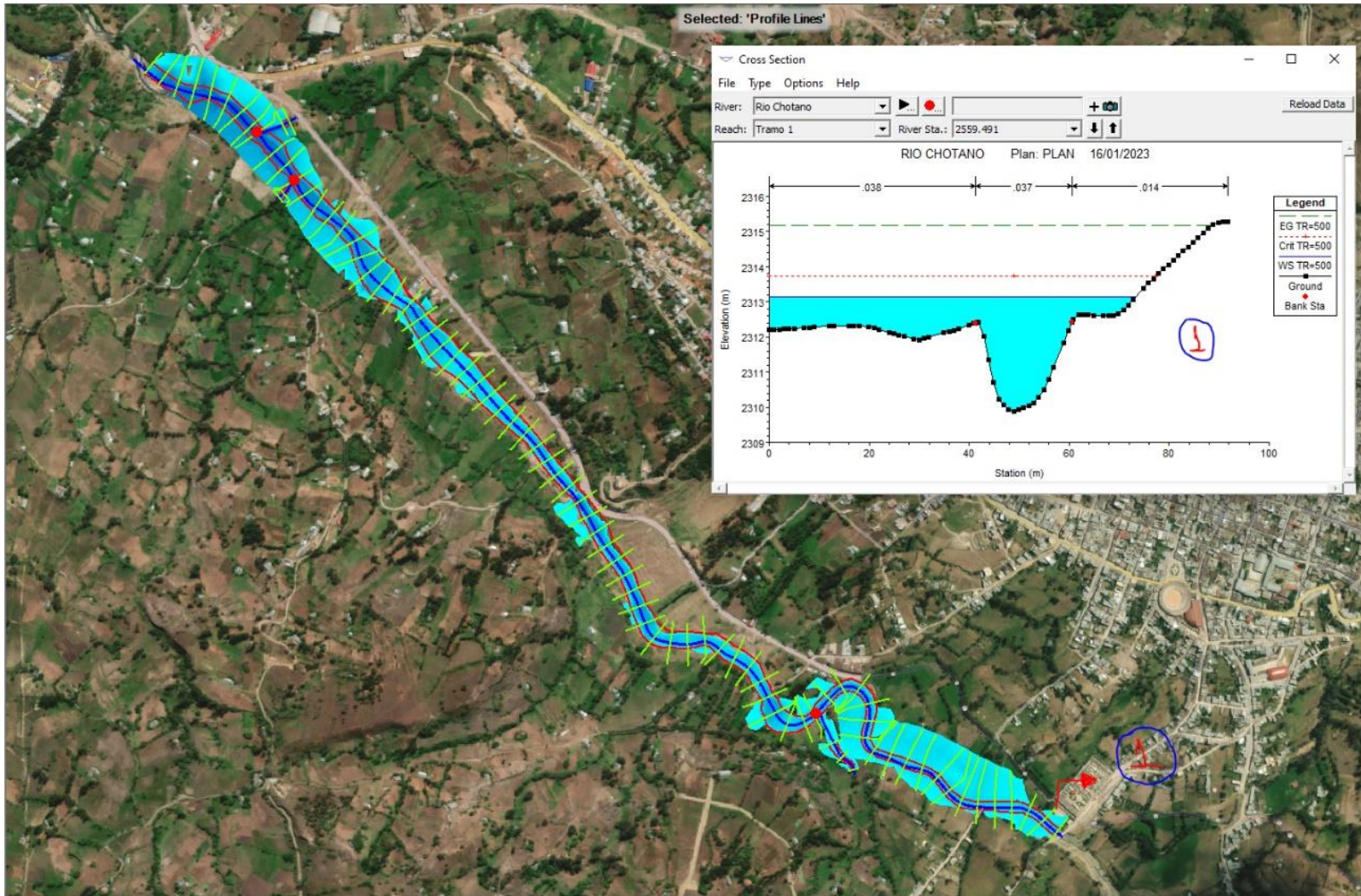


Figura 40 Vista de la Sección No Inundable del Río Chotano, a la Altura del Corepuquio San Juan

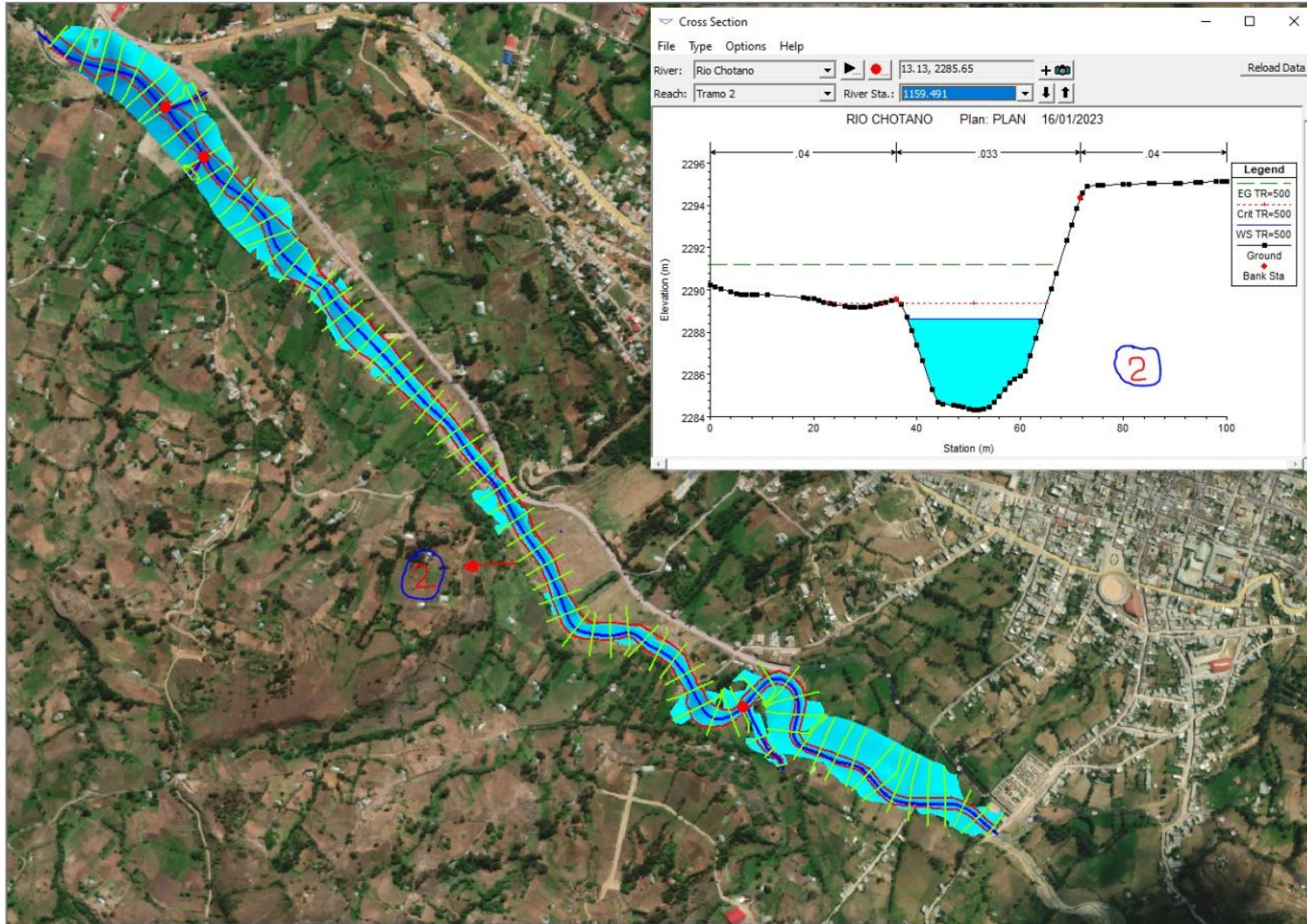
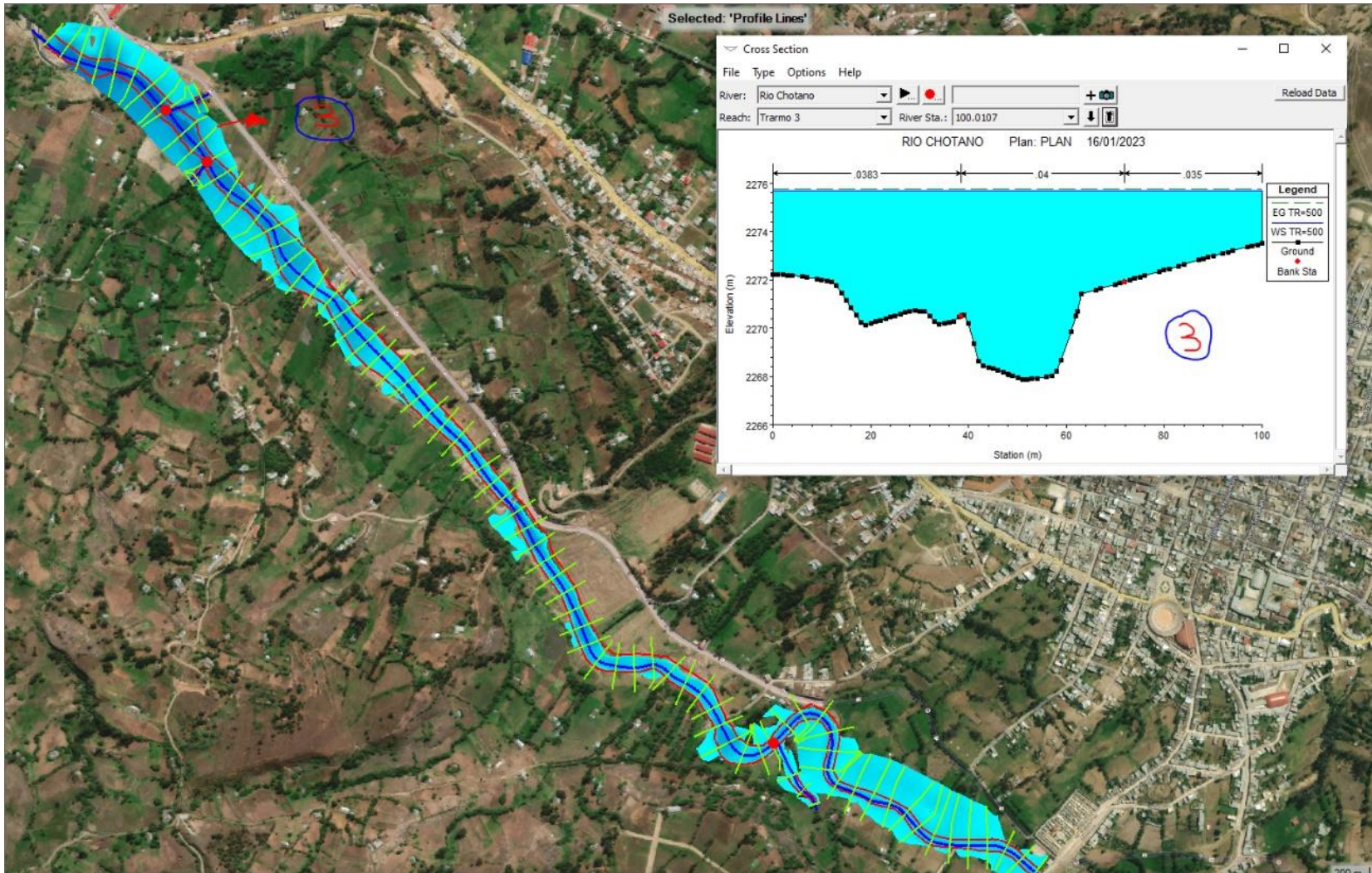


Figura 41 Vista de la Sección de Inundación por Desborde del Río Chotano en el Sector 5 de la ciudad de Chota



4.2. **Discusión de resultados**

Para determinar las áreas de inundación en el cauce del río Chotano, en los sectores 2 y 5 de la ciudad de Chota, primero se han analizado los parámetros hidrogeomorfológicos (Tabla 18) de la Microcuenca del río Chotano, y de las quebradas aportantes, no obstante, en otros estudios de inundación, solo se ha realizado el análisis del cauce principal, dejando de lado los cauces aportantes, tal como Rana y Suryanayana (2021), Restrepo (2021), Ogas y Omen (2020), Aparicio (2021), Figueroa (2019), Fernández (2015), Díaz (2019), Trigos (2018), Mamani y Llanchipa (2020), sin embargo, para tener mayor exactitud en los resultados del modelamiento hidrológico e hidráulico, se ha planteado considerar a los cauces aportantes, debido a que, estos incrementan el caudal de llegada en el tramo de estudio (puente cementerio – puente Chota). Siendo así, se han determinado los parámetros hidrogeomorfológicos de la Microcuenca del río Chotano, y las quebrada aportantes López Mayo, S/N y San Mateo.

La Microcuenca del río Chotano, presenta superficie de 126.53 km² y la longitud del cauce principal es 13.07 km, siendo estos valores menores a los encontrados en el análisis de Rana y Suryanarayana (2021) e Iruri y Jiménez (2021), pero mayores a los alcanzados por Figueroa (2019) y Aparicio (2021), la pendiente de la Microcuenca del río Chotano es de 23.57%, menor al 32.15% determinado por Iruri y Jiménez (2021), pero la pendiente del cauce principal tiene una pendiente de 8.22%, siendo mayor, al 3.92% determinado por Iruri y Jiménez (2021), así mismo, presenta similar índice de compacidad que, el determinado en el estudio de Restrepo (2021), aunque, el tiempo de concentración es disímil, Restrepo (2021) determinó 1.10 horas, mientras que, en la investigación se ha

determinado un lapso de 3.40 horas para que, la partícula de agua más alejada llegue al punto emisor.

Las quebradas aportantes López Mayo, S/N y San Mateo tienen áreas de 5.90, 4.22 y 5.75 km² respectivamente, siendo similares entre sí, con longitudes de cauces de 4.048, 4.77 y 5.36 km, por lo que, sus tiempos de concentración son de 1.38, 1.55 y 1.91 horas. La quebrada San Mateo fue estudiada por Ticlla (2022) quien determinó que, tenía un área de 2.53 km², longitud de cauce principal de 3.59 km², y tiempo de concentración de 24 minutos, esta diferencia se debe a que, el punto de aforo que, se tomó para la delimitación fue disímil, mientras que, Ticlla (2022) tomó como punto de delimitación al puente San Mateo; en la presente investigación se tomó como punto de aforo a la confluencia de la quebrada San Mateo con el río Chotano, difiriendo un punto del otro en aproximadamente 2 km de longitud, lo que, explica que, en el estudio se alcancen valores más altos de área, longitud, pendiente y otros; no obstante, esta diferencia hace evidente la importancia de la elección del punto donde se aplica el análisis, ya que, si la ubicación del punto emisor cambia, también cambiarán los parámetros hidrogeomorfológicos de una misma cuenca.

La Microcuenca del río Chotano fue analizada por el método racional modificado según el MTC (2018) debido a que, tiene un área mayor a 10 km², mientras que, las quebradas aportantes, se han analizado por el método racional. Se han determinado los caudales máximos (Tabla 19) de la Microcuenca del río Chotano, y de las quebradas López Mayo, S/N y San Mateo, para tiempos de retorno de 10, 25, 50, 100, 200 y 500 años, utilizando los datos de la estación meteorológica más cercana, la estación Chota, por estar situada dentro de la jurisdicción de la ciudad de Chota, verificando que, los caudales máximos totales

considerando la sumatoria de todas las portantes es 412.48, 469.77, 513.18, 557.54, 603.65 y 668.10 m³/s, siendo valores menores a los determinados por Rana y Suryanarayana (2021) para la cuenca de Vishwamitri en Gujarat, pero mayores a los caudales alcanzados por Restrepo (2021) para la cuenca del río Vijes, Figueroa (2019) para la cuenca del río Jipijapa, Iruri y Jiménez (2021) para la cuenca Malache, Panta (2020) para la cuenca Cujaca, Aparicio (2021) para la cuenca del río Quinuas, aunque similares a los caudales máximos determinados por Mundaca (2020) para la cuenca del río Yuracyacu en Nueva Cajamarca; Mosquera y Rojas (2019) para la cuenca del río Moche; Mamani y Llanchipa (2020) para la cuenca del río Coata – Punto. Los caudales máximos tanto para la microcuenca como para sus áreas aportantes, se han estimado en base a la data de la estación Chota, lo que ha permitido observar que la quebrada San Mateo presenta caudales menores a los estimados por Ticlla (2022), en un 6.5%.

Las áreas de inundación que probablemente puedan ser afectadas en los sectores 2 y 5 de Chota, para Tr 10, 25, 50, 100, 200 y 500 años, son 9.37, 10.16, 10.69, 11.31, 11.85, y 12.63 ha, siendo similares a las áreas de inundación encontradas por Trigoso (2018), Mantilla (2019) y Chagua (2018), pero mucho menor a las áreas de inundación determinadas por Rana y Suryanarayana (2021), debido a que su cuenca de estudio fue mucho mayor (1289.39 km²), lo que, explica la gran disimilitud, lo mismo, sucede con el estudio de Patel et al. (2017) quienes determinaron que, el 77% del área estuvo bajo inundación, pero tuvieron un trayecto de estudio mayor, siendo 19.40 km, mientras que, en la presente investigación el tramo de estudio fue de 3.10 km, tal como, el estudio regional de Trigoso (2018), donde este determinó que, el área de inundación promedio era de 10.80 ha, siendo necesario medidas preventivas, que coadyuven a disminuir el

área de inundación para no afectar a las viviendas y cultivos del lugar de análisis, tal como, se ha concluido en el presente estudio.

Gutiérrez (2017) y Mosquera y Rojas (2019) determinaron que, la inundación afectaba mayormente a las viviendas, en cambio, en el presente estudio, el área que más se vería afectada corresponde a cultivos, debido a que, el área aún se encuentra en proceso de lotización, y no existen gran cantidad de viviendas, similar al estudio realizado por Mamani y Llanchipa (2020) quienes concluyeron que, mayormente el área afectada por inundación eran zonas de cultivo; así mismo, Aparicio (2021) concluyó que, la inundación afectaría a 7537 m² de cultivo, y tan solo 479 m² de áreas lotizables, siendo datos similares a los alcanzados en la presente investigación, donde solo el 6.5% del área inundada corresponde a viviendas existentes; sin embargo, tal como argumentan, Mosquera y Rojas (2019), se requiere procesos de descolmatación en las diferentes secciones del tramo analizado, sobre todo, al inicio y final del tramo, que son las zonas críticas por desborde del río Chotano, así mismo, tal como sugiere, Díaz (2019) y Gutiérrez (2017) las medidas de mitigación existentes deben ser reforzadas para evitar que, sean superadas por los caudales máximos, y el río se desborde afectando el área urbana, por lo que, presentar los mapas de inundación como medio de la gestión del riesgo es vital.

Según Mamani (2014) y Álvarez y Moreno (2021) estos mapas de inundación permitirán determinar las obras de protección ribereña, más adecuadas, que logren mitigar el impacto, al disminuir el área inundada. Siendo así, finalmente con el presente estudio se ha logrado determinar la superficie inundable a diferentes tiempos de retorno, datos que, servirán a la Municipalidad Provincial de Chota, para plantear medidas de gestión de riesgo frente a

inundaciones, así mismo, pueden plantear normas locales, para evitar el hacinamiento y la construcción en la ribera del río ahora que no existe gran cantidad de viviendas en el lugar, pero tomando en cuenta, que ya empiezan a verse lotizaciones en todo el recorrido de 3.10 km del cauce del río Chotano, entre los sectores 2 y 5 de la ciudad de Chota.

Tabla 18

Microcuenca del río Chotano y quebradas aportantes

Parámetros hidrogeomorfológicos	Microcuenca	Quebradas Aportantes		
	Río Chotano	López Mayo	S/N	San Mateo
Área (km ²)	126.53	5.9	4.22	5.75
Índice de compacidad	1.247	1.749	2.2	1.554
Altitud media (msnm)	3174.68	2840.43	2755.21	2446.62
Pendiente de la cuenca (%)	23.57	27.14	24.16	19.38
Número de orden	3	1	1	1
Longitud del cauce (km)	13.07	4.05	4.77	5.36
Pendiente del cauce (%)	8.22	8.38	9.17	4.83
Tiempo de concentración (h)	3.4	1.38	1.55	1.91

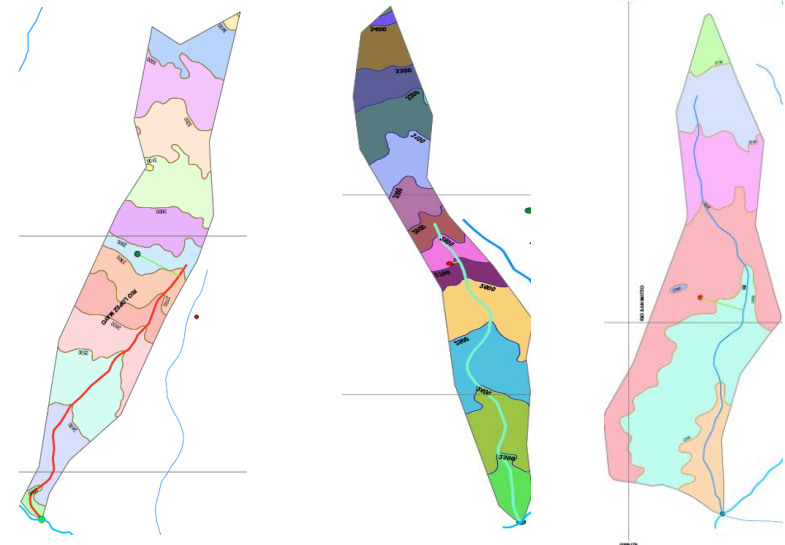
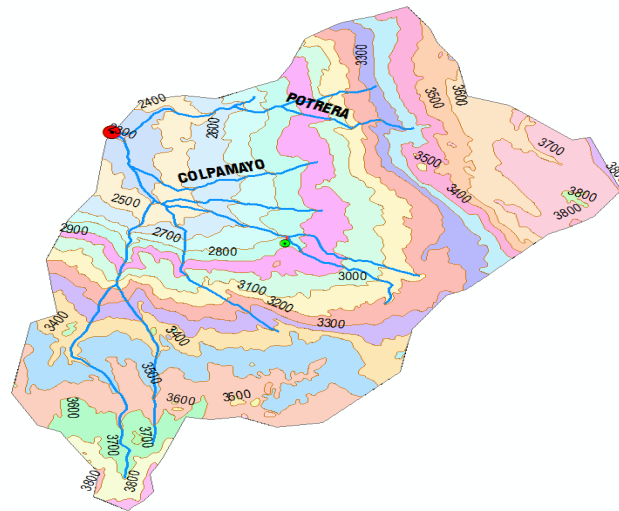


Tabla 19*Análisis hidrológico e hidráulico para definir la superficie de inundación, cauce del río Chotano*

Tiempo de retorno Tr (años)	Caudal máximo (m3/s)				Caudal máximo total (m3/s)	Área de inundación		Área total analizada (m2)	Porcentaje de área inundada
	Rio Chotano	LopezMayo	S/N	San Mateo		(ha)	(m2)		
10	340.86	27.65	19.31	24.66	412.48	9.3657	93656.919	310000	30%
25	383.3	33.38	23.32	29.77	469.77	10.1598	101597.674	310000	33%
50	413.47	38.49	26.89	34.33	513.18	10.6933	106932.523	310000	34%
100	442.56	44.39	31	39.59	557.54	11.3118	113118.041	310000	36%
200	471.05	51.19	35.75	45.66	603.65	11.8473	118473.105	310000	38%
500	508.01	61.8	43.17	55.12	668.1	12.6320	126319.967	310000	41%

4.3. Contrastación de hipótesis

El análisis estadístico se ha efectuado mediante el programa Minitab 19. Inicialmente se ha comprobado la normalidad de los datos de la Tabla 20 mediante la prueba de Shapiro-Wilk, determinando que, los datos siguen una tendencia normal, por lo que, se tienen que, aplicar pruebas paramétricas para el análisis de hipótesis. Se ha utilizado la prueba t-student. Se rechaza la hipótesis nula (H_0) si el valor p es menor o igual a 0.05 (nivel de significancia), para un nivel de confianza del 95%, en tal caso, se acepta la hipótesis alternativa (H_1). Las hipótesis fueron:

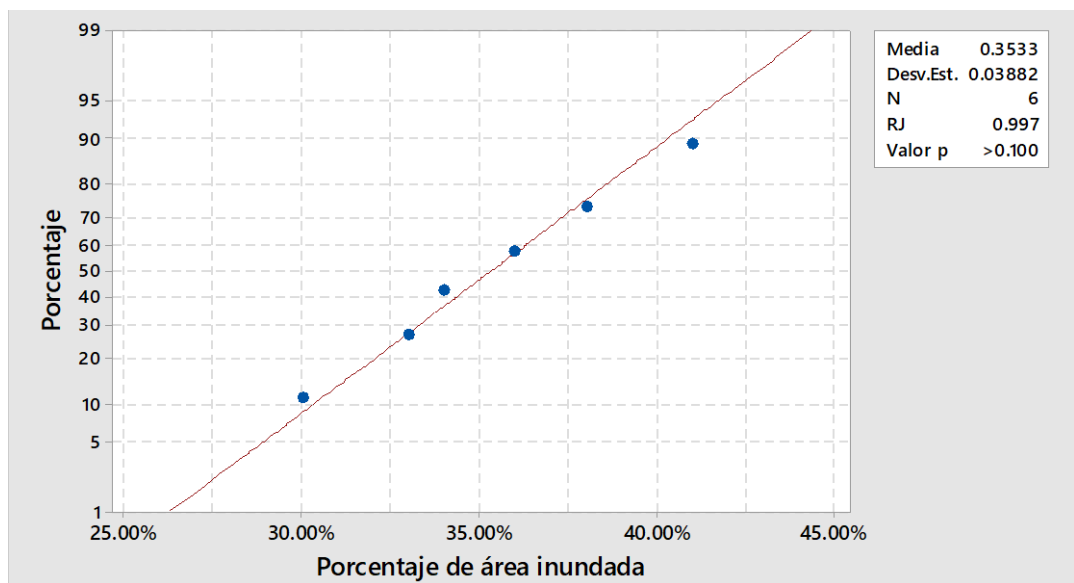
- H_0 : Menos del 50% del área de expansión urbana en los sectores 2 y 5, tramo puente cementerio – puente chota, se inundaría por las fuertes precipitaciones pluviales en la microcuenca del río chotano.
- H_1 : Más del 50% del área de expansión urbana en los sectores 2 y 5, tramo puente cementerio – puente chota, se inundaría por las fuertes precipitaciones pluviales en la microcuenca del río chotano.

Del análisis estadístico (tabla 21) se ha verificado que, el valor p es mayor a 0.05, por tanto, se acepta H_0 , es decir el área de inundación en el sector 2 y 5 de la ciudad de Chota, a causa del desborde del río Chotano, es menor al 50%.

Así mismo, se ha determinado el coeficiente de Pearson, para verificar la relación entre el caudal máximo y el área de inundación, determinando que, tiene una relación alta positiva con un valor de 1.000, además, se ha encontrado la ecuación de regresión, siendo así, se pueden predecir las áreas de inundación para cada tiempo de retorno y caudal máximo en el tramo de estudio.

Tabla 20*Datos para el análisis estadístico*

Tiempo de retorno Tr (años)	Caudal máximo total (m3/s)	Área de inundación (m2)	Área total analizada (m2)	Porcentaje de área inundada
10	412.48	93656.919	310000	30%
25	469.77	101597.674	310000	33%
50	513.18	106932.523	310000	34%
100	557.54	113118.041	310000	36%
200	603.65	118473.105	310000	38%
500	668.1	126319.967	310000	41%

Figura 42*Prueba de normalidad***Tabla 21***Análisis estadístico t-student*

Muestra	Valor T	Valor p
Porcentaje de área inundada	-9.26	1.000

Figura 43

Relación entre caudal máximo y área inundable

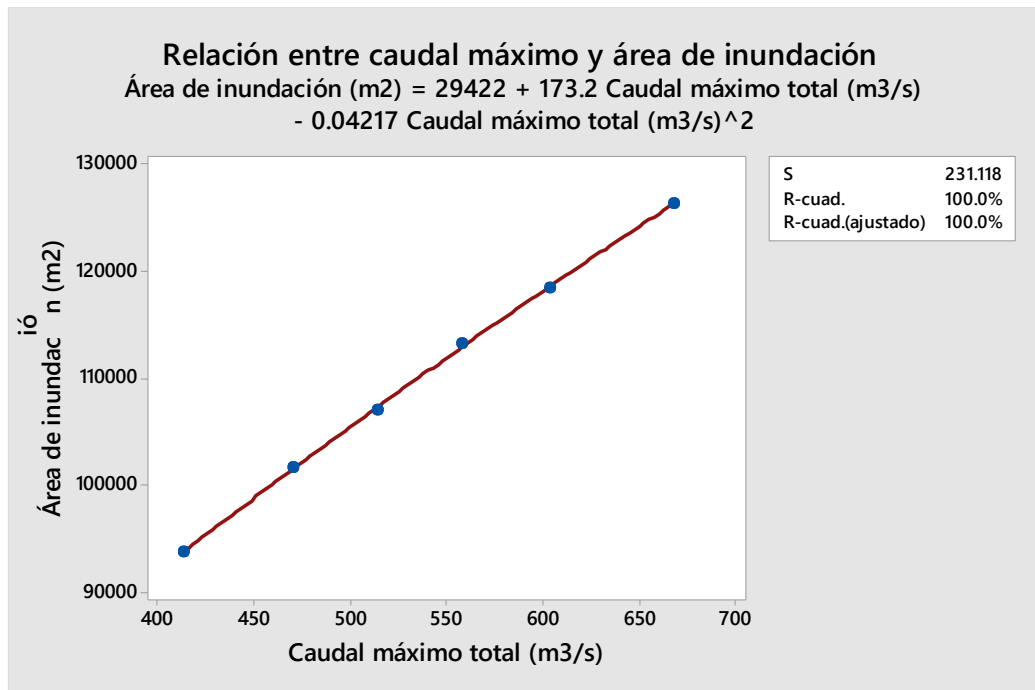
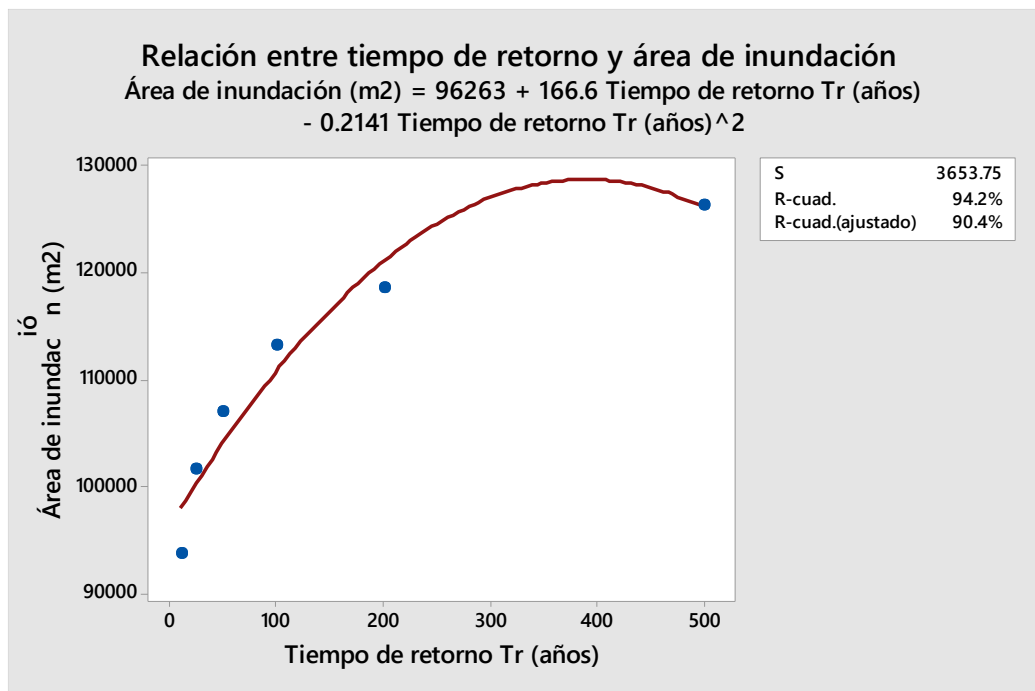


Figura 44

Relación entre Tr y área inundable



CAPÍTULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- 1) La microcuenca del río Chotano entre sus diversas características morfométricas, presenta un área de 126.53 km², una longitud de cauce principal de 13.07 km, una pendiente de 8.22%, coeficiente de gravelius 1.25 y un tiempo de concentración de 3.4 horas; así mismo, la particularidad de esta microcuenca es que cuenta con 3 quebradas aportantes dentro del tramo de estudio, denominadas: Quebrada López Mayo, S/N y San Mateo, teniendo cada una de ellas, las siguientes características morfométricas: área: 5.9, 4.22 y 5.75, Km²; índice de compacidad: 1.75, 2.20 y 1.55; longitud de sus cauces: 4.05, 4.77 y 5.36 km; pendientes de sus cauces: 8.38, 9.17 y 4.83 %; tiempos de concentración de: 1.38, 1.55 y 1.91 horas, respectivamente.
- 2) Los caudales máximos generados a partir de la aplicación del método racional modificado de Témez, para diferentes tiempos de retorno de: 10, 25, 50, 100, 200 y 500 años, son: 340.86, 383.30, 413.47, 442.56, 471.05 y 508.01 m³/s, respectivamente; así mismo, aplicando el método racional para los mismos tiempos de retorno indicados, se han estimado los siguientes caudales máximos: Quebrada López Mayo: 27.65, 33.38, 38.49, 44.39, 51.19 m³/s; Quebrada S/N: 19.31, 23.32, 26.89, 31.00, 35.75, 43.17, m³/s; y, San Mateo: 24.66, 29.77, 34.33, 39.59, 45.66 y 55.12 m³/s, respectivamente.
- 3) En el sector 2, desde el puente cementerio aguas abajo, las probables áreas de inundación para tiempos de retorno de 25, 50, 100, 200 y 500 años, en el trayecto de 1.6 km, son: 5.11, 5.39, 5.55, 5.86, 6.10 y 6.66 hectáreas. En el sector 5, desde el puente cementerio aguas abajo en un trayecto de 1.5 km, las probables

superficies inundables para los mismos tiempos de retornos indicados líneas arriba, son: 4.26, 4.77, 5.14, 5.45, 5.75 y 5.97 hectáreas, respectivamente. Se concluye que, a la presente fecha, las áreas inundables afectarían a zonas de cultivos y de lotización para ambos sectores, quedando expuesta la institución educativa inicial PRONEI S/N, ubicada en el sector 2.

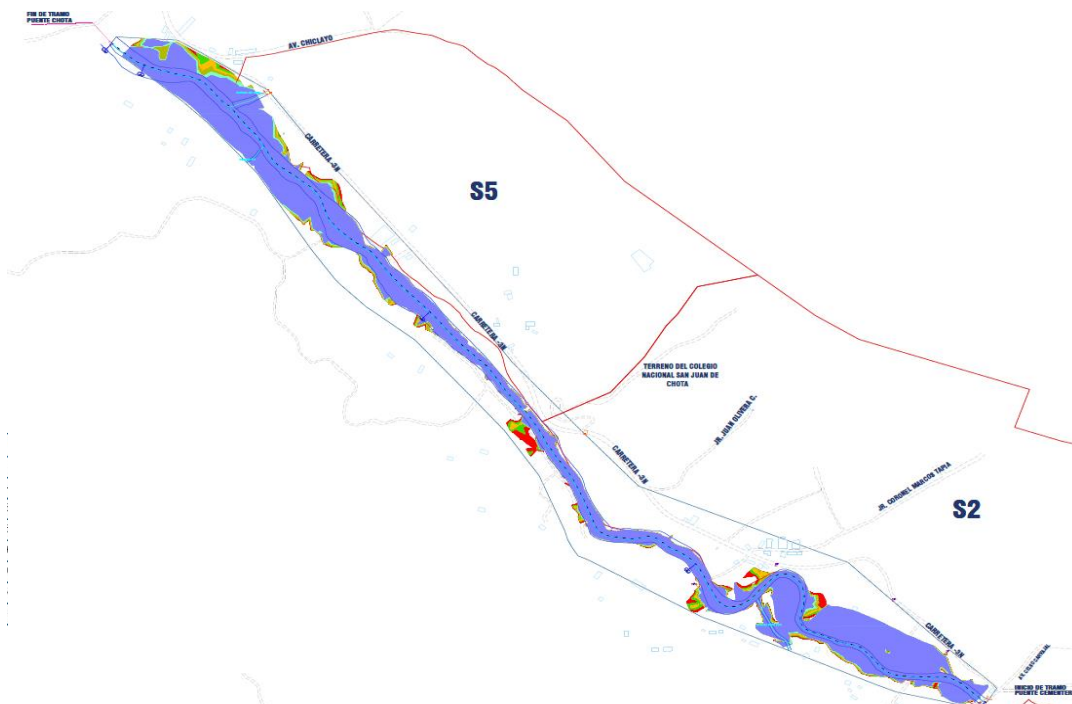
Tabla 22

Áreas de Inundación por Sectores

Tr (años)	Superficie afectada (ha)		Total (ha)
	Sector 2	Sector 5	
	0+000 - 1+600	1+600 - 3+100	
10	5.11	4.26	9.37
25	5.39	4.77	10.16
50	5.55	5.14	10.69
100	5.86	5.45	11.31
200	6.10	5.75	11.85
500	6.66	5.97	12.63

Figura 45

Áreas de Inundación por Sectores



5.2. Recomendaciones y/o sugerencias

Se recomienda transferir esta información a la MPCH para gestionar el riesgo con medidas de contingencia y prevención frente a inundaciones en el sector 2 y 5 de Chota, por desborde del cauce del río Chotano. Así mismo, deberían plantearse estaciones hidrométricas para cada una de las 3 quebradas que se encuentran dentro de este tramo, a fin de contar con registros históricos de caudales aportantes.

CAPÍTULO VI.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez, G.F. y Moreno, C.A. (2021). *Modelamiento hidráulico para el control y prevención de inundaciones mediante el uso de Hec-Ras 2d en la zona urbana del río Piura*. [Tesis de grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas].
- Aparicio, C.H.J. (2021). *Identificación de áreas inundables por máximas avenidas del río Las Quinuas en el centro poblado La Quispa*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/4156>
- Asencio, L. (2013, 26 de marzo). *Cajamarca: Defensa civil reporta 150 afectados por lluvias en Chota*. RPP noticias. <https://rpp.pe/peru/actualidad/cajamarca-defensa-civil-reporta-150-afectados-por-lluvias-en-chota-noticia-579705>
- Avila, A.A. (2017). *Generación de intensidades máximas de la estación pluviográfica Jaén*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca].
- Avilés, M.E., Gonzáles, G.I., Meda, A., y Silva, R. (2014). Aplicación de la teoría de valores extremos en el análisis de eventos hidrometeorológicos. XXIII Congreso Nacional de Hidráulica.
- Ayala, J. (2014). *Modelamiento hidráulico bidimensional, para la determinación de planos de inundación de Quillacollo*. Universidad Mayor de San Simón. https://www.academia.edu/10212008/Modelamiento_Hidr%C3%A1ulico_Bidimensional_para_la_determinaci%C3%B3n_de_planos_de_inundaci%C3%B3n_de_Quillacollo_Cochabamba_Bolivia
- Banco Mundial. (2014). *Promedio detallado de precipitaciones (mm anuales)*. DataBank. <https://datos.bancomundial.org/indicador/AG.LND.PRCP.MM>
- Becerra, G. (2017). *Evaluación del riesgo, en el sector El Parral de la ciudad de Jaén, ante el peligro de inundación*. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Cajamarca].
- Bermeo-Artunduaga, S. A., León-Hernández, A. R. & López-López, H. E. (2018). *Estimación de los caudales máximos y caracterización morfométrica de la microcuenca del cauce en el sector hidrodépendiente del municipio de San Francisco – Cundinamarca*. [Trabajo de Grado, Universidad Católica de Colombia, Especialización en Recursos Hídricos. Bogotá, Colombia]. <http://hdl.handle.net/10983/16040>

- Casparri, M.T. (2005). *La Teoría de los Eventos Extremos, aplicación para evaluación de riesgos*. Centro de Investigación en Métodos Cuantitativos Aplicados a la Economía y la Gestión de la Universidad de Buenos Aires.
- Chagua, J.Z. (2018). *Estudio de inundación de la zona correspondiente al distrito de Calango, provincia de Cañete, departamento de Lima, Mediante el uso de los modelos matemáticos HEC-HMS Y HEC-RAS*. [Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/13180>
- Coe, M. T., Costa, M. H., & Howard, E. A. (2008). Simulating the surface waters of the Amazon River basin: impacts of new river geomorphic and flow parameterizations. *Hydrological Processes: An International Journal*, 22(14), 2542-2553. <https://doi.org/10.1002/hyp.6850>
- Díaz, O.E. (2019). *Determinación de zonas de inundación mediante modelamiento hidráulico del río Chonta en el caserío Tartar Chico, distrito de Baños del Inca*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]
- Díez Herrero, A., Laín Huerta, L., y Llorente-Isidro, M. (2008). *Mapas de peligrosidad por avenidas e inundaciones: Guía metodológica para su elaboración*.
- Fernández, Á. (2015). *Estudio de inundabilidad del arroyo Bardales*. [Tesis de grado de ingeniero civil, Universidad De Cantabria, España].
- Figuroa, J.M. (2019). *Aplicación del Hec-RAS para la modelación hidráulica y determinación de zonas de inundación en las riberas del río Jipijapa (UNESUM-BYPASS)*. [Tesis de grado para la obtención del título de ingeniero civil, Universidad Estatal del Sur de Manabí].
- Gutiérrez, C. (2017). *Determinación de las áreas vulnerables frente a riesgos de inundación y huaycos en la zona aledaña al río Pachatusan y sus propuestas de mitigación*. [Tesis de licenciatura, Universidad Andina del Cusco].
- Hernández, R, Fernández, C. y Batista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta ed.). McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A.
- Hernández-Uribe, R., Barrios-Piña, H. y Ramírez, A. (2017). Análisis de riesgo por inundación: Metodología y aplicación a la cuenca Atemajac. *Tecnología y ciencias del agua*, 8(3). DOI: <http://dx.doi.org/10.24850/j-tyca-2017-03-01>
- Hernández, J.F.A. (2018). *Zonificación de áreas inundables de la localidad de Santa Bárbara ocasionado por avenidas extraordinarias de la quebrada Sambarbamba - Baños del Inca*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]

- Horritt, M. S., & Bates, P. D. (2001). Effects of spatial resolution on a raster based model of flood flow. *Journal of Hydrology*, 253(1-4), 239-249. [https://doi.org/10.1016/S0022-1694\(01\)00490-5](https://doi.org/10.1016/S0022-1694(01)00490-5)
- Ibañez, S., Moreno, H., & Gisbert, J. M. (2011). *Morfología de las cuencas hidrológicas*. Universidad Politécnica de Valencia.
- Instituto Nacional de Investigación Agrícola. (2017). *Estaciones Meteorológicas*. INIA.
- Instituto Nacional de Defensa Civil. (2017). *Compendio estadístico del INDECI 2017, gestión reactiva*. INDECI.
- INDECI. (2011). *Manual Básico para la estimación del riesgo ante inundaciones pluviales*. INDECI.
- INDECI. (2006). *Manual básico para la estima del riesgo*. INDECI.
- Khaleghi, M. R., Gholami, V., Ghodusi, J., & Hosseini, H. (2011). Efficiency of the geomorphologic instantaneous unit hydrograph method in flood hydrograph simulation. *Catena*, 87(2), 163-171. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2011.04.005>
- Leite Ribeiro, M., Blanckaert, K., Roy, A. G., & Schleiss, A. J. (2012). Flow and sediment dynamics in channel confluences. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*, 117(F1). <https://doi.org/10.1029/2011JF002171>
- López, L. (2017). *Procedimiento para la simulación hidráulica a partir del software ArcGIS y HEC-RAS para eventos extremos máximos*. [Tesis de grado, Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas]. <http://dspace.uclv.edu.cu:8089/handle/123456789/8658>
- López, F. (1998). *Restauración Hidrológica Forestal de cuencas y Control de la Erosión. Ingeniería Medioambiental, TRAGSATEC, Ministerio de Medio Ambiente*. Editorial Mundi Prensa de España.
- Mamani, R., y Llanchipa, D. (2020). *Definición de zonas de inundación mediante el modelo de simulación Hec-Ras en la cuenca baja del río Coata – Puno*. [Tesis de grado, Universidad Peruana Unión].
- Mamani, H. (2014). *Modelamiento de máximas avenidas que generan riesgo de inundación en la ciudad de Ayaviri – Puno*. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional del Altiplano].
- Mandapaka, P. V., Krajewski, W. F., Mantilla, R., & Gupta, V. K. (2009). Dissecting the effect of rainfall variability on the statistical structure of peak flows. *Advances in Water Resources*, 32(10), 1508-1525. <https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2009.07.005>

- Mantilla, F.A. (2019). *Identificación de áreas inundables mediante modelamiento hidráulico de la quebrada Chinchinmarca - sector 24 (Villa Huacariz) – Cajamarca*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). *Manual de hidrología y drenaje*. MTC.
- Mora, W. y Gilberto, R. (2016). *Modelamiento de zonas de inundación por medio de las herramientas HEC-RAS, GEO-RAS y ARCGIS, para el sector comprendido entre los Municipios de Corrales-Paz de Río a lo largo del río Chicamocha, en el departamento de Boyacá*. [Tesis de grado, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia].
- Mosquera, S.N., y Rojas, J.A. (2019). *Estudio de inundabilidad del río moche tramo puente santa rosa con el puente moche*. [Tesis de grado, Universidad Privada Antenor Orrego]. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/5169>
- Mundaca, G. (2020). *Simulación hidráulica con fines de estimación de las áreas inundables del río Yuracyacu en la ciudad de Nueva Cajamarca – Rioja – San Martín*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Jaén].
- Municipalidad Provincial de Chota. (2018). *Plan de desarrollo urbano, PDU 2017-2027*. MPCH.
- Naverac, V. A., Bea, E. D., García, D. G., de Matutaco, A. I. G., & Ojeda, A. O. (2011). Cambios recientes en el cauce y la llanura de inundación del área de confluencia Aragón-Arga (Navarra). *Geographicalia*, (59-60), 11-25.
- Ogras, S., & Onen, F. (2020). Flood Analysis with HEC-RAS: A Case Study of Tigris River. *Advances in Civil Engineering*, 2020.. <https://doi.org/10.1155/2020/6131982>
- Ordoñez, A. (2012). *Cartilla técnica: aguas subterráneas – acuíferos*. Sociedad Geográfica de Lima. <https://hdl.handle.net/11537/25436>
- Ortiz, O. (2004). *Evaluación Hidrológica. Red Latinoamericana de Micro Hidroenergía*. HIDRORED, Red latinoamericana de micro hidroenergía.
- Ortiz-Vera, O. (2015). Similitud Hidráulica de Sistemas Hidrológicos Altoandinos y Transferencia de Información Hidrometeorológica. *Tecnología y ciencias del agua*, 6(4), 25-44. ISSN 0187-8336.
- Pacheco, M. (2011). *Modelación hidrológica con hec-hms en cuencas montañosas de la región oriental de cuba*. Retrieved from <http://ebookcentral.proquest.com>

- Palmer, G. (2017). *Determinación de las áreas inundables en los sectores San Pedro y Niño Pobre, según caudales máximos estimados del río Utcubamba, aplicando modelo HERC-RAS y software ArcGis*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Trujillo].
- Panta, N.F. (2020). *Determinación de caudales de las cuencas sobre las que se asienta la comunidad campesina Cujaca*. [Tesis de grado, Universidad de Piura]. <https://hdl.handle.net/11042/4991>
- Pappenberger, F., Beven, K., Horritt, M., & Blazkova, S. J. J. O. H. (2005). Uncertainty in the calibration of effective roughness parameters in HEC-RAS using inundation and downstream level observations. *Journal of hydrology*, 302(1-4), 46-69. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2004.06.036>
- Parra Domínguez, M. L., & Briceño Rodríguez, I. I. (2013). Aspectos éticos en la investigación cualitativa. *Revista De Enfermería Neurológica*, 12(3), 118–121. <https://doi.org/10.37976/enfermeria.v12i3.167>
- Patel, D. P., Ramirez, J. A., Srivastava, P. K., Bray, M., & Han, D. (2017). Assessment of flood inundation mapping of Surat city by coupled 1D/2D hydrodynamic modeling: a case application of the new HEC-RAS 5. *Natural Hazards*, 89(1), 93-130.
- Pérez, J. y Gardey, A. (2009). *Definición de: Definición de río* (<https://definicion.de/rio/>)
- Peña, J.C. y Nuñez, D. (2020). *Áreas de inundación de la quebrada Pindo, al centro poblado Perico, distrito Chirinos, provincia San Ignacio-Cajamarca*. [Tesis de grado para optar el título profesional de ingeniero civil, Universidad Nacional de Jaén].
- Pimentel, S. M. (2021). *Changes in Bed Morphology and Sedimentology at the Confluence of Ephemeral Tributaries and the Rio Grande*. [Doctoral dissertation, New Mexico Institute of Mining and Technology]. <https://www.proquest.com/openview/8c67cf6c1a560cf3ff711050bdaf9b12/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y>
- Pinto, M.D. (2017). *Definición del estado del arte de las metodologías de evaluación de amenaza por avenidas torrenciales en algunos países de la zona intertropical*. [Tesis de licenciatura, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia].
- Pizarro, R., Flores, J.P., Sangüesa, C. y Martínez, E. (2011). *Módulo 2 Curvas intensidad duración frecuencia*. Sociedad estándares de ingeniería para aguas y suelos LTDA.

- Puelles, J.C. (2021). *Estudio hidráulico e hidrológico de la Cuenca Alto Perú y el Porvenir en el asentamiento humano Las Mercedes Alto Perú, distrito de la Oroya, provincia de Yauli – Junín para la construcción futura de obras de arte ante amenazas de derrumbes provocado por la crecida del río, mediante el uso de los modelos matemáticos Hec-Hms y Hec-Georas*. [Tesis a fin de optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <http://hdl.handle.net/10757/620953>
- Rahadiati, A., Prihanto, Y., Suryanegara, E., Rudiastuti, A. W., & Nahib, I. (2019). Assessment of socioeconomic vulnerability of coastal community in management of floods in Mataram. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 399(1), 1-8.
- Ramírez, A., Castillo, J., & Gonzalez, J. (2011). Delimitación, codificación de las cuencas hidrográficas según los métodos de Pfafstetter y Strahler utilizando Modelos de Elevación Digital y técnicas de Teledetección. *XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto-SBSR-INPE*, 1105, 1112. <http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/marte/2011/07.06.17.06/doc/p0403.pdf>
- Rana, V. K., & Suryanarayana, T. M. V. (2021). Estimation of flood influencing characteristics of watershed and their impact on flooding in data-scarce region. *Annals of GIS*, 27(4), 397-418. <https://doi.org/10.1080/19475683.2021.1960603>
- Restrepo, C.F. (2021). *Determinación de caudales para eventos de crecida del río Vije, con datos máximos de precipitación máxima en 24 horas multi anual, desde su ingreso a la cabecera municipal hasta su desembocadura*. [Tesis de grado, Universidad Santo Tomás de Colombia]. <http://hdl.handle.net/11634/33417>
- Robles, T. (2016). *Implementación de modelos unidimensionales para la simulación del funcionamiento hidráulico de sistemas de lagunas y canales*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Rojas, N. (2011). *Curvas de Intensidad Duración Frecuencia de algunas estaciones meteorológicas mecánicas*. Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones.
- Rosales, D. (2019). *Obras de drenaje en Carreteras: Obras de drenaje en Carreteras (Alcantarillas y Bóvedas)*. SBI International Holdings AG Guatemala & Latinoamérica.

- Segerer, C. y Villodas R. (2006). *Hidrología I. Unidad 5: Las precipitaciones*. Universidad Nacional de Cuyo.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (2020). *Datos hidrometeorológicos a nivel nacional*. SENAMHI. <https://www.senamhi.gob.pe/?p=estaciones>
- Suchara, I. (2019). The impact of floods on the structure and functional processes of floodplain ecosystems. *J Soil Plant Biol*, 1(1), 44-60.
- 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]. <https://hdl.handle.net/20.500.14142/205>
- Trigoso, B.G. (2018). *Modelamiento hidráulico de la quebrada Calispuquio - tramo ciudad de Cajamarca - ciudad Universitaria, con fines de prevención de inundaciones*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca].
- Vásquez, A., Mejía, A., Faustino, J., Terán, R., Vásquez, I., Díaz, J., Vásquez, C., Castro, A., Tapia, M. y Alcántara, J. (2016). *Manejo y gestión de cuencas hidrográficas*. Editorial Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Vera, J.M. y Albarracín, A.P. (2017). Metodología para el análisis de vulnerabilidad ante amenazas de inundación, remoción en masa y flujos torrenciales en cuencas hidrográficas. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 27(2), 109-136. DOI: <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18359/rcin.2309>
- Villón, M. (2002). *Hidrología*, 2ª ed. Editorial MaxSoft.
- Wai, K. M., & Htun, W. W. (2019). Impacts of Flood and Riverbank Erosion on Human Livelihoods: A Case Study of Some Riverside Villages in the Lower Ayeyarwady. *In Population, Development, and the Environment* (pp. 69-85). Palgrave Macmillan, Singapore.
- Yan, C., Wang, W., & Zheng, C. (2019, December). How to divide the water level and danger zone of mountain floods along the river in the hilly area. *In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 358(2), 1-9.
- Zhang, P., Zhang, L., Chang, Y., Xu, M., Hao, Y., Liang, S., & Wang, C. (2019). Food-energy-water (FEW) nexus for urban sustainability: A comprehensive review. *Resources, Conservation and Recycling*, 142, 215-224.

CAPÍTULO VII. ANEXOS

Anexo A. Matriz de consistencia

Tesis: Delimitación de áreas inundables en los sectores 2 y 5, tramo puente Cementerio – puente Chota, microcuenca del río Chotano, Chota, 2021

Tesista: Erlin Díaz Latorre

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología	
<p>¿Cuáles son las áreas propensas a inundación en los sectores 2 y 5, entre el tramo puente cementerio al puente chota como consecuencia de eventos extraordinarios del río Chotano?</p>	<p>Objetivo general Analizar la delimitación las áreas inundables en los sectores 2 y 5, tramo puente cementerio - puente chota, que se verían afectadas como consecuencia de las fuertes precipitaciones pluviales en la microcuenca del río Chotano.</p>	<p>H1: Más del 50% del área de expansión urbana en los sectores 2 y 5, tramo puente cementerio – puente chota, se inundaría a causa de las fuertes precipitaciones pluviales en la microcuenca del río chotano.</p> <p>H0: Menos del 50% del área de expansión urbana en los sectores 2 y 5, tramo puente cementerio – puente chota, se inundaría a causa de las fuertes precipitaciones pluviales en la microcuenca del río chotano.</p>	<p>Delimitación de áreas de inundación</p>	<p>Parámetros hidro geomorfológicos de la microcuenca</p>	Área	<p>Enfoque: Cuantitativo Tipo: Aplicado Diseño: No experimental Método: Determinista</p>	
	<p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> – Determinar los parámetros hidrogeomorfológicos (área, pendiente, altitud media, longitud del cauce principal, tiempo de concentración) de la microcuenca del río Chotano, en el punto emisor en las coordenadas UTM WGS84 17S 759541.96 m E y 9273251.55 m S; y de las microcuencas que conforman las quebradas aportantes, con la finalidad de caracterizar y comparar la superficie y red hídrica de las microcuencas del río Chotano. – Determinar los caudales máximos de la microcuenca del río Chotano aplicando el Método Racional Modificado de Témez; y de las microcuencas conformado por las quebradas aportantes aplicando el Método Racional, para analizar sí los caudales aportantes causan acrecentamiento del caudal. – Delimitar las áreas de inundación por máximas avenidas del río Chotano en el tramo de estudio, para tiempos de retorno de 10, 25, 50, 100, 200 y 500 años, con la finalidad de comparar las áreas de afectación en los sectores. 				Perímetro		<p>Muestra: Áreas próximas a la ribera del río Chotano del sector 2 y 5 de la ciudad de Chota, en un trayecto de 3.1 km, desde el puente el cementerio (punto de inicio) hasta el puente chota (punto final). 0.31 km².</p>
					Pendiente de cuenca		
					Longitud del cauce		
					Altitud media		
					Precipitaciones máximas		
					Transferencia de datos		
					Modelos de distribución		
					Intensidad máxima		
					Periodo de retorno		
Tiempo de concentración							
Coeficiente de escorrentía							
Caudal máximo							
Longitud del tramo							
Pendiente							
Superficie							
Longitud del tramo principal							
Caudal del cauce principal							
Caudal aportantes							
Pendiente							
Coeficiente de Manning							
Mapas de inundación							

Anexo B. Datos estadísticos

Tabla 23

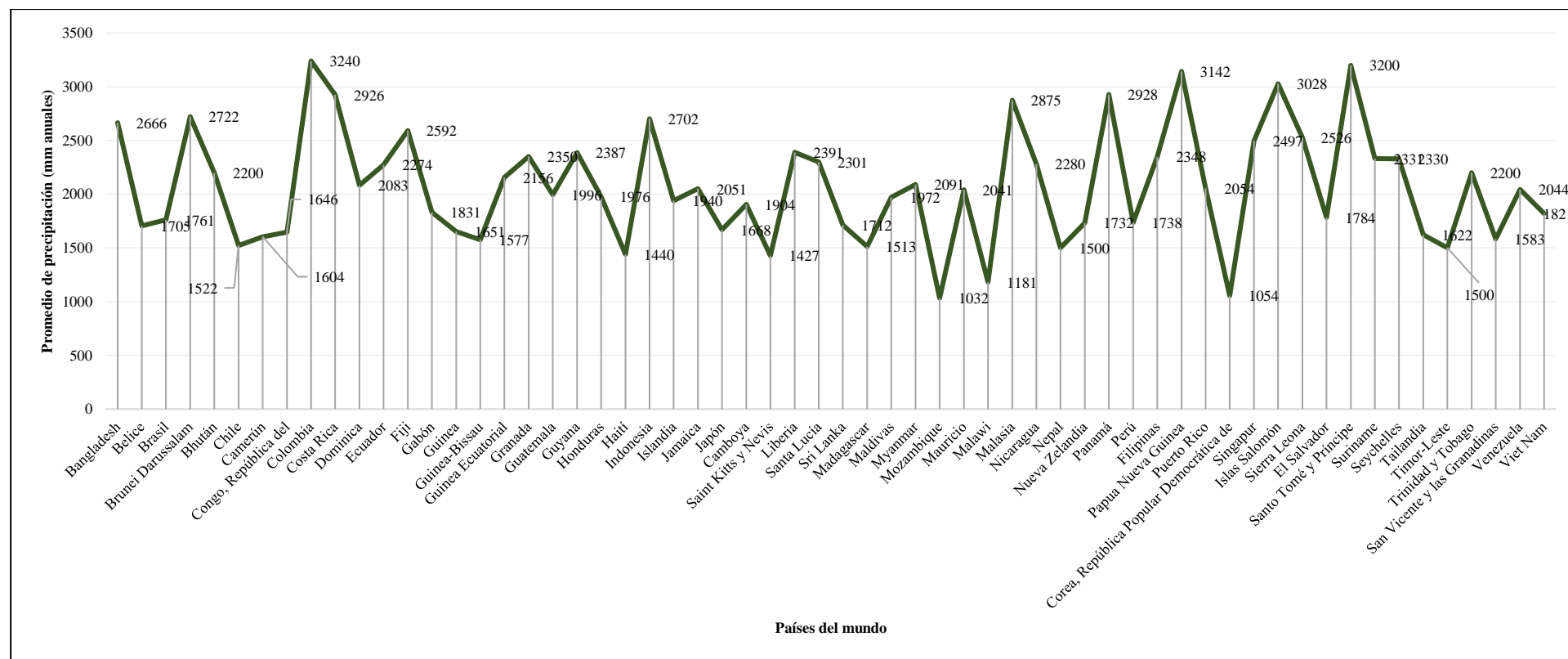
Daños por el Niño costero 2017, procesamiento al 95.50%

DPTO	Viviendas destruidas	Viviendas afectadas	II.EE. destruidos e inhabitables	II.EE. afectadas	EE.SS. destruidos e inhabitables	EE.SS. afectados
Total, Perú Niño costero	63.802	350.181	318	2.870	62	934
Ancash	5.186	27.210	67	298	17	93
Arequipa	451	11.687	9	168	0	52
Ayacucho	254	1.734	16	98	1	24
Cajamarca	427	2.416	8	94	2	19
Huancavelica	1.242	5.868	15	149	0	100
Ica	1.149	23.783	3	78	1	35
Junín	294	256	2	5	1	1
La Libertad	19.151	104.174	47	457	3	167
Lambayeque	10.051	30.285	33	275	11	85
Lima	3.850	9.934	60	263	23	75
Loreto	22	28.487	0	61	0	6
Piura	21.412	83.957	58	831	3	237
Tumbes	313	20.390	0	93	0	40

Nota: Inventario de daños causados por el Fenómeno El Niño, obtenido del INDECI, 2017, p. 4

Figura 46

Promedio de precipitación (mm anuales) en varios países del mundo



Nota: (Banco Mundial, 2014).

Anexo C. Panel fotográfico

Fotografía 1. En la imagen el tesista está realizando el proceso de instalación del GPS diferencial para cumplir con el proceso metodológico del estudio, donde involucra el conocimiento de la batimetría



Fotografía 2. Se muestra a los colaboradores que, han ayudado al tesista en el desarrollo del proceso de campo (levantamiento topográfico)



Fotografía 3. Se muestra el puente cementerio donde se ha iniciado el recorrido del trayecto para el levantamiento topográfico, esta es una de las zonas con recurrentes inundaciones cuando se incrementa el caudal del cauce



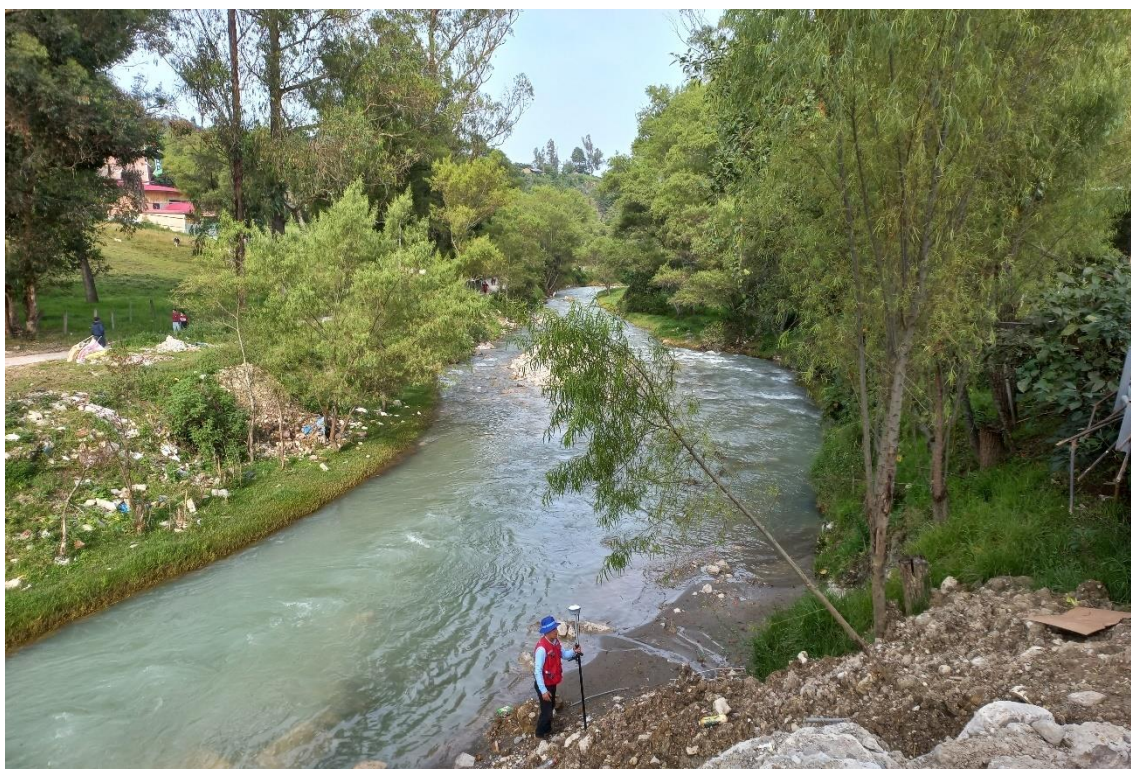
Fotografía 4. Tesista dejando BMS en el recorrido como parte del trabajo técnico desarrollado en campo, este se ubica en el puente cementerio



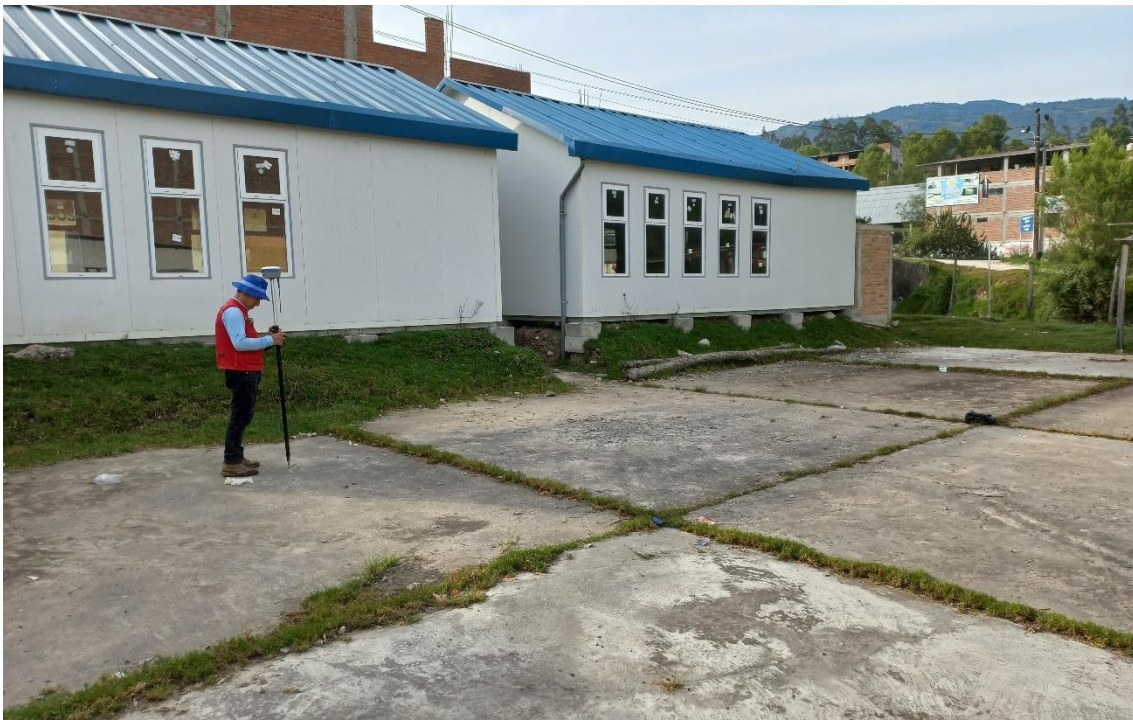
Fotografía 5. Vista del cauce del río Chotano frente a una precipitación de poca intensidad y frecuencia, lo que, comúnmente se denomina como llovizna



Fotografía 6. Vista del cauce en épocas de estiaje donde no hay precipitaciones pluviales, y los días son soleados



Fotografía 7. Institución educativa inicial ubicada a la ribera del río Chotano, esta institución recurrentemente se ve afectada por la inundación



Fotografía 8. Puente colgante en el recorrido del cauce del río Chotano



Fotografía 9. Puente San Juan en el recorrido del cauce del río Chotano



Fotografía 10. Intersección con la quebrada Lopez Mayo. Esta es una de las quebradas que, se ha considerado como adietamiento del caudal del río Chotano para objeto de la simulación hidráulica en la investigación científica



Fotografía 11. Intersección con la quebrada S/N. Esta es una de las quebradas que, se ha considerado como adietamiento del caudal del río Chotano para objeto de la simulación hidráulica en la investigación científica



Fotografía 12. Intersección con la quebrada San Mateo. . Esta es la última quebrada que, se ha considerado como adietamiento del caudal del río Chotano



Fotografía 13. Toma de puntos en el eje del cauce, para tener mayor exactitud en la medición de la batimetría del río para el modelamiento hidráulico en el programa HEC-RAS



Fotografía 14. Toma de puntos en el margen derecho del río Chotano



Fotografía 15. Toma de puntos en el margen izquierdo del río Chotano



Fotografía 16. Fin del tramo de análisis (Puente Chota), concluyendo así la toma de datos para la batimetría del cauce.



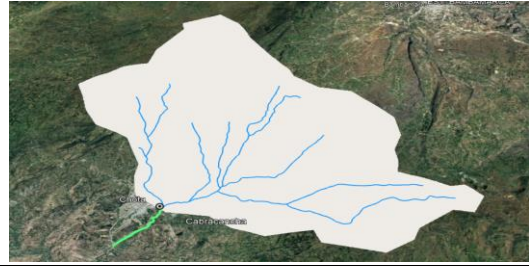
Anexo D. Parámetros hidrogeomorfológicos



PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS

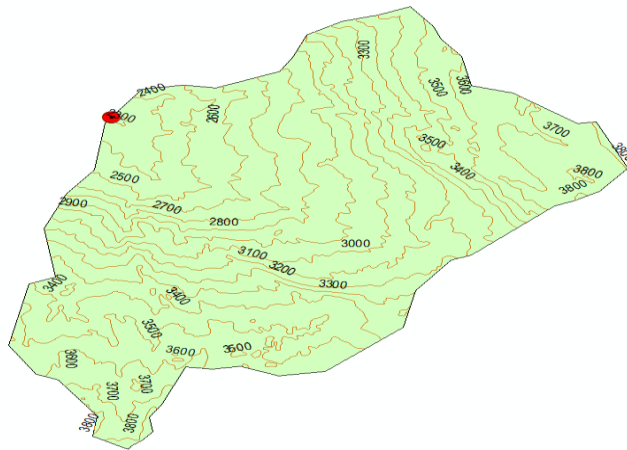
SUB CUENCA - RIO CHOTANO

RESPONSABLE: ERLIN DÍAZ LATORRE
SUB CUENCA: RIO CHOTANO
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
 Provincia: CHOTA
 Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 759536.00 m
 Norte: 9273255.00 m



1) Delimitación de la sub -cuenca del Río Chotano en el programa ArcMAP 10.5

Consiste en definir la línea de divortio aquarum, que es una línea curva cerrada que parte y llega al punto de captación mediante la unión de todos los puntos altos e interceptando en forma perpendicular a todas las curvas de altitudes del plano o carta topográfica, por cuya razón a dicha línea divisoria también se le conoce con el nombre de de línea neutra de flujo.



2) Parámetros geomorfológicos

2.1. Área (A)

Cuadro N° 01. Tamaño relativo de los sistemas hidrológicos

Unid. Hidrológica	Área (km2)	N° de orden
Micro cuenca	0	1, 2, 3
Sub cuenca	51	4, 5
Cuenca	más	6 a más

Ac=	126.53	Km2	Sub cuenca
------------	--------	-----	------------

2.2. Perímetro (P)

Pc=	50.11	Km
------------	-------	----

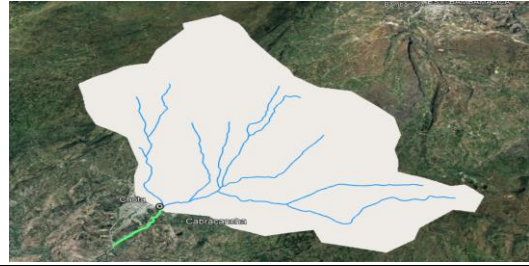
2.3. Longitud al centroide (Lc)

Centroide x	Cx=	763762.48 m
Centroide y	Cy=	9269660.22 m
Centroide z	Cz=	2762.05 msnm



PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
SUB CUENCA - RIO CHOTANO

RESPONSABLE: ERLIN DÍAZ LATORRE
SUB CUENCA: RIO CHOTANO
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 759536.00 m
Norte: 9273255.00 m



2.4. Coeficiente de Gravelius o índice de compacidad (Kc)

$$k = 0.28 \left(\frac{Pc}{\sqrt{Ac}} \right)$$

P= perímetro de la cuenca 50.11
A= área de la cuenca 126.53

Cuadro N° 02. Formas de la cuenca de acuerdo al índice de compacidad

Clase de forma	índice de compacidad		Forma de la cuenca
Clase I	1	1.25	Casi redonda a oval - redonda
Clase II	1.26	1.5	Oval redonda a oval oblonga
Clase III	1.51	1.75	Oval oblonga a rectangular-oblonga

Si K menor o igual a 1 la cuenca tiene forma circular

Si k mayor a 1 la cuenca tiene forma alargada

La tormenta se da en una parte

La tormenta se da en toda su extensión

K= 1.247

Clase I

Casi redonda a oval - redonda

2.5. Altitud media (H)

Datos: Elevación mínima Hmín= 2300.00 msnm
Elevación máxima Hmáx= 3850.00 msnm

Áreas parciales entre altitudes

PARCIALES	ALTITUDES		AREA (Km2)
Área 1	2300	2400	3.47
Área 2	2400	2500	4.74
Área 3	2500	2600	5.29
Área 4	2600	2700	5.72
Área 5	2700	2800	5.69
Área 6	2800	2900	8.73
Área 7	2900	3000	9.35
Área 8	3000	3100	8.09
Área 9	3100	3200	10.10
Área 10	3200	3300	9.05
Área 11	3300	3400	9.64
Área 12	3400	3500	15.70
Área 13	3500	3600	12.10
Área 14	3600	3700	8.91
Área 15	3700	3800	9.75
Área 16	3800	3850	0.20
Área total			126.53

2.5.1.) Estimación de la altitud media (H) por fórmula

$$H = \frac{1}{A} \sum_{i=1}^n H_i \times A_i$$

Hi= Altura correspondiente al área acumulada Ai

A= Área de la cuenca

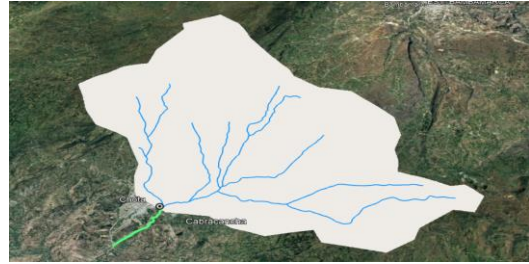
N= Número de áreas parciales



PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS

SUB CUENCA - RIO CHOTANO

RESPONSABLE: ERLIN DÍAZ LATORRE
SUB CUENCA: RIO CHOTANO
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
 Provincia: CHOTA
 Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 759536.00 m
 Norte: 9273255.00 m



ALTITUD MEDIA			
ITEM	PROMEDIO	ÁREA ENTRE COTAS	AixHi
1	2,350	3.470	8154.50
2	2,450	4.740	11613.00
3	2,550	5.290	13489.50
4	2,650	5.720	15158.00
5	2,750	5.690	15647.50
6	2,850	8.730	24880.50
7	2,950	9.350	27582.50
8	3,050	8.090	24674.50
9	3,150	10.100	31815.00
10	3,250	9.050	29412.50
11	3,350	9.640	32294.00
12	3,450	15.700	54165.00
13	3,550	12.100	42955.00
14	3,650	8.910	32521.50
15	3,750	9.752	36568.33
16	3,825	0.201	768.83
TOTAL		126.53	401,700.16
H =		3,174.68	m

2.5.2.) Estimación de la altitud media (H) por el método gráfico

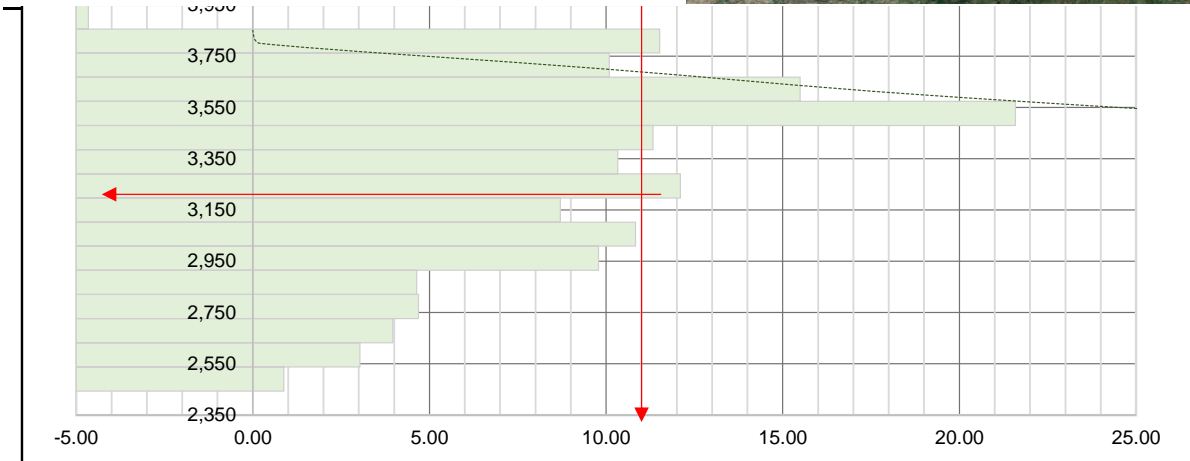
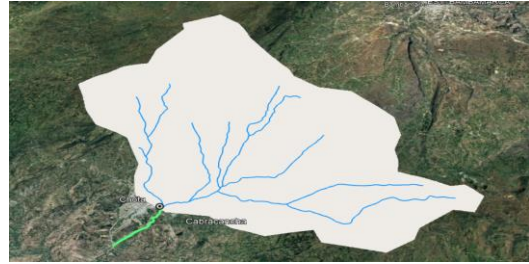
Método gráfico para el cálculo de la altitud media (H)						
I T E M	ALTITUD msnm	AREA PARCIAL	AREA ACUMULADA	AREA QUE QUEDA SOBRE LA CURVA	% DE AREA PARCIAL	% QUE QUEDA SOBRE LA ALTITUD
PMB	2,300	0.000	0	126.53	0.00%	100.00%
A1	2,400	3.470	3.47	123.06	2.74%	97.26%
A2	2,500	4.740	8.21	118.32	3.75%	93.51%
A3	2,600	5.290	13.50	113.03	4.18%	89.33%
A4	2,700	5.720	19.22	107.31	4.52%	84.81%
A5	2,800	5.690	24.91	101.62	4.50%	80.31%
A6	2,900	8.730	33.64	92.89	6.90%	73.41%
A7	3,000	9.350	42.99	83.54	7.39%	66.02%
A8	3,100	8.090	51.08	75.45	6.39%	59.63%
A9	3,200	10.100	61.18	65.35	7.98%	51.65%
A10	3,300	9.050	70.23	56.30	7.15%	44.50%
A11	3,400	9.640	79.87	46.66	7.62%	36.88%
A12	3,500	15.700	95.57	30.96	12.41%	24.47%
A13	3,600	12.100	107.67	18.86	9.56%	14.91%
A14	3,700	8.910	116.58	9.95	7.04%	7.87%
A15	3,800	9.752	126.33	0.20	7.71%	0.16%
A16	3,850	0.201	126.53	0.00	0.16%	0.00%
$\Sigma T =$		126.53			100.00%	





PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
SUB CUENCA - RIO CHOTANO

RESPONSABLE: ERLIN DÍAZ LATORRE
SUB CUENCA: RIO CHOTANO
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
 Provincia: CHOTA
 Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 759536.00 m
 Norte: 9273255.00 m



2.6. Pendiente de la cuenca (Sc)

$$S_c = \frac{C}{A} \sum_{i=1}^n l_i$$

Sc= Pendiente de la cuenca
 C= Equidistancia entre curvas de nivel
 A= Área de la cuenca
 li= Longitud de cada curva de nivel

0.1 km
 126.53 km²

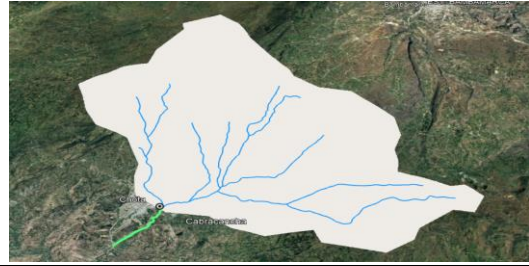
Cuadro N° 03. Clasificación de las cuencas de acuerdo a la pendiente promedio

Clase de forma		índice de compacidad	Símbolo
0	3	Plano	P1
3	7	Suave	P2
7	12	Mediano	P3
12	20	Accidentado	P4
20	35	Fuerte	P5
35	50	Muy Fuerte	P6
50	75	Escarpado	P7
>	75	Muy escarpado	P8



PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
SUB CUENCA - RIO CHOTANO

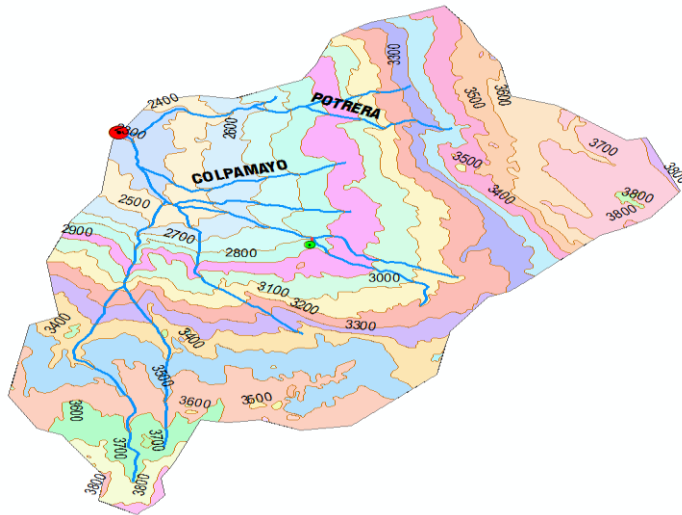
RESPONSABLE: ERLIN DÍAZ LATORRE
SUB CUENCA: RIO CHOTANO
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
 Provincia: CHOTA
 Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 759536.00 m
 Norte: 9273255.00 m



Estimación de la pendiente de la cuenca (Sc)

CURVA DE NIVEL		LONGITUD (Km)
Curva 1	2,300.00	1.170
Curva 2	2,400.00	8.495
Curva 3	2,500.00	10.557
Curva 4	2,600.00	11.819
Curva 5	2,700.00	13.219
Curva 6	2,800.00	15.353
Curva 7	2,900.00	21.691
Curva 8	3,000.00	22.540
Curva 9	3,100.00	23.953
Curva 10	3,200.00	25.337
Curva 11	3,300.00	25.746
Curva 12	3,400.00	30.818
Curva 13	3,500.00	40.439
Curva 14	3,600.00	19.529
Curva 15	3,700.00	18.396
Curva 16	3,800.00	9.223
TOTAL		298.283

Sc = 23.57%

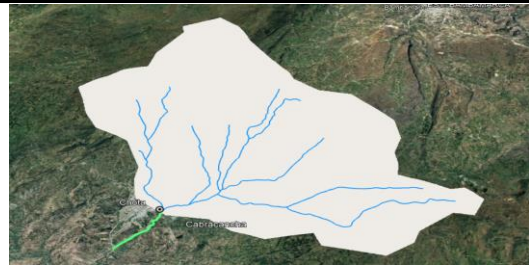




PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS

SUB CUENCA - RIO CHOTANO

RESPONSABLE: ERLIN DÍAZ LATORRE
SUB CUENCA: RIO CHOTANO
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 759536.00 m
Norte: 9273255.00 m

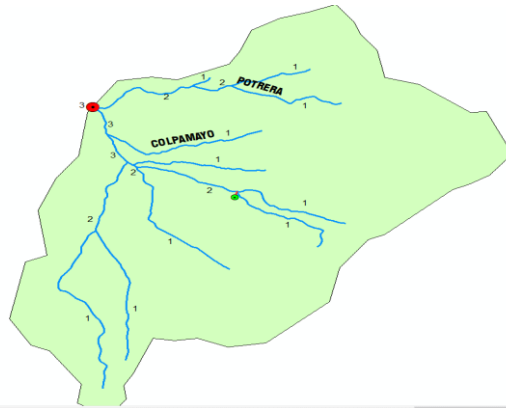


2.7. Número de orden de la cuenca (N)

N= 3

2.8. Longitud de la red hídrica

ORDEN	Longitud de cauces (km)	Número de cauces
1	42.17	11
2	11.21	6
3	2.55	3
Total	55.93	20.00



2.9. Longitud del máximo recorrido (L)

L (km) 13.07 Km

L (m) 13070

2.10. Pendiente del cauce principal o del máximo recorrido (So)

2.10.1. MÉTODO I. Pendiente uniforme

Hmáx= Altura máxima 3850.00
Hmín= Altura mínima 2300.00
ΔH= Diferencia de alturas 1550.00
L= longitud del cauce principal 13.07

$$S_o = \frac{\Delta H}{L}$$

11.86 %

2.10.2. MÉTODO II. Ecuación de Taylor y Schawarz

$$S_o = \left[\frac{\sum_{i=1}^n l_i}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{l_i}{S_i}\right)^{1/2}} \right]^2$$

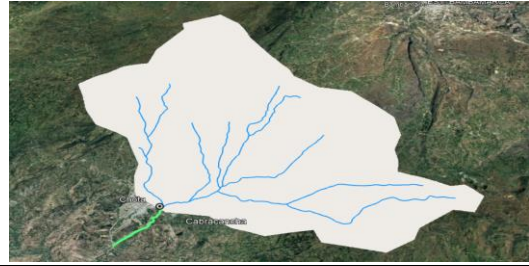
Li= longitud de cada tramo de pendiente Si
n= Número de tramos de similar pendiente

	LONG. PARCIALES		ALTITUDES		DESNIVEL	PENDIENTE ENTRE TRAMOS	
	Li (m)	Hi	Hf	hi (m)		si = hi/li	(li ² /si) ^{1/2}
2200	2,200.00	2,300	2,400	100.00	0.0455	10,318.91	
3300	1,100.00	2,400	2,500	100.00	0.0909	3,648.29	
3800	500.00	2,500	2,600	100.00	0.2000	1,118.03	
4300	500.00	2,600	2,700	100.00	0.2000	1,118.03	
4900	600.00	2,700	2,800	100.00	0.1667	1,469.69	
5200	300.00	2,800	2,900	100.00	0.3333	519.62	
5500	300.00	2,900	3,000	100.00	0.3333	519.62	
5900	400.00	3,000	3,100	100.00	0.2500	800.00	
6400	500.00	3,100	3,200	100.00	0.2000	1,118.03	
6950	550.00	3,200	3,300	100.00	0.1818	1,289.86	
8500	1,550.00	3,300	3,400	100.00	0.0645	6,102.36	
9850	1,350.00	3,400	3,500	100.00	0.0741	4,960.22	
10950	1,100.00	3,500	3,600	100.00	0.0909	3,648.29	
12950	2,000.00	3,600	3,700	100.00	0.0500	8,944.27	
13070	120.00	3,700	3,850	150.00	1.2500	107.33	
TOTAL	13,070			S =	8.22	%	45,575



PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
SUB CUENCA - RIO CHOTANO

RESPONSABLE: ERLIN DÍAZ LATORRE
SUB CUENCA: RIO CHOTANO
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 759536.00 m
Norte: 9273255.00 m



2.11. Tiempo de concentración (Tc)

Fórmula del método racional modificado (MTC, 2018)

$$T_c = 0.3 \left(\frac{L}{S^{0.25}} \right)^{0.76}$$

Donde: L= Longitud del cauce mayor (km) 13.07 Km
So= Pendiente promedio del cauce mayor (m/m) 0.082 m/m

Tc= 3.40 horas
Tc= 204.07 minutos

Fórmula de KIRPICH

$$T_c = 0,020 * L^{0,75} * S^{-0,40}$$

Donde: L = Longitud del curso mayor en metros = 13,070.00 m 13.070
S = Pendiente = H/L = 11.48 % 0.115
H = Diferencia entre altitud máxima y mínima = 1,500 m

Tc= 58.12 minutos
Tc= 0.97 horas 1.099

Fórmula de GIANDOTTI

$$T_c = (4 * S^{1/2} + 1,5 * L / (0,8 * H^{1/2}))$$

Donde: S = Superficie de la cuenca en Km² = 126.53 Km²
L = Longitud del Río Principal en Km = 13.07 Km
H = Altitud Media en metros, descontando la cota de origen de la cuenca sobre el punto en estudio = 874.68 m

Tc= 2.73 horas
Tc= 163.82 minutos

Fórmula de TEMEZ

$$T_c = 0,3 * (L/n^{1/4})^{0,75}$$

Donde: L = Longitud del cauce principal en Km = 13.07 Km
n = Pendiente media del curso principal = 8.22 %

Tc= 3.29 horas
Tc= 197.65 minutos

2.12. Coeficiente orográfico (Co)

$$C_o = \frac{H^2}{A}$$

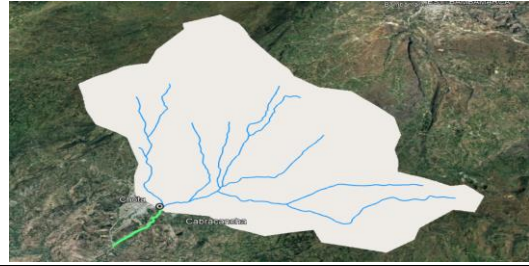
H= Altitud media del relieve 3.175 km
A= área de la cuenca 126.532 km²

Co= 0.0797



PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
SUB CUENCA - RIO CHOTANO

RESPONSABLE: ERLIN DÍAZ LATORRE
SUB CUENCA: RIO CHOTANO
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
 Provincia: CHOTA
 Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 759536.00 m
 Norte: 9273255.00 m



2.13. Relación de confluencias (Rc)

$$R_c = \frac{n_i}{n_{i+1}}$$

ni= Número total de cauces de orden i
 ni+1= Número total de cauces de orden i+1

Orden	Número de cauces	Rc parciales
1	11	1.833
2	6	2.000
3	3	

Rc promedio= 1.917

2.14. Relación de longitudes (Rl)

$$R_l = \frac{L_i}{L_{i-1}}$$

Li= Longitud promedio de todos los cauces de orden i
 Li+1= Longitud promedio de todos los cauces de orden i-1

Orden	Longitud de cauces (km)	Rc parciales
1	42.17	0.266
2	11.21	0.227
3	2.55	

Rl promedio= 0.247

2.15 Factor de forma (F)

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

A= Área de la cuenca 126.53 km²
 L= Longitud de máximo recorrido 13.07 km

F= 0.741

2.16. Rectángulo equivalente

$$L = \frac{K\sqrt{A}}{1.12} \left[1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K} \right)^2} \right]$$

Donde: A= área de la cuenca 126.532
 kc= coeficiente de Gravelius 1.247
 Factor raíz(1-(1.12/k)^2) 0.194

L= 18.04

$$l = \frac{K\sqrt{A}}{1.12} \left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K} \right)^2} \right]$$

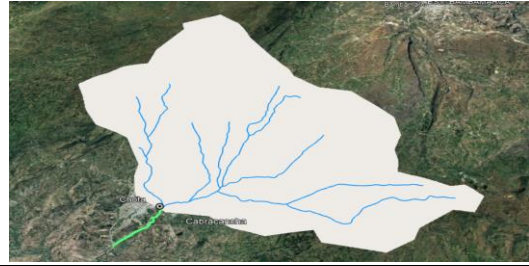
km²

l= 7.01

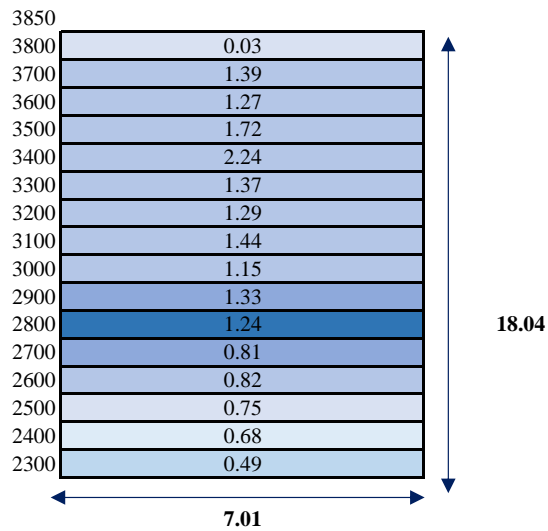


PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
SUB CUENCA - RIO CHOTANO

RESPONSABLE: ERLIN DÍAZ LATORRE
SUB CUENCA: RIO CHOTANO
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
 Provincia: CHOTA
 Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 759536.00 m
 Norte: 9273255.00 m



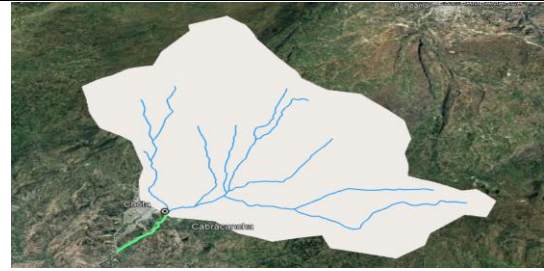
CÁLCULO DEL RECTÁNGULO EQUIVALENTE				
Altitudes		Ap	Ap/l	
2300	2400	3.47	0.49	→ L1
2400	2500	4.74	0.68	→ L2
2500	2600	5.29	0.75	→ L3
2600	2700	5.72	0.82	→ L4
2700	2800	5.69	0.81	→ L5
2800	2900	8.73	1.24	→ L6
2900	3000	9.35	1.33	→ L7
3000	3100	8.09	1.15	→ L8
3100	3200	10.10	1.44	→ L9
3200	3300	9.05	1.29	→ L10
3300	3400	9.64	1.37	→ L11
3400	3500	15.70	2.24	→ L12
3500	3600	12.10	1.72	→ L13
3600	3700	8.91	1.27	→ L14
3700	3800	9.75	1.39	→ L15
3800	3850	0.20	0.03	→ L16





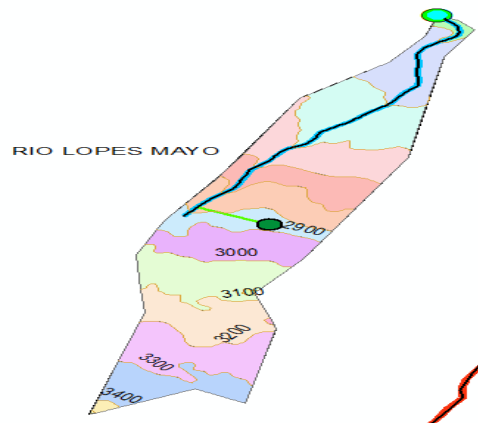
PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
SUB CUENCA - DEL RIO LOPEZ MAYO

RESPONSABLE: ERLIN DÍAZ LATORRE
SUB CUENCA: RIO LOPEZ MAYO
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
 Provincia: CHOTA
 Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 758999.00 m
 Norte: 92273558.00 m



1) Delimitación de la sub -cuenca del Río Chotano en el programa ArcMAP 10.5

Consiste en definir la línea de divortio aquarum, que es una línea curva cerrada que parte y llega al punto de captación mediante la unión de todos los puntos altos e interceptando en forma perpendicular a todas las curvas de altitudes del plano o carta topográfica, por cuya razón a dicha línea divisoria también se le conoce con el nombre de línea neutra de flujo.



2) Parámetros geomorfológicos

2.1. Área (A)

Cuadro N° 01. Tamaño relativo de los sistemas hidrológicos

Unid. Hidrológica	Área (km ²)		N° de orden
Micro cuenca	0	50	1, 2, 3
Sub cuenca	51	500	4, 5
Cuenca	más	500	6 a más

Ac=	5.90	Km ²	Sub cuenca
-----	------	-----------------	------------

2.2. Perímetro (P)

Pc=	15.18	Km
-----	-------	----

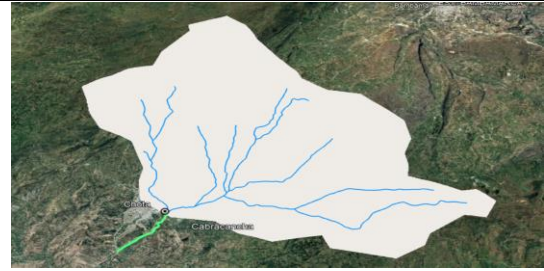
2.3. Longitud al centroide (Lc)

Centroide x	Cx=	757842.60 m
Centroide y	Cy=	9270231.64 m
Centroide z	Cz=	2863.08 msnm



PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
SUB CUENCA - DEL RIO LOPEZ MAYO

RESPONSABLE: ERLIN DÍAZ LATORRE
SUB CUENCA: RIO LOPEZ MAYO
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 758999.00 m
Norte: 92273558.00 m



2.4. Coeficiente de Gravelius o índice de compacidad (Kc)

$$k = 0.28 \left(\frac{Pc}{\sqrt{Ac}} \right)$$

P= perímetro de la cuenca 15.18
A= área de la cuenca 5.90

Cuadro N° 02. Formas de la cuenca de acuerdo al índice de compacidad

Clase de forma	índice de compacidad		Forma de la cuenca
Clase I	1	1.25	Casi redonda a oval - redonda
Clase II	1.26	1.5	Oval redonda a oval oblonga
Clase III	1.51	1.75	Oval oblonga a rectangular-oblonga

Si K menor o igual a 1 la cuenca tiene forma circular

Si k mayor a 1 la cuenca tiene forma alargada

La tormenta se da en una parte

La tormenta se da en toda su extensión

K= 1.749

Clase III

Oval oblonga a rectangular-oblonga

2.5. Altitud media (H)

Datos: Elevación mínima Hmín= 2200.00 msnm
Elevación máxima Hmáx= 3500.00 msnm

Áreas parciales entre altitudes

PARCIALES	ALTITUDES		AREA (Km2)
Área 1	2200	2300	0.0671
Área 2	2300	2400	0.4468
Área 3	2400	2500	0.7599
Área 4	2500	2600	0.6006
Área 5	2600	2700	0.4388
Área 6	2700	2800	0.4700
Área 7	2800	2900	0.3286
Área 8	2900	3000	0.5337
Área 9	3000	3100	0.6142
Área 10	3100	3200	0.5623
Área 11	3200	3300	0.6159
Área 12	3300	3400	0.4388
Área 13	3400	3500	0.0257
Área total			5.90

2.5.1.) Estimación de la altitud media (H) por fórmula

$$H = \frac{1}{A} \sum_{i=1}^n H_i \times A_i$$

Hi= Altura correspondiente al área acumulada Ai

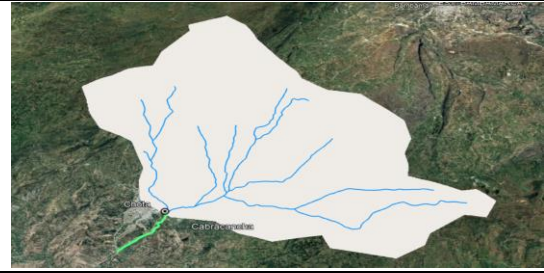
A= Área de la cuenca

N= Número de áreas parciales



PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
SUB CUENCA - DEL RIO LOPEZ MAYO

RESPONSABLE: ERLIN DÍAZ LATORRE
SUB CUENCA: RIO LOPEZ MAYO
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 758999.00 m
Norte: 92273558.00 m



ALTITUD MEDIA			
ITEM	PROMEDIO	ÁREA ENTRE COTAS	AixHi
1	2,250	0.067	150.93
2	2,350	0.447	1049.86
3	2,450	0.760	1861.77
4	2,550	0.601	1531.65
5	2,650	0.439	1162.79
6	2,750	0.470	1292.57
7	2,850	0.329	936.37
8	2,950	0.534	1574.42
9	3,050	0.614	1873.36
10	3,150	0.562	1771.22
11	3,250	0.616	2001.61
12	3,350	0.439	1469.95
13	3,450	0.026	88.72
TOTAL		5.90	16,765.21
H =		2,840.43	m

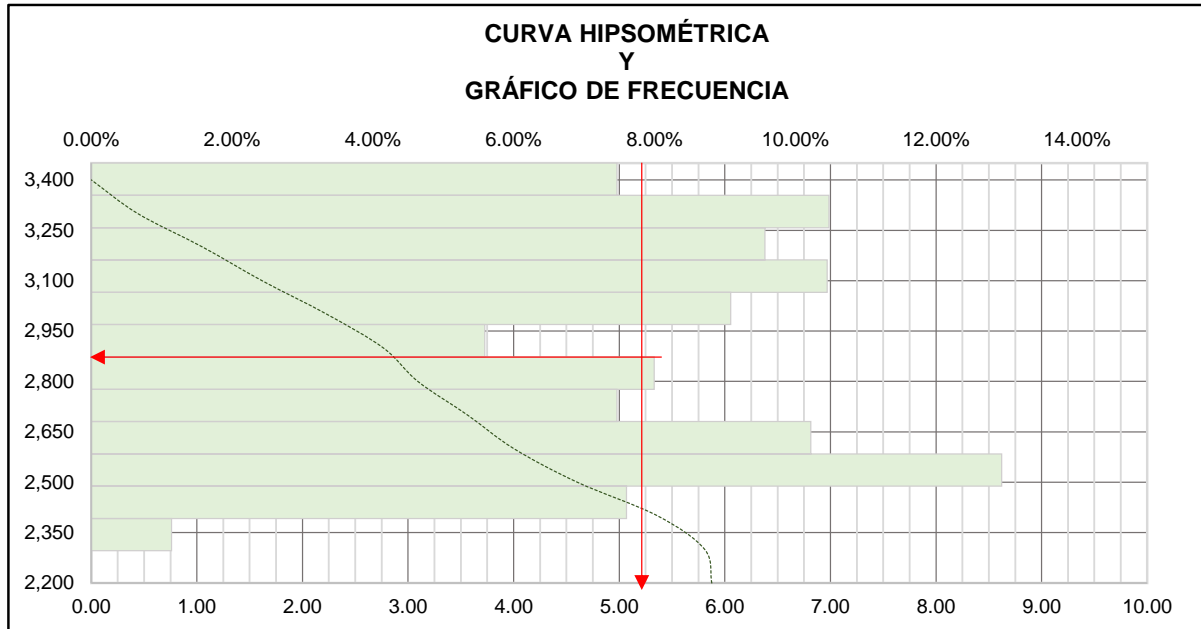
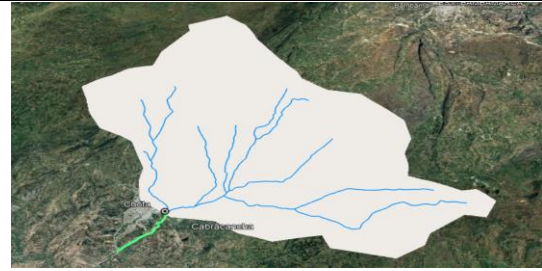
2.5.2.) Estimación de la altitud media (H) por el método gráfico

Método gráfico para el cálculo de la altitud media (H)						
I T E M	ALTITUD msnm	AREA PARCIAL	AREA ACUMULADA	AREA QUE QUEDA SOBRE LA CURVA	% DE AREA PARCIAL	% QUE QUEDA SOBRE LA ALTITUD
PMB	2,200	0.000	0	5.88	0.00%	100.00%
A1	2,300	0.067	0.07	5.81	1.14%	98.86%
A2	2,400	0.447	0.51	5.36	7.60%	91.26%
A3	2,500	0.760	1.27	4.60	12.93%	78.33%
A4	2,600	0.601	1.87	4.00	10.22%	68.10%
A5	2,700	0.439	2.31	3.56	7.47%	60.64%
A6	2,800	0.470	2.78	3.09	8.00%	52.64%
A7	2,900	0.329	3.11	2.76	5.59%	47.05%
A8	3,000	0.534	3.65	2.23	9.08%	37.97%
A9	3,100	0.614	4.26	1.62	10.45%	27.52%
A10	3,200	0.562	4.82	1.05	9.57%	17.95%
A11	3,300	0.616	5.44	0.44	10.48%	7.47%
A12	3,400	0.439	5.88	0.00	7.47%	0.00%
$\Sigma T =$		5.88			100.00%	



PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
SUB CUENCA - DEL RIO LOPEZ MAYO

RESPONSABLE: ERLIN DÍAZ LATORRE
SUB CUENCA: RIO LOPEZ MAYO
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 758999.00 m
Norte: 92273558.00 m



2.6. Pendiente de la cuenca (Sc)

$$S_c = \frac{C}{A} \sum_{i=1}^n l_i$$

Sc= Pendiente de la cuenca
C= Equidistancia entre curvas de nivel
A= Área de la cuenca
li= Longitud de cada curva de nivel

0.10 km
5.90 km²

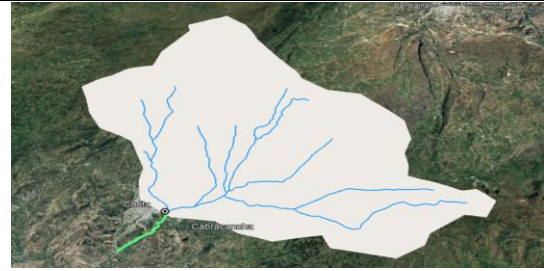
Cuadro N° 03. Clasificación de las cuencas de acuerdo a la pendiente promedio

Clase de forma		índice de compacidad	Símbolo
0	3	Plano	P1
3	7	Suave	P2
7	12	Mediano	P3
12	20	Accidentado	P4
20	35	Fuerte	P5
35	50	Muy Fuerte	P6
50	75	Escarpado	P7
>	75	Muy escarpado	P8



PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
SUB CUENCA - DEL RIO LOPEZ MAYO

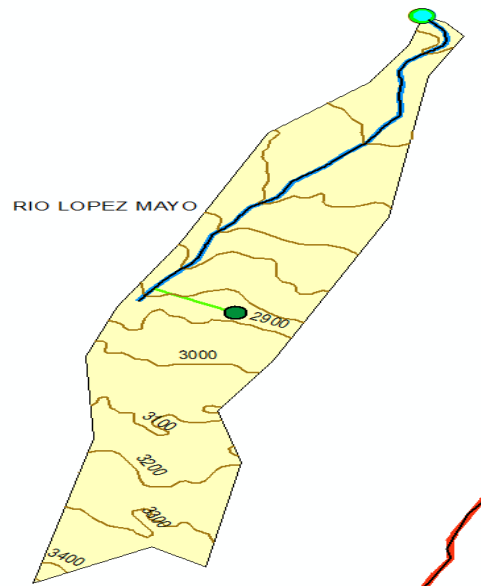
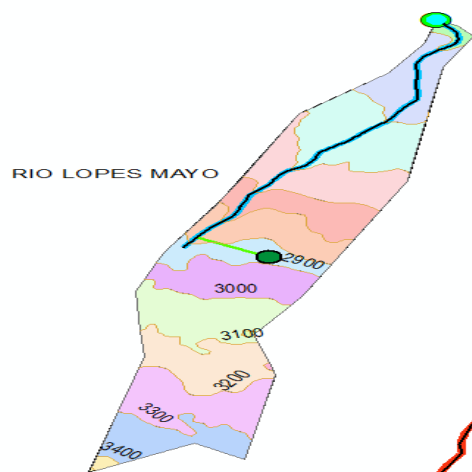
RESPONSABLE: ERLIN DÍAZ LATORRE
SUB CUENCA: RIO LOPEZ MAYO
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 758999.00 m
Norte: 92273558.00 m



Estimación de la pendiente de la cuenca (Sc)

CURVA DE NIVEL		LONGITUD (Km)
Curva 1	2,200.00	0.000
Curva 2	2,300.00	0.616
Curva 3	2,400.00	0.985
Curva 4	2,500.00	1.945
Curva 5	2,600.00	1.286
Curva 6	2,700.00	1.638
Curva 7	2,800.00	1.365
Curva 8	2,900.00	1.515
Curva 9	3,000.00	1.262
Curva 10	3,100.00	1.787
Curva 11	3,200.00	1.530
Curva 12	3,300.00	1.829
Curva 13	3,400.00	0.268
TOTAL		16.023

Sc = 27.14%



2.7. Número de orden de la cuenca (N)

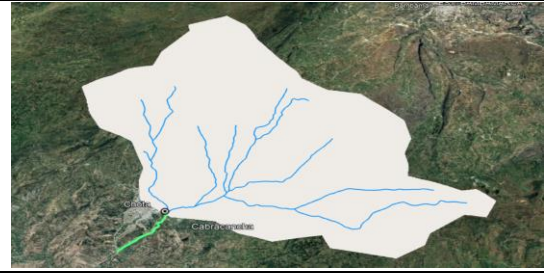
N= 3

2.8. Longitud de la red hídrica



PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
SUB CUENCA - DEL RIO LOPEZ MAYO

RESPONSABLE: ERLIN DÍAZ LATORRE
SUB CUENCA: RIO LOPEZ MAYO
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 758999.00 m
Norte: 92273558.00 m



ORDEN	Longitud de cauces (km)	Número de cauces
1	4.048	1
2	0	0
3	0	0
Total	4.05	1.00

2.9. Longitud del máximo recorrido (L)

L (km) 4.00 Km **L (m)** 4000

2.10. Pendiente del cauce principal o del máximo recorrido (So)

2.10.1. MÉTODO I. Pendiente uniforme

$$S_o = \frac{\Delta H}{L}$$

Hmáx= Altura máxima 2800.00
Hmín= Altura mínima 2300.00
ΔH= Diferencia de alturas 500.00
L= longitud del cauce principal 4.00

12.50 %

2.10.2. MÉTODO II. Ecuación de Taylor y Schwarz

$$S_o = \left[\frac{\sum_{i=1}^n l_i}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{l_i}{S_i} \right)^{1/2}} \right]^2$$

Li= longitud de cada tramo de pendiente Si
n= Número de tramos de similar pendiente

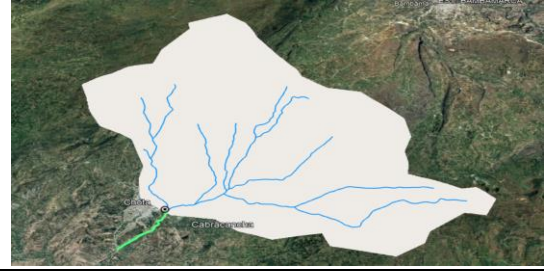
	LONG. PARCIALES	ALTITUDES		DESNIVEL	PENDIENTE ENTRE TRAMOS	
	Li (m)	Hi	Hf	hi (m)	si = hi/li	(li ² /si) ^{1/2}
0						
500	500.00	2,300	2,310	10.00	0.0200	3,535.53
1000	500.00	2,310	2,350	40.00	0.0800	1,767.77
1500	500.00	2,350	2,400	50.00	0.1000	1,581.14
2000	500.00	2,400	2,450	50.00	0.1000	1,581.14
2500	500.00	2,450	2,500	50.00	0.1000	1,581.14
3000	500.00	2,500	2,540	40.00	0.0800	1,767.77
3500	500.00	2,540	2,700	160.00	0.3200	883.88
4000.048	500.05	2,700	2,800	100.00	0.2000	1,118.19
	TOTAL	4,000				13,817

S = 8.38 %



PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
SUB CUENCA - DEL RIO LOPEZ MAYO

RESPONSABLE: ERLIN DÍAZ LATORRE
SUB CUENCA: RIO LOPEZ MAYO
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 758999.00 m
Norte: 92273558.00 m



2.11. Tiempo de concentración (Tc)

Fórmula del método racional modificado (MTC, 2018)

$$T_c = 0.3 \left(\frac{L}{S^{0.25}} \right)^{0.76}$$

Donde: L= Longitud del cauce mayor (km) 4.00 Km
So= Pendiente promedio del cauce mayor (m/m) 0.084 m/m

Tc= 1.38 horas
Tc= 82.68 minutos

Fórmula de KIRPICH

$$T_c = 0,020 * L^{0,75} * S^{-0,40}$$

Donde: L = Longitud del curso mayor en metros = 4,000.05 m 4.000
S = Pendiente = H/L = 32.50 % 0.325
H = Diferencia entre altitud máxima y mínima = 1,300 m

Tc= 15.77 minutos
Tc= 0.26 horas 0.296

Fórmula de GIANDOTTI

$$T_c = (4 * S^{1/2} + 1,5 * L / (0,8 * H^{1/2}))$$

Donde: S = Superficie de la cuenca en Km² = 5.90 Km²
L = Longitud del Río Principal en Km= 4.00 Km
H = Altitud Media en metros, descontando la cota de origen de la cuenca sobre el punto en estudio = 640.43 m

Tc= 0.78 horas
Tc= 46.58 minutos

Fórmula de TEMEZ

$$T_c = 0,3 * (L/n)^{1/4,0,75}$$

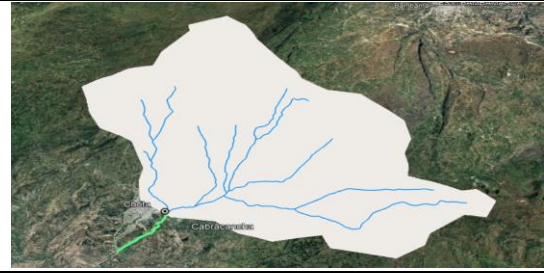
Donde: L = Longitud del cauce principal en Km = 4.00 Km
n = Pendiente media del curso principal = 8.38 %

Tc= 1.35 horas
Tc= 81.04 minutos



PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
SUB CUENCA - DEL RIO LOPEZ MAYO

RESPONSABLE: ERLIN DÍAZ LATORRE
SUB CUENCA: RIO LOPEZ MAYO
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 758999.00 m
Norte: 92273558.00 m



2.12. Coeficiente orográfico (Co)

$$C_o = \frac{H^2}{A}$$

H= Altitud media del relieve 2.840 km
A= área de la cuenca 5.904 km²
Co= 1.3666

2.15 Factor de forma (F)

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

A= Área de la cuenca 5.90 km²
L= Longitud de máximo recorrido 4.00 km
F= 0.369

2.16. Rectángulo equivalente

$$L = \frac{K\sqrt{A}}{1.12} \left[1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K} \right)^2} \right]$$

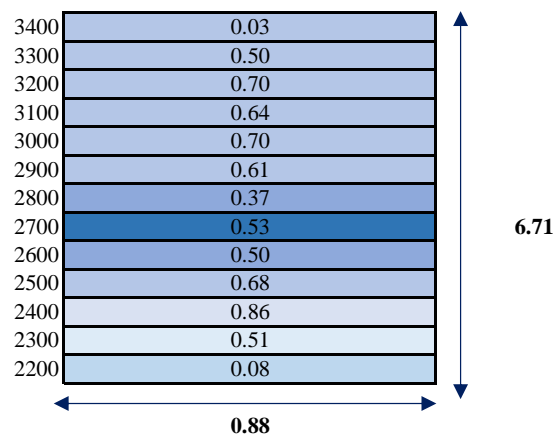
Donde: A= área de la cuenca 5.904 km²
kc= coeficiente de Gravelius 1.749
Factor raíz(1-(1.12/k)^2) 0.590
L= 6.71

$$l = \frac{K\sqrt{A}}{1.12} \left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K} \right)^2} \right]$$

l= 0.88

CÁLCULO DEL RECTÁNGULO EQUIVALENTE			
Altitudes		Ap	Ap/l
2200	2300	0.07	0.08
2300	2400	0.45	0.51
2400	2500	0.76	0.86
2500	2600	0.60	0.68
2600	2700	0.44	0.50
2700	2800	0.47	0.53
2800	2900	0.33	0.37
2900	3000	0.53	0.61
3000	3100	0.61	0.70
3100	3200	0.56	0.64
3200	3300	0.62	0.70
3300	3400	0.44	0.50
3400	3500	0.03	0.03

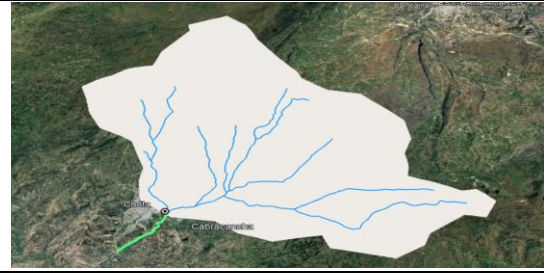
L1
L2
L3
L4
L5
L6
L7
L8
L9
L10
L11
L12
L13





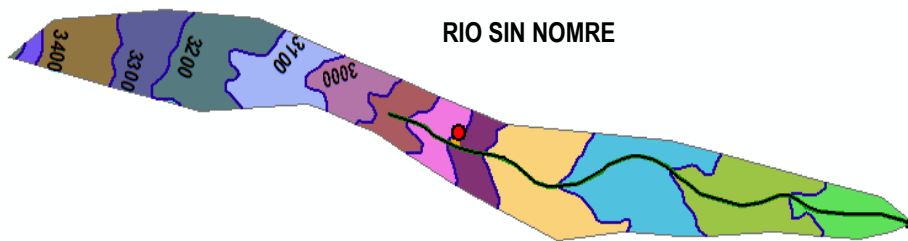
PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
SUB CUENCA - DEL RIO SAN MATEO

RESPONSABLE: ERLIN DÍAZ LATORRE
SUB CUENCA: S/N
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 757768.00 m
Norte: 9274762.00 m



1) Delimitación de la sub -cuenca del Río Chotano en el programa ArcMAP 10.5

Consiste en definir la línea de divortio aquarum, que es una línea curva cerrada que parte y llega al punto de captación mediante la unión de todos los puntos altos e interceptando en forma perpendicular a todas las curvas de altitudes del plano o carta topográfica, por cuya razón a dicha línea divisoria también se le conoce con el nombre de línea neutra de flujo.



2) Parámetros geomorfológicos

2.1. Área (A)

Cuadro N° 01. Tamaño relativo de los sistemas hidrológicos

Unid. Hidrológica	Área (km ²)		N° de orden
Micro cuenca	0	50	1, 2, 3
Sub cuenca	51	500	4, 5
Cuenca	más	500	6 a más

Ac=	4.22	Km ²	Micro Cuenca
-----	------	-----------------	--------------

2.2. Perímetro (P)

Pc=	16.15	Km
-----	-------	----

2.3. Longitud al centroide (Lc)

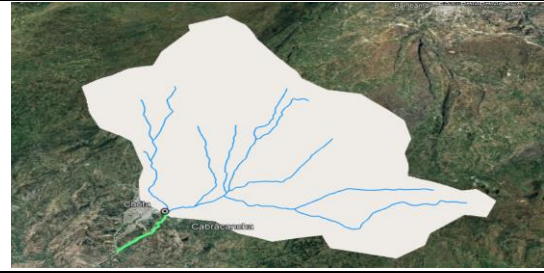
Centroide x	Cx=	757094.42 m
Centroide y	Cy=	9271029.34 m
Centroide z	Cz=	2688.10 msnm

Lc=	0.10	Km
-----	------	----



PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
SUB CUENCA - DEL RIO SAN MATEO

RESPONSABLE: ERLIN DÍAZ LATORRE
SUB CUENCA: S/N
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 757768.00 m
Norte: 9274762.00 m



2.4. Coeficiente de Gravelius o índice de compacidad (Kc)

$$k = 0.28 \left(\frac{Pc}{\sqrt{Ac}} \right)$$

P= perímetro de la cuenca 16.15
A= área de la cuenca 4.22

Cuadro N° 02. Formas de la cuenca de acuerdo al índice de compacidad

Clase de forma	índice de compacidad		Forma de la cuenca
Clase I	1	1.25	Casi redonda a oval - redonda
Clase II	1.26	1.5	Oval redonda a oval oblonga
Clase III	1.51	1.75	Oval oblonga a rectangular-oblonga
Clase IV	>	1.75	Rectangular

Si K menor o igual a 1 la cuenca tiene forma circular

Si k mayor a 1 la cuenca tiene forma alargada

La tormenta se da en una parte

La tormenta se da en toda su extensión

K=	2.200	CLASE IV	Rectangular
----	-------	----------	-------------

2.5. Altitud media (H)

Datos: Elevación mínima Hmín= 2250.00 msnm
Elevación máxima Hmáx= 2800.00 msnm

Áreas parciales entre altitudes

PARCIALES	ALTITUDES		AREA (Km2)
Área 1	2250	2300	0.2652
Área 2	2300	2400	0.5211
Área 3	2400	2500	0.6529
Área 4	2500	2600	0.5859
Área 5	2600	2700	0.1859
Área 6	2700	2800	0.1893
Área 7	2800	2900	0.1804
Área 8	2900	3000	0.2306
Área 9	3000	3100	0.3430
Área 10	3100	3200	0.4635
Área 11	3200	3300	0.2909
Área 12	3300	3400	0.2826
Área 13	3400	3450	0.0304
	Área total		4.22

2.5.1.) Estimación de la altitud media (H) por fórmula

$$H = \frac{1}{A} \sum_{i=1}^n H_i \times A_i$$

Hi= Altura correspondiente al área acumulada Ai

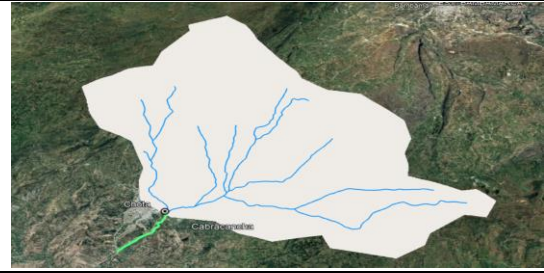
A= Área de la cuenca

N= Número de áreas parciales



PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
SUB CUENCA - DEL RIO SAN MATEO

RESPONSABLE: ERLIN DÍAZ LATORRE
SUB CUENCA: S/N
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 757768.00 m
Norte: 9274762.00 m



ALTITUD MEDIA			
ITEM	PROMEDIO	ÁREA ENTRE COTAS	AixHi
1	2,275	0.265	603.44
2	2,350	0.521	1224.56
3	2,450	0.653	1599.57
4	2,550	0.586	1494.17
5	2,650	0.186	492.54
6	2,750	0.189	520.58
7	2,850	0.180	514.18
8	2,950	0.231	680.21
9	3,050	0.343	1046.22
10	3,150	0.464	1460.11
11	3,250	0.291	945.53
12	3,350	0.283	946.80
13	3,425	0.030	104.18
TOTAL		4.22	11,632.11
H =		2,755.21	m

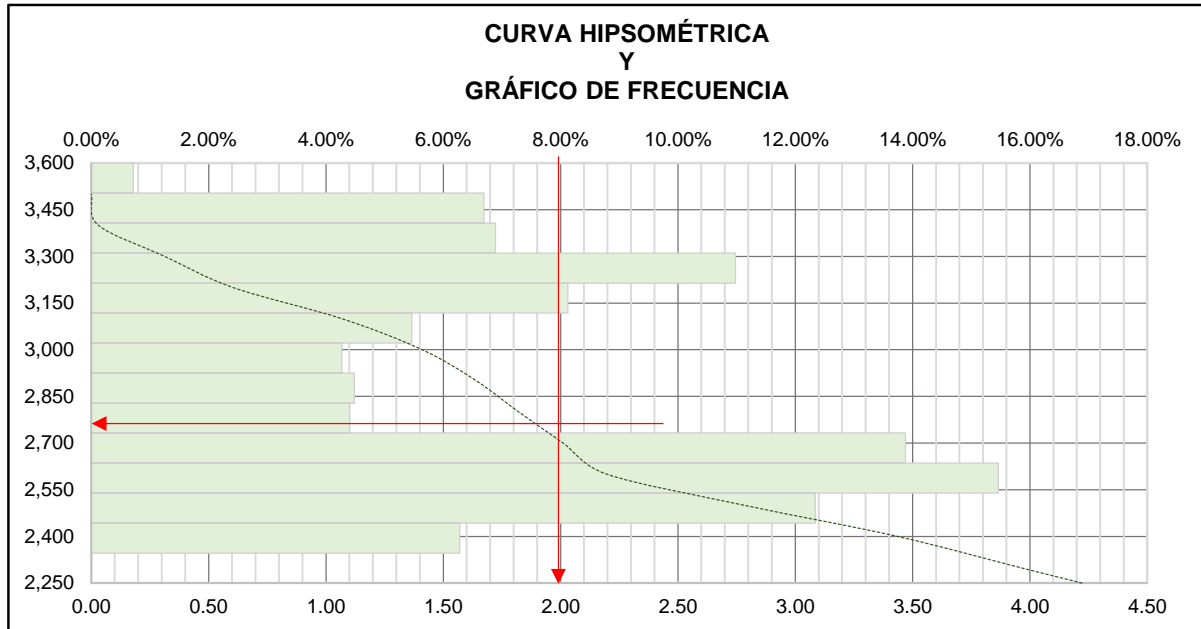
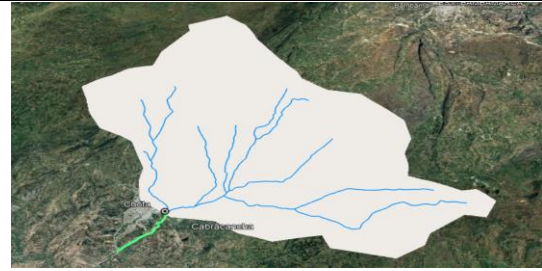
2.5.2.) Estimación de la altitud media (H) por el método gráfico

Método gráfico para el cálculo de la altitud media (H)						
I T E M	ALTITUD msnm	AREA PARCIAL	AREA ACUMULADA	AREA QUE QUEDA SOBRE LA CURVA	% DE AREA PARCIAL	% QUE QUEDA SOBRE LA ALTITUD
PMB	2,250	0.000	0	4.22	0.00%	100.00%
A1	2,300	0.265	0.27	3.96	6.28%	93.72%
A2	2,400	0.521	0.79	3.44	12.34%	81.37%
A3	2,500	0.653	1.44	2.78	15.46%	65.91%
A4	2,600	0.586	2.03	2.20	13.88%	52.03%
A5	2,700	0.186	2.21	2.01	4.40%	47.63%
A6	2,800	0.189	2.40	1.82	4.48%	43.14%
A7	2,900	0.180	2.58	1.64	4.27%	38.87%
A8	3,000	0.231	2.81	1.41	5.46%	33.41%
A9	3,100	0.343	3.15	1.07	8.12%	25.29%
A10	3,200	0.464	3.62	0.60	10.98%	14.31%
A11	3,300	0.291	3.91	0.31	6.89%	7.41%
A12	3,400	0.283	4.19	0.03	6.69%	0.72%
A13	3,500	0.030	4.22	0.00	0.72%	0.00%
$\Sigma T =$		4.22			100.00%	



PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
 SUB CUENCA - DEL RIO SAN MATEO

RESPONSABLE: ERLIN DÍAZ LATORRE
SUB CUENCA: S/N
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
 Provincia: CHOTA
 Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 757768.00 m
 Norte: 9274762.00 m



2.6. Pendiente de la cuenca (Sc)

$$S_c = \frac{C}{A} \sum_{i=1}^n l_i$$

Sc= Pendiente de la cuenca
 C= Equidistancia entre curvas de nivel
 A= Área de la cuenca
 li= Longitud de cada curva de nivel

0.10 km
 4.22 km²

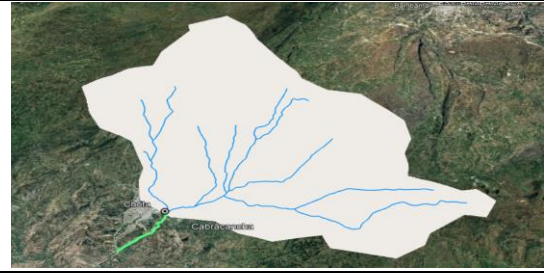
Cuadro N° 03. Clasificación de las cuencas de acuerdo a la pendiente promedio

Clase de forma		índice de compacidad	Símbolo
0	3	Plano	P1
3	7	Suave	P2
7	12	Mediano	P3
12	20	Accidentado	P4
20	35	Fuerte	P5
35	50	Muy Fuerte	P6
50	75	Escarpado	P7
>	75	Muy escarpado	P8



PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
SUB CUENCA - DEL RIO SAN MATEO

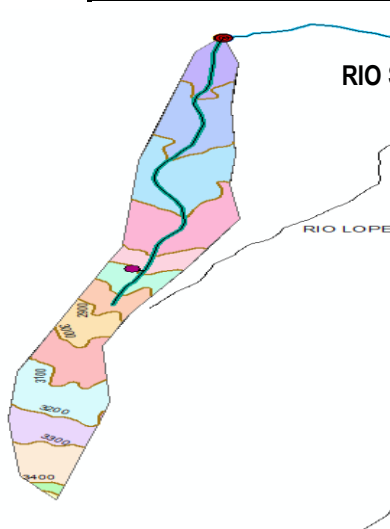
RESPONSABLE: ERLIN DÍAZ LATORRE
SUB CUENCA: S/N
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 757768.00 m
Norte: 9274762.00 m



Estimación de la pendiente de la cuenca (Sc)

CURVA DE NIVEL		LONGITUD (Km)
Curva 1	2,250.00	0.000
Curva 2	2,300.00	0.896
Curva 3	2,400.00	1.162
Curva 4	2,500.00	1.309
Curva 5	2,600.00	0.758
Curva 6	2,700.00	0.683
Curva 7	2,800.00	0.771
Curva 8	2,900.00	0.709
Curva 9	3,000.00	0.741
Curva 10	3,100.00	1.153
Curva 11	3,200.00	1.018
Curva 12	3,300.00	0.577
Curva 13	3,400.00	0.422
TOTAL		10.199

Sc = 24.16%



2.7. Número de orden de la cuenca (N)

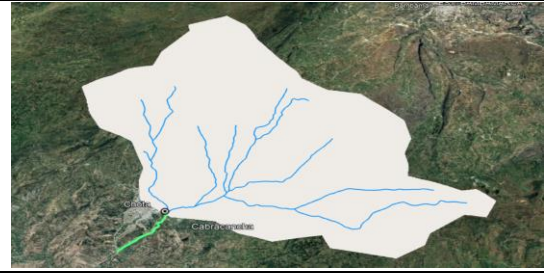
N= 1

2.8. Longitud de la red hídrica



PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
SUB CUENCA - DEL RIO SAN MATEO

RESPONSABLE: ERLIN DÍAZ LATORRE
SUB CUENCA: S/N
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 757768.00 m
Norte: 9274762.00 m



ORDEN	Longitud de cauces (km)	Número de cauces
1	4.77	1
2	0	0
3	0	0
Total	4.77	1.00

2.9. Longitud del máximo recorrido (L)

L (km) 4.77 Km

L (m) 4773.5

2.10. Pendiente del cauce principal o del máximo recorrido (So)

2.10.1. MÉTODO I. Pendiente uniforme

$$S_o = \frac{\Delta H}{L}$$

Hmáx= Altura máxima 2970.00
Hmín= Altura mínima 2250.00
ΔH= Diferencia de alturas 720.00
L= longitud del cauce principal 4.77

15.08 %

2.10.2. MÉTODO II. Ecuación de Taylor y Schwarz

$$S_o = \left[\frac{\sum_{i=1}^n l_i}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{l_i}{S_i} \right)^{1/2}} \right]^2$$

Li= longitud de cada tramo de pendiente Si
n= Número de tramos de similar pendiente

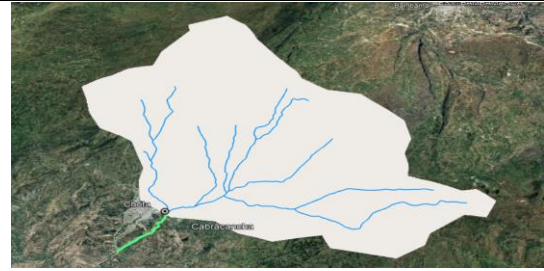
	LONG. PARCIALES	ALTITUDES		DESNIVEL	PENDIENTE ENTRE TRAMOS	
	Li (m)	Hi	Hf	hi (m)	si = hi/li	(li ² /si) ^{1/2}
0						
500	500.00	2,250	2,300	50.00	0.1000	1,581.14
1000	500.00	2,300	2,310	10.00	0.0200	3,535.53
1500	500.00	2,310	2,375	65.00	0.1300	1,386.75
2000	500.00	2,375	2,405	30.00	0.0600	2,041.24
2500	500.00	2,405	2,445	40.00	0.0800	1,767.77
3000	500.00	2,445	2,500	55.00	0.1100	1,507.56
3500	500.00	2,500	2,550	50.00	0.1000	1,581.14
4000	500.00	2,550	2,650	100.00	0.2000	1,118.03
4500	500.00	2,650	2,810	160.00	0.3200	883.88
4773.487	273.49	2,810	2,970	160.00	0.5850	357.56
	TOTAL	4,773				15,761

S = 9.17 %



PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
SUB CUENCA - DEL RIO SAN MATEO

RESPONSABLE:	ERLIN DÍAZ LATORRE	
SUB CUENCA:	S/N	
UBICACIÓN:	Distrito:	CHOTA
	Provincia:	CHOTA
	Región:	CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN:	Este:	757768.00 m
	Norte:	9274762.00 m



2.11. Tiempo de concentración (Tc)

Fórmula del método racional modificado (MTC, 2018)

$$Tc = 0.3 \left(\frac{L}{S^{0.25}} \right)^{0.76}$$

Donde: L= Longitud del cauce mayor (km) 4.77 Km
So= Pendiente promedio del cauce mayor (m/m) 0.092 m/m

Tc= 1.55 horas
Tc= 92.96 minutos

Fórmula de KIRPICH

$$Tc = 0,020 * L^{0,75} * S^{-0,40}$$

Donde: L = Longitud del curso mayor en metros = 4,773.49 m 4.773
S = Pendiente = H/L = 11.52 % 0.115
H = Diferencia entre altitud máxima y mínima = 550 m

Tc= 27.26 minutos
Tc= 0.45 horas 0.505

Fórmula de GIANDOTTI

$$Tc = (4 * S^{1/2} + 1,5 * L / (0,8 * H^{1/2}))$$

Donde: S = Superficie de la cuenca en Km² = 4.22 Km²
L = Longitud del Río Principal en Km= 4.77 Km
H = Altitud Media en metros, descontando la cota de origen de la cuenca sobre el punto en estudio = 505.21 m

Tc= 0.86 horas
Tc= 51.32 minutos

Fórmula de TEMEZ

$$Tc = 0,3 * (L/n)^{1/4,0,75}$$

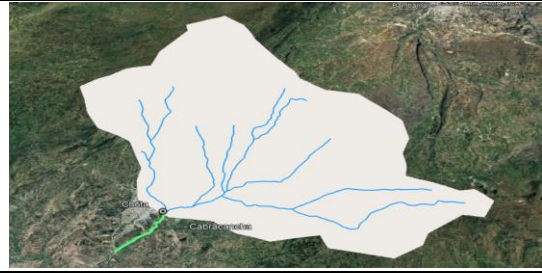
Donde: L = Longitud del cauce principal en Km = 4.77 Km
n = Pendiente media del curso principal = 9.17 %

Tc= 1.52 horas
Tc= 90.98 minutos



PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
SUB CUENCA - DEL RIO SAN MATEO

RESPONSABLE: ERLIN DÍAZ LATORRE
SUB CUENCA: S/N
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 757768.00 m
Norte: 9274762.00 m



2.12. Coeficiente orográfico (Co)

$$C_o = \frac{H^2}{A}$$

H= Altitud media del relieve 2.755 km
A= área de la cuenca 4.222 km²

Co= 1.7981

2.15 Factor de forma (F)

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

A= Área de la cuenca 4.22 km²
L= Longitud de máximo recorrido 4.77 km

F= 0.185

2.16. Rectángulo equivalente

$$L = \frac{K\sqrt{A}}{1.12} \left[1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K} \right)^2} \right]$$

$$l = \frac{K\sqrt{A}}{1.12} \left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K} \right)^2} \right]$$

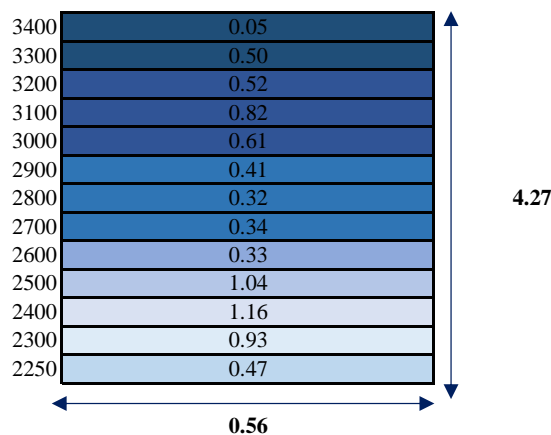
Donde: A= área de la cuenca 4.222 km²
kc= coeficiente de Gravelius 2.200
Factor raíz(1-(1.12/k)²) 0.741

L= 7.51

l= 0.56

CÁLCULO DEL RECTÁNGULO EQUIVALENTE			
Altitudes		Ap	Ap/l
2250	2300	0.27	0.47
2300	2400	0.52	0.93
2400	2500	0.65	1.16
2500	2600	0.59	1.04
2600	2700	0.19	0.33
2700	2800	0.19	0.34
2800	2900	0.18	0.32
2900	3000	0.23	0.41
3000	3100	0.34	0.61
3100	3200	0.46	0.82
3200	3300	0.29	0.52
3300	3400	0.28	0.50
3400	3450	0.03	0.05

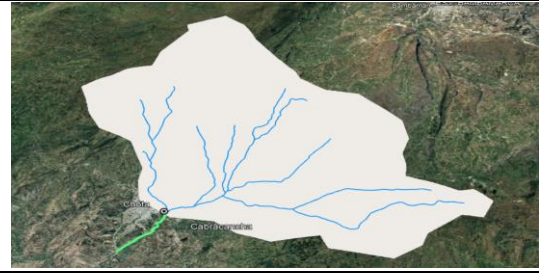
L1
L2
L3
L4
L5
L6
L7
L8
L9
L10
L11
L12
L13





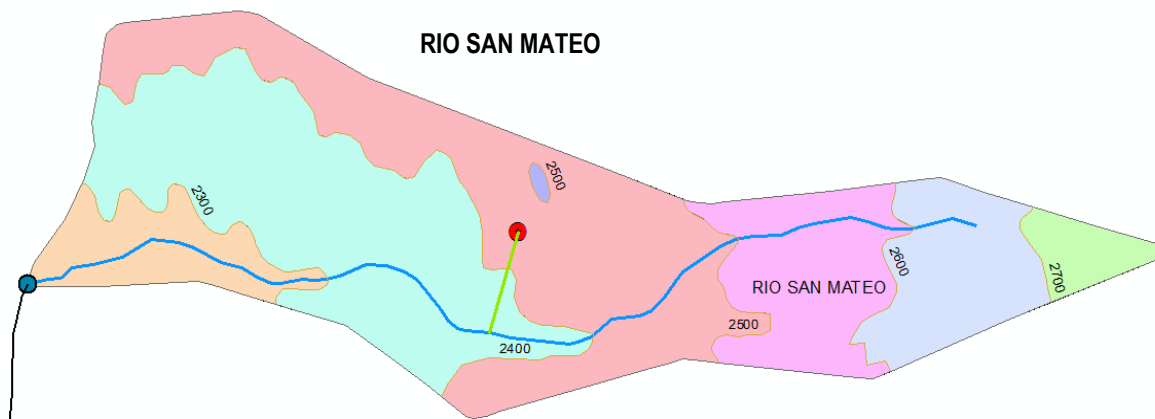
PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
SUB CUENCA - DEL RIO SAN MATEO

RESPONSABLE: ERLIN DÍAZ LATORRE
SUB CUENCA: RIO SAN MATEO
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 757699.00 m
Norte: 9274866.00 m



1) Delimitación de la sub -cuenca del Río Chotano en el programa ArcMAP 10.5

Consiste en definir la línea de divortio aquarum, que es una línea curva cerrada que parte y llega al punto de captación mediante la unión de todos los puntos altos e interceptando en forma perpendicular a todas las curvas de altitudes del plano o carta topográfica, por cuya razón a dicha línea divisoria también se le conoce con el nombre de línea neutra de flujo.



2) Parámetros geomorfológicos

2.1. Área (A)

Cuadro N° 01. Tamaño relativo de los sistemas hidrológicos

Unid. Hidrológica	Área (km ²)		N° de orden
Micro cuenca	0	50	1, 2, 3
Sub cuenca	51	500	4, 5
Cuenca	más	500	6 a más

Ac=	5.75	Km ²	Micro Cuenca
------------	------	-----------------	--------------

2.2. Perímetro (P)

Pc=	13.31	Km
------------	-------	----

2.3. Longitud al centroide (Lc)

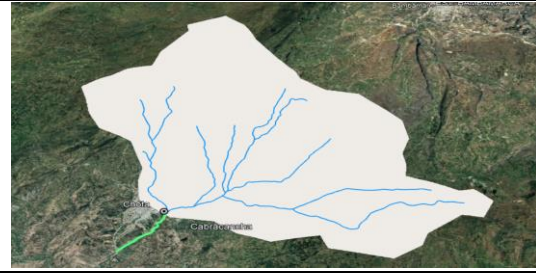
Centroide x	Cx=	760289.43 m
Centroide y	Cy=	9275170.98 m
Centroide z	Cz=	2458.00 msnm

Lc=	0.53	Km
------------	------	----



PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
SUB CUENCA - DEL RIO SAN MATEO

RESPONSABLE: ERLIN DÍAZ LATORRE
SUB CUENCA: RIO SAN MATEO
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 757699.00 m
Norte: 9274866.00 m



2.4. Coeficiente de Gravelius o índice de compacidad (Kc)

$$k = 0.28 \left(\frac{Pc}{\sqrt{Ac}} \right)$$

P= perímetro de la cuenca 13.31
A= área de la cuenca 5.75

Cuadro N° 02. Formas de la cuenca de acuerdo al índice de compacidad

Clase de forma	índice de compacidad		Forma de la cuenca
Clase I	1.00	1.25	Casi redonda a oval - redonda
Clase II	1.26	1.50	Oval redonda a oval oblonga
Clase III	1.51	1.75	Oval oblonga a rectangular-oblonga

Si K menor o igual a 1 la cuenca tiene forma circular
Si k mayor a 1 la cuenca tiene forma alargada

La tormenta se da en una parte
La tormenta se da en toda su extensión

K=	1.554	CLASE III	Oval oblonga a rectangular-oblonga
----	-------	-----------	------------------------------------

2.5. Altitud media (H)

Datos: Elevación mínima Hmín= 2250.00 msnm
Elevación máxima Hmáx= 2800.00 msnm

Áreas parciales entre altitudes

PARCIALES	ALTITUDES		AREA (Km2)
Área 1	2250	2300	0.4707
Área 2	2300	2400	1.8679
Área 3	2400	2500	1.8750
Área 4	2500	2600	0.7505
Área 5	2600	2700	0.6016
Área 6	2700	2800	0.1813
Área total			5.75

2.5.1.) Estimación de la altitud media (H) por fórmula

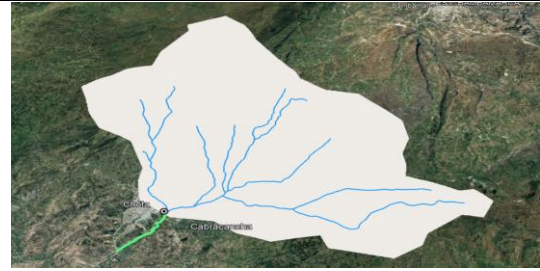
$$H = \frac{1}{A} \sum_{i=1}^n H_i \times A_i$$

Hi= Altura correspondiente al área acumulada Ai
A= Área de la cuenca
N= Número de áreas parciales



PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
SUB CUENCA - DEL RIO SAN MATEO

RESPONSABLE: ERLIN DÍAZ LATORRE
SUB CUENCA: RIO SAN MATEO
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 757699.00 m
Norte: 9274866.00 m



ALTITUD MEDIA			
ITEM	PROMEDIO	ÁREA ENTRE COTAS	AixHi
1	2,275	0.471	1070.76
2	2,350	1.868	4389.67
3	2,450	1.875	4593.81
4	2,550	0.751	1913.88
5	2,650	0.602	1594.16
6	2,750	0.181	498.58
TOTAL		5.75	14,060.85
H = 2,446.62 m			

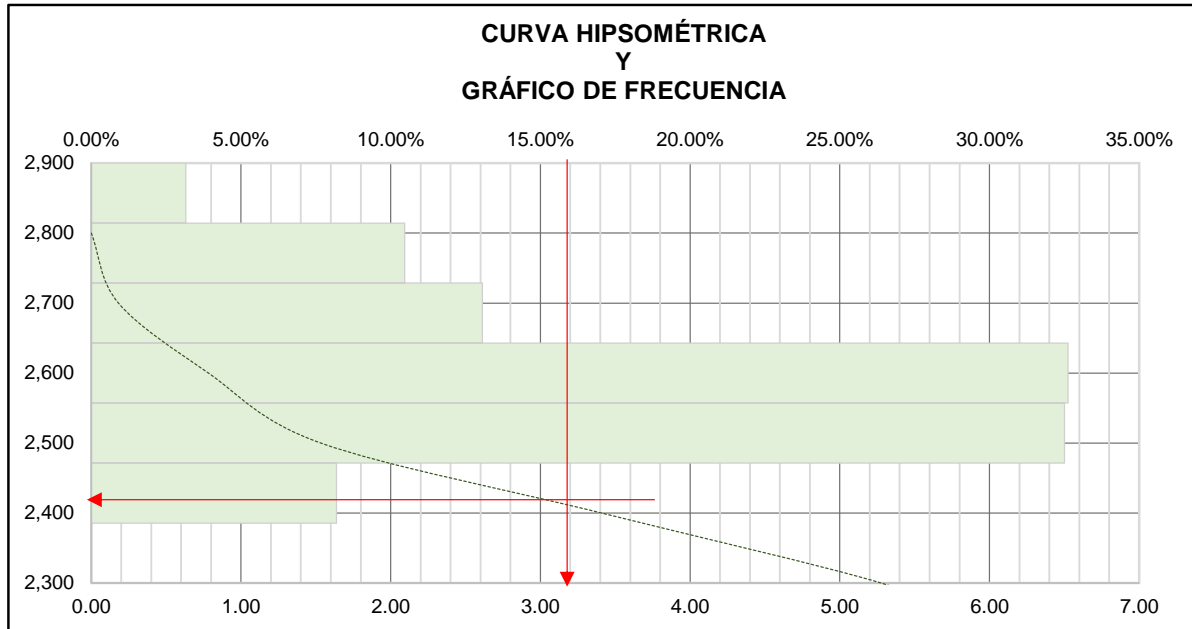
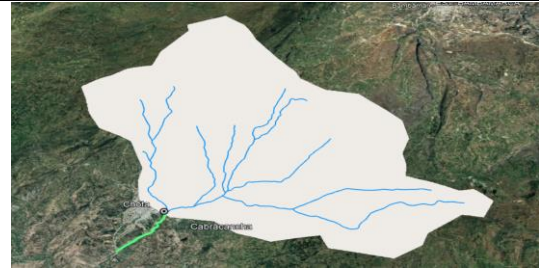
2.5.2.) Estimación de la altitud media (H) por el método gráfico

Método gráfico para el cálculo de la altitud media (H)						
<i>I T E M</i>	<i>ALTITUD msnm</i>	<i>AREA PARCIAL</i>	<i>AREA ACUMULADA</i>	<i>AREA QUE QUEDA SOBRE LA CURVA</i>	<i>% DE AREA PARCIAL</i>	<i>% QUE QUEDA SOBRE LA ALTITUD</i>
PMB	2,250	0.000	0	5.75	0.00%	100.00%
A1	2,300	0.471	0.47	5.28	8.19%	91.81%
A2	2,400	1.868	2.34	3.41	32.50%	59.31%
A3	2,500	1.875	4.21	1.53	32.63%	26.68%
A4	2,600	0.751	4.96	0.78	13.06%	13.62%
A5	2,700	0.602	5.57	0.18	10.47%	3.15%
A6	2,800	0.181	5.75	0.00	3.15%	0.00%
$\Sigma T =$		5.75			100.00%	



PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
SUB CUENCA - DEL RIO SAN MATEO

RESPONSABLE: ERLIN DÍAZ LATORRE
SUB CUENCA: RIO SAN MATEO
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
 Provincia: CHOTA
 Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 757699.00 m
 Norte: 9274866.00 m



2.6. Pendiente de la cuenca (Sc)

$$S_c = \frac{C}{A} \sum_{i=1}^n l_i$$

Sc= Pendiente de la cuenca
 C= Equidistancia entre curvas de nivel
 A= Área de la cuenca
 li= Longitud de cada curva de nivel

0.10 km
 5.75 km²

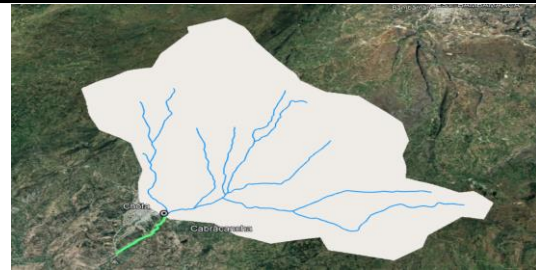
Cuadro N° 03. Clasificación de las cuencas de acuerdo a la pendiente promedio

Clase de forma		índice de compacidad	Símbolo
0	3	Plano	P1
3	7	Suave	P2
7	12	Mediano	P3
12	20	Accidentado	P4
20	35	Fuerte	P5
35	50	Muy Fuerte	P6
50	75	Escarpado	P7
>	75	Muy escarpado	P8



PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
SUB CUENCA - DEL RIO SAN MATEO

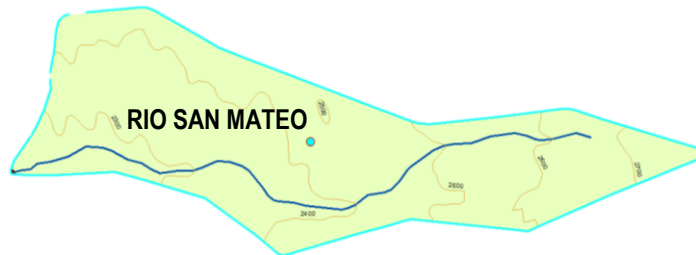
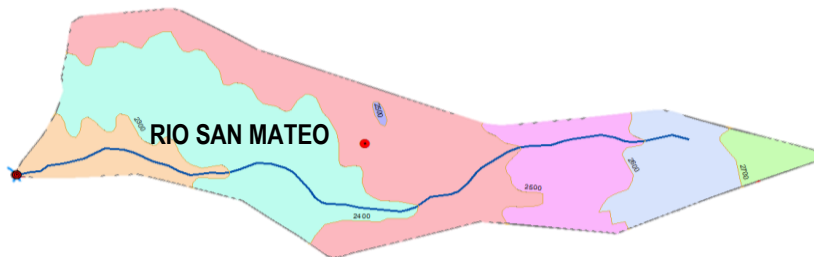
RESPONSABLE: ERLIN DÍAZ LATORRE
SUB CUENCA: RIO SAN MATEO
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
 Provincia: CHOTA
 Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 757699.00 m
 Norte: 9274866.00 m



Estimación de la pendiente de la cuenca (Sc)

CURVA DE NIVEL		LONGITUD (Km)
Curva 1	2,250.00	0.000
Curva 2	2,300.00	2.322
Curva 3	2,400.00	4.823
Curva 4	2,500.00	1.964
Curva 5	2,600.00	1.477
Curva 6	2,700.00	0.551
Curva 7	2,800.00	0.000
TOTAL		11.137

Sc = 19.38%



2.7. Número de orden de la cuenca (N)

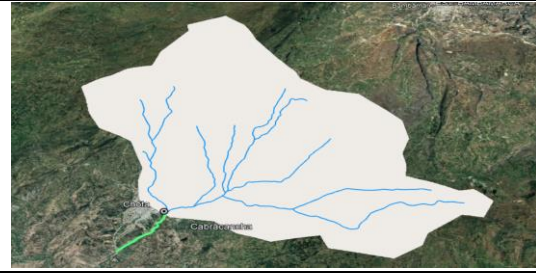
N= 1

2.8. Longitud de la red hídrica



PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
SUB CUENCA - DEL RIO SAN MATEO

RESPONSABLE: ERLIN DÍAZ LATORRE
SUB CUENCA: RIO SAN MATEO
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 757699.00 m
Norte: 9274866.00 m



ORDEN	Longitud de cauces (km)	Número de cauces
1	5.36	1
2	0	0
3	0	0
Total	5.36	1.00

2.9. Longitud del máximo recorrido (L)

L (km) 5.36 Km

L (m) 5356.7

2.10. Pendiente del cauce principal o del máximo recorrido (So)

2.10.1. MÉTODO I. Pendiente uniforme

$$S_o = \frac{\Delta H}{L}$$

Hmáx= Altura máxima 2670.00
Hmín= Altura mínima 2250.00
ΔH= Diferencia de alturas 420.00
L= longitud del cauce principal 5.36

7.84 %

2.10.2. MÉTODO II. Ecuación de Taylor y Schwarz

$$S_o = \left[\frac{\sum_{i=1}^n l_i}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{l_i}{S_i} \right)^{1/2}} \right]^2$$

Li= longitud de cada tramo de pendiente Si
n= Número de tramos de similar pendiente

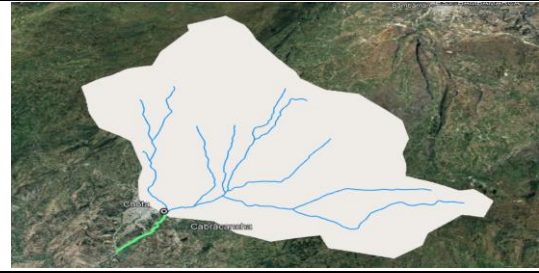
	LONG. PARCIALES		ALTITUDES		DESNIVEL	PENDIENTE ENTRE TRAMOS	
	Li (m)	Hi	Hf	hi (m)	si = hi/li	(li ² /si) ^{1/2}	
0							
500	500.00	2,250	2,300	50.00	0.1000	1,581.14	
1000	500.00	2,300	2,305	5.00	0.0100	5,000.00	
1500	500.00	2,305	2,315	10.00	0.0200	3,535.53	
2000	500.00	2,315	2,350	35.00	0.0700	1,889.82	
2500	500.00	2,350	2,360	10.00	0.0200	3,535.53	
3000	500.00	2,360	2,400	40.00	0.0800	1,767.77	
3500	500.00	2,400	2,450	50.00	0.1000	1,581.14	
4000	500.00	2,450	2,500	50.00	0.1000	1,581.14	
4500	500.00	2,500	2,550	50.00	0.1000	1,581.14	
5000	500.00	2,550	2,610	60.00	0.1200	1,443.38	
5356.691	356.69	2,610	2,670	60.00	0.1682	869.69	
	TOTAL	5,357				24,366	

S = 4.83 %



PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
SUB CUENCA - DEL RIO SAN MATEO

RESPONSABLE:	ERLIN DÍAZ LATORRE	
SUB CUENCA:	RIO SAN MATEO	
UBICACIÓN:	Distrito:	CHOTA
	Provincia:	CHOTA
	Región:	CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN:	Este:	757699.00 m
	Norte:	9274866.00 m



2.11. Tiempo de concentración (Tc)

Fórmula del método racional modificado (MTC, 2018)

$$Tc = 0.3 \left(\frac{L}{S^{0.25}} \right)^{0.76}$$

Donde: L= Longitud del cauce mayor (km) 5.36 Km
So= Pendiente promedio del cauce mayor (m/m) 0.048 m/m

Tc= 1.91 horas
Tc= 114.61 minutos

Fórmula de KIRPICH

$$Tc = 0,020 * L^{0,75} * S^{-0,40}$$

Donde: L = Longitud del curso mayor en metros = 5,356.69 m 5.357
S = Pendiente = H/L = 10.27 % 0.103
H = Diferencia entre altitud máxima y mínima = 550 m

Tc= 31.13 minutos
Tc= 0.52 horas

0.577

Fórmula de GIANDOTTI

$$Tc = (4 * S^{1/2} + 1,5 * L / (0,8 * H^{1/2}))$$

Donde: S = Superficie de la cuenca en Km² = 5.75 Km²
L = Longitud del Río Principal en Km= 5.36 Km
H = Altitud Media en metros, descontando la cota de origen de la cuenca sobre el punto en estudio = 196.62 m

Tc= 1.57 horas
Tc= 94.27 minutos

Fórmula de TEMEZ

$$Tc = 0,3 * (L/n)^{1/4,0,75}$$

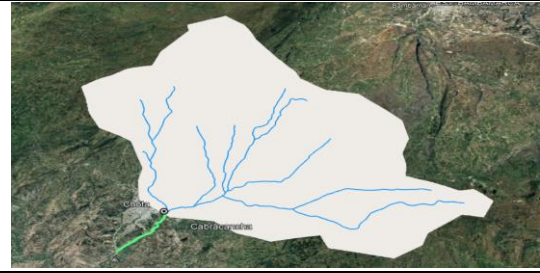
Donde: L = Longitud del cauce principal en Km = 5.36 Km
n = Pendiente media del curso principal = 4.83 %

Tc= 1.86 horas
Tc= 111.85 minutos



PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
SUB CUENCA - DEL RIO SAN MATEO

RESPONSABLE: ERLIN DÍAZ LATORRE
SUB CUENCA: RIO SAN MATEO
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 757699.00 m
Norte: 9274866.00 m



2.12. Coeficiente orográfico (Co)

$$C_o = \frac{H^2}{A}$$

H= Altitud media del relieve 2.447 km
A= área de la cuenca 5.747 km²

Co= 1.0416

2.15 Factor de forma (F)

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

A= Área de la cuenca 5.75 km²
L= Longitud de máximo recorrido 5.36 km

F= 0.200

2.16. Rectángulo equivalente

$$L = \frac{K\sqrt{A}}{1.12} \left[1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K} \right)^2} \right]$$

$$l = \frac{K\sqrt{A}}{1.12} \left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K} \right)^2} \right]$$

Donde: A= área de la cuenca 5.747 km²
kc= coeficiente de Gravelius 1.554
Factor raíz(1-(1.12/k)^2) 0.481

L= 5.63

l= 1.02

CÁLCULO DEL RECTÁNGULO EQUIVALENTE			
Altitudes		Ap	Ap/l
2250	2300	0.47	0.46
2300	2400	1.87	1.83
2400	2500	1.88	1.84
2500	2600	0.75	0.74
2600	2700	0.60	0.59
2700	2800	0.18	0.18



Anexo E. Cálculo de caudales máximos

**PRECIPITACIONES
MICROCUENCA DEL RÍO
CHOTANO**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**

DELIMITACIÓN DE ÁREAS INUNDABLES EN LOS SECTORES 2 Y 5, TRAMO PUENTE CEMENTERIO - PUENTE CHOTA - MICROCUENCA RÍO CHOTANO - CHOTA, 2021

**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
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



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

DELIMITACIÓN DE ÁREAS INUNDABLES EN LOS SECTORES 2 Y 5, TRAMO PUENTE CEMENTERIO - PUENTE CHOTA - MICROCUENCA RÍO CHOTANO - CHOTA, 2021



ESTACIÓN: CHOTA

Ubicación Política:

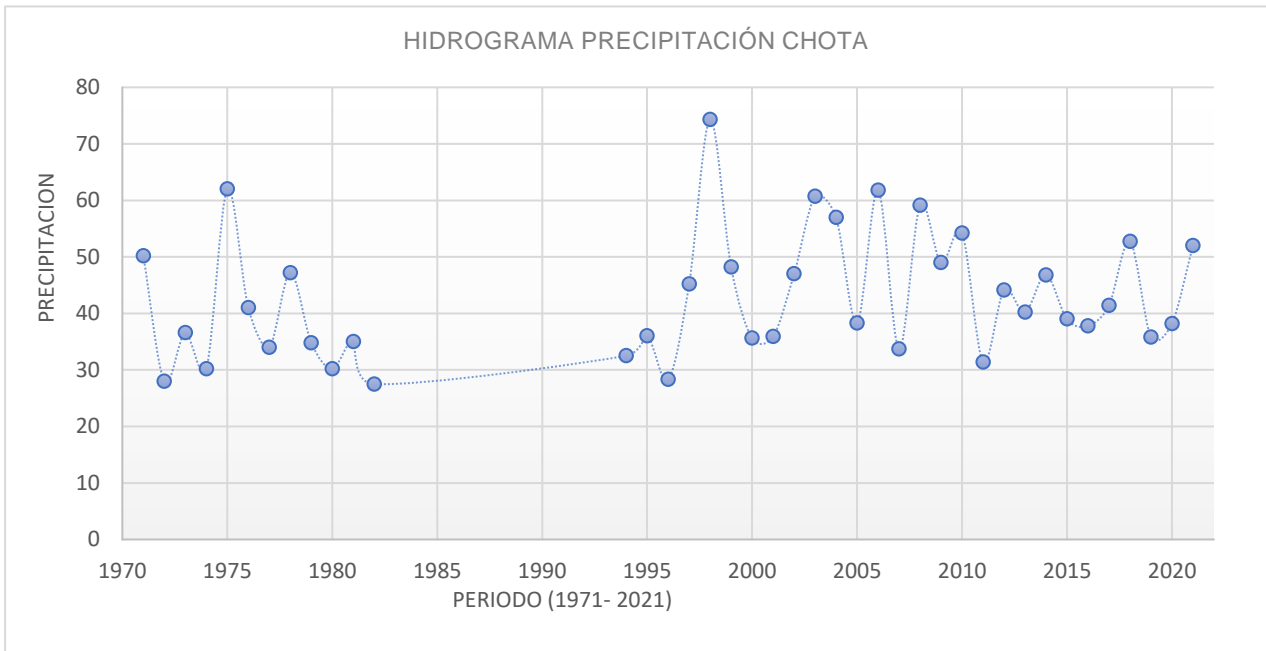
Región : Cajamarca
Distrito : Chota
Periodo : 1971-2021
Provincia : Chota

Ubicación Geográfica:

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

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

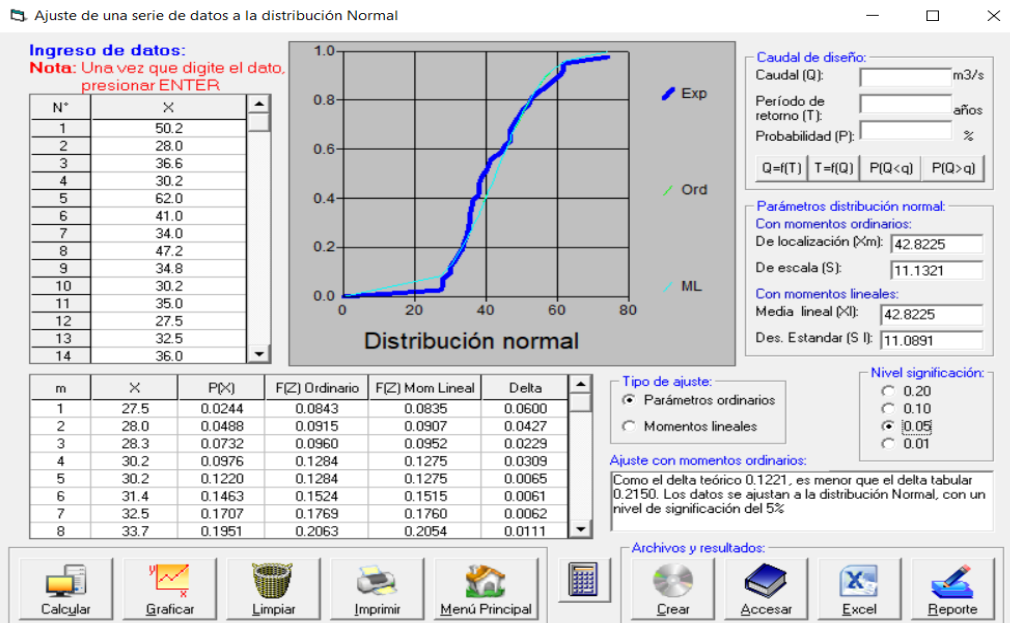
Fuente : elaboración propia





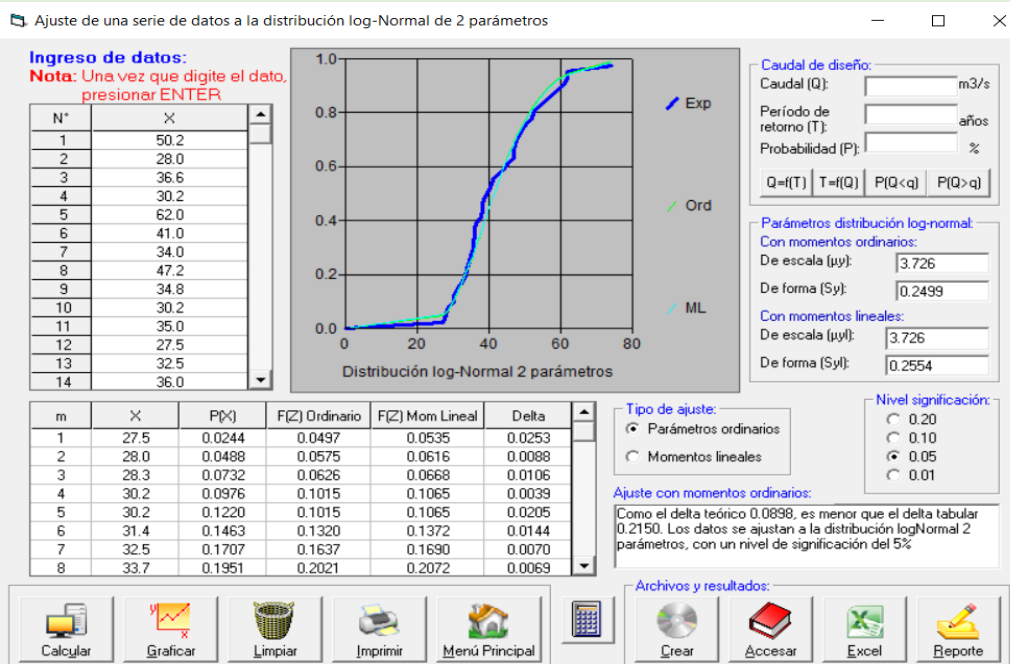
PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE KOLMOGOROV - SMIRNOV (HIDROESTA 2)

a). Prueba de bondad de ajuste Distribución Normal - HDROESTA 2



Se muestra que el delta teorico es 0.1221, menor que el delta tabular 0.2150, los datos se agustan a la distribución Normal, con un nivel de significancia de 5%.

b). Prueba de bondad de ajuste Distribución LogNormal 2 Parametros HIDROESTA 2.



Se muestra que el delta teorico es 0.0898, menor que el delta tabular 0.2150, los datos se agustan distribución log- Normal 2 parámetros, con un nivel de significancia de 5%.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

DELIMITACIÓN DE ÁREAS INUNDABLES EN LOS SECTORES 2 Y 5, TRAMO PUENTE CEMENTERIO - PUENTE CHOTA - MICROCUENCA RÍO CHOTANO - CHOTA, 2021



PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE

a). Prueba de bondad de ajuste KOLMOGOROV-SMIRNOV.

N°	Tiempo de Retorno Tr(años)	HIDROESTA 2	
		Pmax 24Hr (mm) D. Normal	Pmax 24Hr (mm) D. Log. Normal 2P
1	10	57.09	57.18
2	25	62.32	64.30
3	50	65.69	69.36
4	100	68.72	74.24
5	200	71.50	79.02
6	500	74.87	85.22
Delta	Δ Teórico	0.1221	0.0898
	Δ Tabular	0.2150	0.2150

Las precipitaciones de la estación CHOTA, se ajustan a las dos distribuciones, puesto que el delta teórico es menor que el delta tabular

Descripción	HIDROESTA 2	Δ Teórico	Δ Tabular
Distribución	Normal	0.1221	0.2150
	Log. Normal 2P	0.0898	0.2150

Se elige el menor Δ Teórico

0.0898

Elegiremos la distribución Log-Normal 2 Parametros, por tener un Δ Teórico menor, con un nivel de significancia del 5% y una Probabilidad del 95%.

b). Elegir La distribución LogNormal 2P.

RESUMEN P. (mm)/24h

HIDROESTA 2	
T(AÑOS)	LOG NORMAL 2P
10	57.18
25	64.30
50	69.36
100	74.24
200	79.02
500	85.22

Ajuste de una serie de datos a la distribución log-Normal de 2 parámetros

Ingreso de datos:

Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER

N°	X
1	50.2
2	28.0
3	36.6
4	30.2
5	62.0
6	41.0
7	34.0
8	47.2
9	34.8
10	30.2
11	35.0
12	27.5
13	32.5
14	36.0

Distribución log-Normal 2 parámetros

Caudal de diseño:

Caudal (Q): 74.24 m3/s

Período de retorno (T): 100 años

Probabilidad (P): %

Q=(T)
 T=(Q)
 P(Q<q)
 P(Q>q)

Parámetros distribución log-normal:

Con momentos ordinarios:

De escala (μ y): 3.726

De forma (S_y): 0.2499

Con momentos lineales:

De escala (μ yl): 3.726

De forma (S_{yl}): 0.2554

Al procesar las precipitaciones máximas mensuales por el programa Hidroesta, estos datos presentan un mejor ajuste a la distribución log-Normal 2 Parametros.



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 transferencia:

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.

Donde

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

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

(Ortiz, 2016):

Deduciendo la fórmula 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 $P = L^a T^{-a} L^b T^c \implies$ 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 $P = L^{-1} L^{-1} T$

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.





DELIMITACIÓN DE ÁREAS INUNDABLES EN LOS SECTORES 2 Y 5, TRAMO PUENTE CEMENTERIO - PUENTE CHOTA - MICROCUENCA RÍO CHOTANO - CHOTA, 2021



GENERACIÓN DE PRECIPITACIONES PARA LA SUB CUENCA RIO CHOTANO

PARTIREMOS DE LA SIGUIENTE RELACIÓN:

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

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

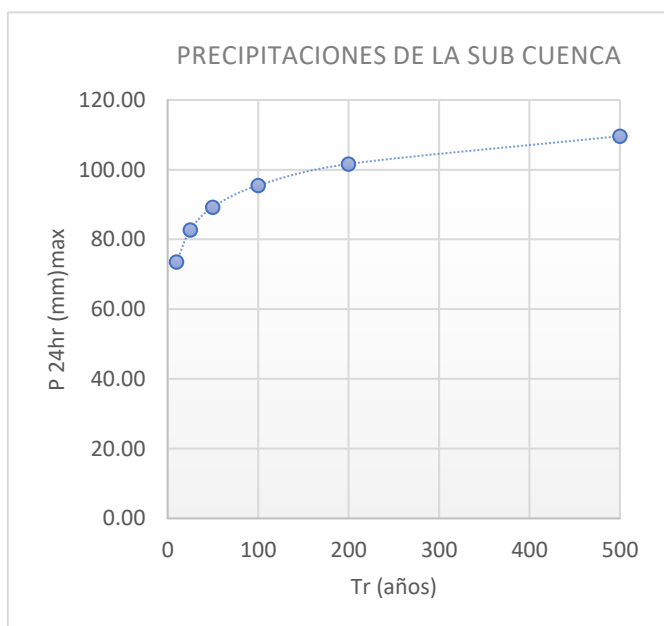
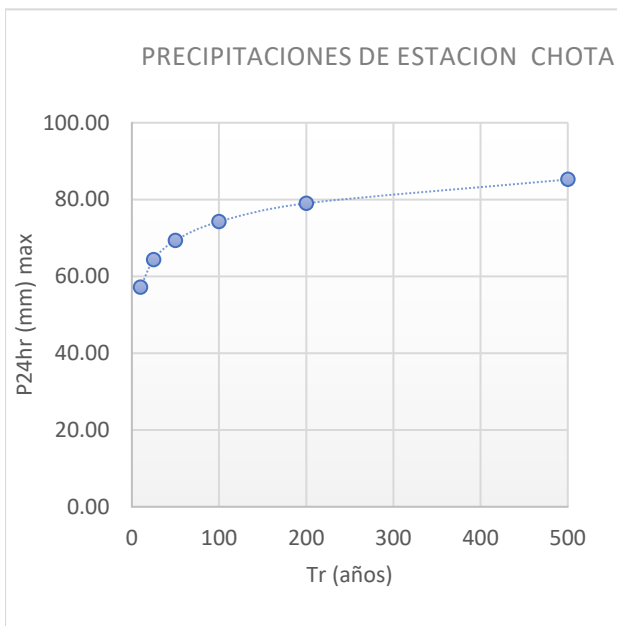
ALTITUD MEDIA DE LA SUB CUENCA = **3174.7** m.s.m.n

PRECIPITACIONES DE ESTACION CHOTA		
Nº	T(AÑO S)	P24hr max
1	10	57.18
2	25	64.30
3	50	69.36
4	100	74.24
5	200	79.02
6	500	85.22

PRECIPITACIONES DE LA SUB CUENCA		
Nº	T(AÑO S)	P24hr max
1	10	73.55
2	25	82.71
3	50	89.22
4	100	95.50
5	200	101.65
6	500	109.62

Para hallar nuestros caudales se trabajara con los tiempos de rotono
 TR=(10,25,50,100) años

Pmax. EN 24 HORAS (mm) = 109.62





CÁLCULO DE LOS CAUDALES MÁXIMOS

Método Racional Modificado

Para realizar el cálculo de los caudales punta se utiliza el Metodo Racional Modificado, al cual se aplica las variaciones propuestas por J.R témez (MTC, 2011)

El limite de aplicación de este metodod es impuesto por el tiempo de concentración (Tc) entre 0.25 y 24 horas, y la superficie de estudio de la cuenca con área menor de 770 km².

Para la aplicación del método se a definido y evaluado los siguientes parametros básicos

a). Características físicas de la sub cuenca:

Área de la Cuenca	126.53	Km ²
Longitud del Curso Principal	13.07	Km
Pendiente del Curso Principal	0.0822	m/m

b). Tiempo de Concentración :

$$t_c = 0.3 \left(\frac{L}{J^{1/4}} \right)^{0.76} = 3.40 \text{ horas}$$

Dónde:

Tc: Tiempo de concentración (horas).

L : Longitud del curso principal (km).

J : Pendiente media del curso principal (m/m).

c). Coeficiente de Uniformidad :

$$K = 1 + \frac{t_c^{1.25}}{t_c^{1.25} + 14} = 1.248$$

Dónde:

Tc: Tiempo de concentración (horas).

c). Coeficiente de Similitud :

$$K_a = 1 - \frac{\log A}{15} = 0.860$$

Dónde:

A : Área de la Cuenca (Km²) .



d). Precipitación máxima corregida de diferentes periodo de retorno sobre la cuenca :

$$P'_d = P_d * K_a =$$

Donde:

Ka : Factor reductor

Pd : Precipitación máxima (mm).

P'd : Precipitación máxima modificada en (mm).

Periodo de Retorno T(años)	Probabilidad de no excedencia (P)	Pmax(mm), en Hidroesta 2, D. log -Normal 2P	P'd .max (mm), Corregidas
10	0.90	73.55	63.24
25	0.96	82.71	71.12
50	0.98	89.22	76.72
100	0.99	95.50	82.11
200	0.995	101.65	87.40
500	0.998	109.62	94.26

e). Intensidad de Precipitación

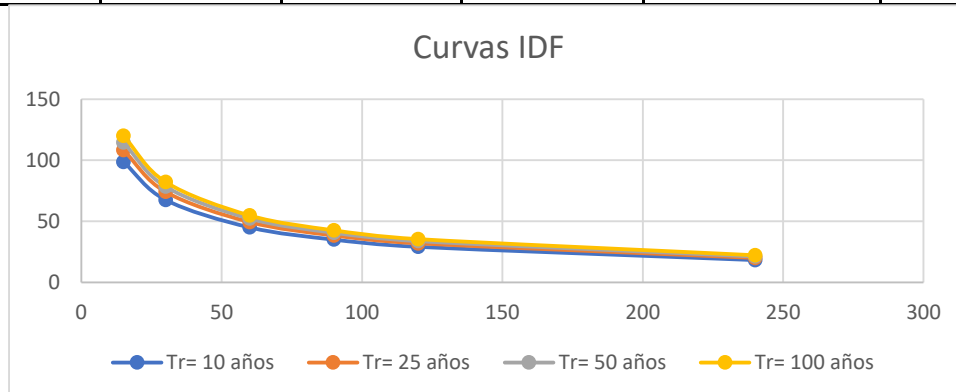
$$I = \frac{P'_d}{24} * (11)^{\frac{28^{0.1} - T_c^{0.1}}{28^{0.1} - 1}}$$

Donde:

P'd : Precipitación máxima modificada en (mm)

Tc: Tiempo de concentración (horas).

Periodo de Retorno T(años)	Intensidades Máximas (mm/h) para Duración en Minutos					
	15. min	30. min	60. min	90. min	120. min	240. min
10	63.547	43.507	28.987	22.555	18.758	11.766
25	71.460	48.924	32.597	25.363	21.094	13.231
50	77.084	52.774	35.162	27.359	22.754	14.272
100	82.507	56.487	37.636	29.284	24.355	15.276
200	87.819	60.124	40.059	31.169	25.923	16.260
500	94.710	64.842	43.202	33.615	27.957	17.536





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

DELIMITACIÓN DE ÁREAS INUNDABLES EN LOS SECTORES 2 Y 5, TRAMO PUENTE CEMENTERIO - PUENTE CHOTA - MICROCUENCA RÍO CHOTANO - CHOTA, 2021



f). Coficiente de escorentia

$$C = \frac{(P_d - P_o) * (P_d + 23 * P_o)}{(P_d + 11 * P_o)^2}$$

Donde:

Pd : Precipitación máxima diaria (mm)

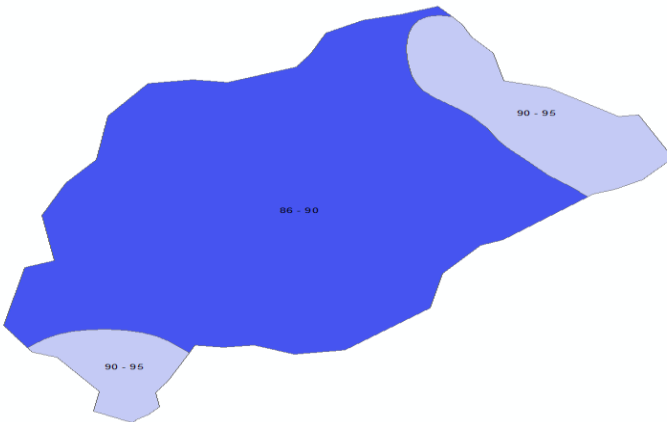
P0 : Umbral de escorentia = $\left(\frac{5000}{CN}\right) - 50$

CN : Número de curva

Intencidades máx para Tc = 3.40 horas

Tr	Imáx
10	13.160
25	14.799
50	15.963
100	17.086
200	18.187
500	19.614

La microcuenca de estudio se encuentra en dos CN



Áreas	CN	Área Km2
A1=	86 - 90	102.23
A2=	90 - 95	7.21
A3=	90 - 95	17.09

Según el (MTC,2014). El A1, A2 y A3

Descripción del uso del suelo

Tierra cultivada:

Sin tratamiento de conservación

Grupo Hidrológico del Suelo

pertenece al tipo (D)

A1=	CN=	86
A2=	CN=	90
A3=	CN=	90

$$CN \text{ prom} = \frac{86 \times 102.23 + 90 \times 7.21 + 90 \times 17.09}{126.53} = 86.8$$

Precipitación máxima diaria (mm) de la estacion.

Pd : 59.10 mm

Coficiente de escorentia	C
Cprom	0.590

Umbral de escorentia

$$P_o = \left(\frac{5000}{CN}\right) - 50 = 7.62$$

g). Caudales para diferentes tiempos de retorno

Donde:

Q= Caudal para un periodo de retorno (m3/s)

C= Coficiente de escorentia

I= Imax horaria (mm/h)

A= Área de la cuenca en (Km2)

K= Coficiente de uniformidad

$$Q = \frac{CIA}{3.6} K =$$

Tr	Q (m3/s)
10	340.86
25	383.30
50	413.47
100	442.56
200	471.05
500	508.01

**PRECIPITACIONES
QUEBRADAS APORTANTES**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**

DELIMITACIÓN DE ÁREAS INUNDABLES EN LOS SECTORES 2 Y 5, TRAMO PUENTE CEMENTERIO - PUENTE CHOTA - MICROCUENCA RÍO CHOTANO - CHOTA, 2021

**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
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



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

DELIMITACIÓN DE ÁREAS INUNDABLES EN LOS SECTORES 2 Y 5, TRAMO PUENTE CEMENTERIO - PUENTE CHOTA - MICROCUENCA RÍO CHOTANO - CHOTA, 2021



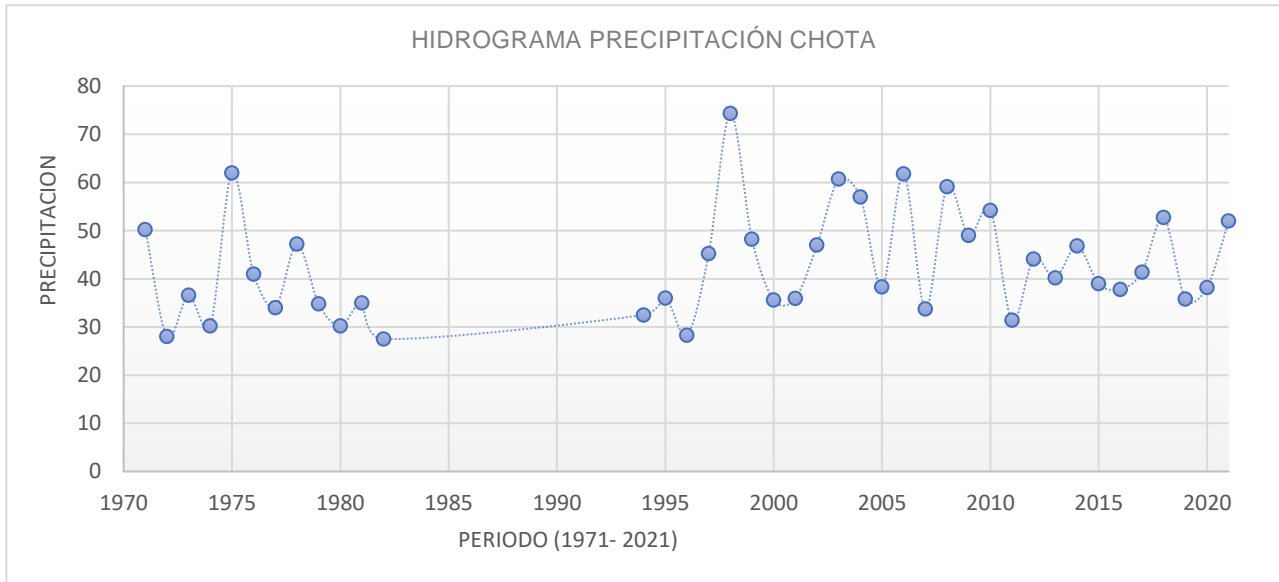
ESTACIÓN: CHOTA

Ubicación Política:

Región : Cajamarca
Distrito : Chota
Periodo : 1971-2021
Provincia : Chota
Fuente : elaboración propia

Ubicación Geográfica:

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





PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE KOLMOGOROV - SMIRNOV (HIDROESTA 2)

a). Prueba de bondad de ajuste Distribución Normal - HDROESTA 2

Ajuste de una serie de datos a la distribución Normal

Ingreso de datos:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER

N*	X
1	50.2
2	28.0
3	36.6
4	30.2
5	62.0
6	41.0
7	34.0
8	47.2
9	34.8
10	30.2
11	35.0
12	27.5
13	32.5
14	36.0

Parámetros distribución normal:
Con momentos ordinarios:
De localización (μ): 42.8225
De escala (S): 11.1321
Con momentos lineales:
Media lineal (\bar{x}): 42.8225
Des. Estandar (S): 11.0891

m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta
1	27.5	0.0244	0.0843	0.0835	0.0600
2	28.0	0.0488	0.0915	0.0907	0.0427
3	28.3	0.0732	0.0960	0.0952	0.0229
4	30.2	0.0976	0.1284	0.1275	0.0309
5	30.2	0.1220	0.1284	0.1275	0.0065
6	31.4	0.1463	0.1524	0.1515	0.0061
7	32.5	0.1707	0.1769	0.1760	0.0062
8	33.7	0.1951	0.2063	0.2054	0.0111

Tipo de ajuste:
 Parámetros ordinarios
 Momentos lineales

Nivel significación:
 0.20
 0.10
 0.05
 0.01

Ajuste con momentos ordinarios:
Como el delta teórico 0.1221, es menor que el delta tabular 0.2150. Los datos se ajustan a la distribución Normal, con un nivel de significación del 5%

Archivos y resultados:
Calcular, Graficar, Limpiar, Imprimir, Menú Principal, Crear, Accesar, Excel, Reporte

Se muestra que el delta teorico es 0.1221, menor que el delta tabular 0.2150, los datos se agustan a la distribución Normal, con un nivel de significancia de 5%.

b). Prueba de bondad de ajuste Distribución Log - Normal 2 Parametros HIDROESTA 2.

Ajuste de una serie de datos a la distribución log-Normal de 2 parámetros

Ingreso de datos:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER

N*	X
1	50.2
2	28.0
3	36.6
4	30.2
5	62.0
6	41.0
7	34.0
8	47.2
9	34.8
10	30.2
11	35.0
12	27.5
13	32.5
14	36.0

Parámetros distribución log-normal:
Con momentos ordinarios:
De escala (μy): 3.726
De forma ($S y$): 0.2499
Con momentos lineales:
De escala ($\mu y l$): 3.726
De forma ($S y l$): 0.2554

m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta
1	27.5	0.0244	0.0497	0.0535	0.0253
2	28.0	0.0488	0.0575	0.0616	0.0088
3	28.3	0.0732	0.0626	0.0668	0.0106
4	30.2	0.0976	0.1015	0.1065	0.0039
5	30.2	0.1220	0.1015	0.1065	0.0205
6	31.4	0.1463	0.1320	0.1372	0.0144
7	32.5	0.1707	0.1637	0.1690	0.0070
8	33.7	0.1951	0.2021	0.2072	0.0069

Tipo de ajuste:
 Parámetros ordinarios
 Momentos lineales

Nivel significación:
 0.20
 0.10
 0.05
 0.01

Ajuste con momentos ordinarios:
Como el delta teórico 0.0898, es menor que el delta tabular 0.2150. Los datos se ajustan a la distribución log-Normal 2 parámetros, con un nivel de significación del 5%

Archivos y resultados:
Calcular, Graficar, Limpiar, Imprimir, Menú Principal, Crear, Accesar, Excel, Reporte

Se muestra que el delta teorico es 0.0898, menor que el delta tabular 0.2150, los datos se agustan distribución log- Normal 2 parámetros, con un nivel de significancia de 5%.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

DELIMITACIÓN DE ÁREAS INUNDABLES EN LOS SECTORES 2 Y 5, TRAMO PUENTE CEMENTERIO - PUENTE CHOTA - MICROCUENCA RÍO CHOTANO - CHOTA, 2021



PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE

a). Prueba de bondad de ajuste KOLMOGOROV-SMIRNOV.

		HIDROESTA 2	
N°	Tiempo de Retorno Tr(años)	Pmax 24Hr (mm) D. Normal	Pmax 24Hr (mm) D. Log Normal 2 P
1	10	57.09	57.18
2	25	62.32	64.3
3	50	65.69	69.36
4	100	68.72	74.24
5	200	71.5	79.02
6	500	74.87	85.22
Delta	Δ Teórico	0.1221	0.0898
	Δ Tabular	0.2150	0.2150

Las precipitaciones de la estación CHOTA, se ajustan a las dos distribuciones, puesto que el delta teórico es menor que el delta tabular

Descripción	HIDROESTA 2	Δ Teórico	Δ Tabular
Distribución	Normal	0.1221	0.2150
	Log - Normal 2 Parámetros	0.0898	0.2150

Se elige el menor Δ Teórico

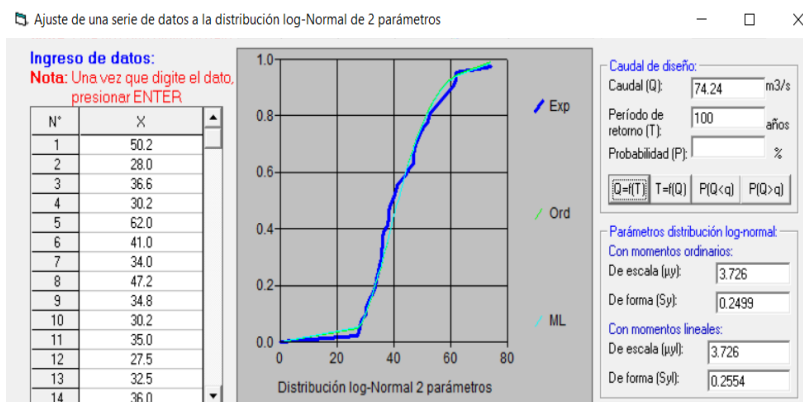
0.0898

Elegiremos la distribución Log-Normal 2 Parametros, por tener un Δ Teórico menor, con un nivel de significancia del 5% y una Probabilidad del 95%.

b). Elegir La distribución Normal.

RESUMEN P. (mm)/24h

HIDROESTA 2	
T(AÑOS)	LOG NORMAL 2P
10	57.18
25	64.30
50	69.36
100	74.24
200	79.02
500	85.22



Al procesar las precipitaciones máximas mensuales por el programa Hidroesta, estos datos presentan un mejor ajuste a la distribución log-Normal 2 Parametros.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

DELIMITACIÓN DE ÁREAS INUNDABLES EN LOS SECTORES 2 Y 5, TRAMO PUENTE CEMENTERIO - PUENTE CHOTA - MICROCUENCA RÍO CHOTANO - CHOTA, 2021



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 transferencia: Para características de precipitación

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

Donde
 He = Escala de altitudes.
 Id = Intensidad de precipitación en la cuenca destino.
 Io = Intensidad 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 $P = L^{a+b} T^{-a+c}$ \longrightarrow Entonces $L^0 T^0 = L^{a+b} T^{-a+c}$ $0 = a + b \dots\dots(1)$
 $0 = -a + c \dots\dots (2)$

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

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

Remplazando de analisis 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]

Formula 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
 DELIMITACIÓN DE ÁREAS INUNDABLES EN LOS SECTORES 2 Y 5, TRAMO PUENTE
 CEMENTERIO - PUENTE CHOTA - MICROCUENCA RÍO CHOTANO - CHOTA, 2021



GENERACIÓN DE PRECIPITACIONES PARA LAS MICROCUENCAS

INICIAREMOS DE LA SIGUIENTE RELACIÓN:

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

PRECIPITACIONES PARA LA MICROCUENCA N°1

Altitud de la Estación Chota = **2468** m.s.m.n

Altitud de la Microcuenca N°1 = **2840.4** m.s.m.n

Precipitaciones de Est. Chota		
N°	T(AÑO S)	P24hr max
1	10	57.18
2	25	64.30
3	50	69.36
4	100	74.24
5	200	79.02
6	500	85.22

Precipitaciones de Microcuenca N°1		
N°	T(AÑO S)	P24hr max
1	10	65.81
2	25	74.00
3	50	79.83
4	100	85.44
5	200	90.94
6	500	98.08

Para hallar nuestros caudales se trabajara con las precipitaciones de los tiempos de rotono
 TR=(10,15,25,50,75,100) años

Pmax. EN 24 HORAS (mm) = 98.08

PRECIPITACIONES PARA LA MICROCUENCA N°2

Altitud de la Estación Chota = **2468** m.s.m.n

Altitud de la Microcuenca N°2 = **2755.2** m.s.m.n

Precipitaciones de Est. Chota		
N°	T(AÑO S)	P24hr max
2	10	57.18
3	25	64.30
4	50	69.36
5	100	74.24
6	200	79.02
7	500	85.22

Precipitaciones de Microcuenca N°2		
N°	T(AÑO S)	P24hr max
2	10	63.83
3	25	71.78
4	50	77.43
5	100	82.88
6	200	88.22
7	500	95.14

Para hallar nuestros caudales se trabajara con las precipitaciones de los tiempos de rotono
 TR=(10,15,25,50,75,100) años

Pmax. EN 24 HORAS (mm) = 95.14



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
 DELIMITACIÓN DE ÁREAS INUNDABLES EN LOS SECTORES 2 Y 5, TRAMO PUENTE
 CEMENTERIO - PUENTE CHOTA - MICROCUENCA RÍO CHOTANO - CHOTA, 2021



GENERACIÓN DE PRECIPITACIONES PARA LAAS MICROCUENCAS

PARTIREMOS DE LA SIGUENTE RELACIÓN:

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

PRECIPITACIONES PARA LA MICROCUENCA N°3

Altitud de la Estación Chota = **2468** m.s.m.n

Altitud de la Microcuena N°3 = **2446.6** m.s.m.n

Precipitaciones de Est. Chota		
N°	T(AÑO S)	P24hr max
2	10	57.18
3	25	64.3
4	50	69.36
5	100	74.24
6	200	79.02
7	500	85.22

Precipitaciones de Microcuena N°3		
N°	T(AÑO S)	P24hr max
2	10	56.68
3	25	63.74
4	50	68.76
5	100	73.60
6	200	78.34
7	500	84.48

Para hallar nuestros caudales se trabajara con las precipitaciones de los tiempos de rotono

TR=(10,15,25,50,75,100) años

Pmax. EN 24 HORAS (mm) = 84.48



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
 DELIMITACIÓN DE ÁREAS INUNDABLES EN LOS SECTORES 2 Y 5, TRAMO PUENTE
 CEMENTERIO - PUENTE CHOTA - MICROCUENCA RÍO CHOTANO - CHOTA, 2021



CÁLCULO DE LOS CAUDALES MÁXIMOS CUENCA N°1

Método Racional con Dyck y Peschke

Para realizar el cálculo de los caudales punta se utiliza el Metodo Racional, se aplicara hasta áreas de drenaje no mayores a 13 km² (RNE, 2015)

a) Precipitaciones máximas para diferentes periodos de retorno.

RESUMEN P. (mm)/24h		
N°	T(años)	P.max
1	10	65.81
2	25	74.00
3	50	79.83
4	100	85.44
5	200	90.94
6	500	98.08

B) Utilizando la formula de Dyck y Peschke

Cálculo de las intesidades máximas

Calcular la ecuación de Imáx a partir de datos máx diarios utilizando el criterio de Grobe, conocido como de Dyck y P...

Ingreso de datos y cálculo ecuación Imax

Ingreso de datos:
 Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER

N°	X
1	65.81
2	74.0
3	79.83
4	85.44
5	90.94
6	98.08
[>]	

Calcular Imáx de diseño:

Período de retorno (T): años

Duración (D): min

Imáx mm/hr

Resultados y gráfico Imax-D-T

P24h	20 min	30 min	60 min	120 min	180 min	240 min
65.81	22.59	25.00	29.73	35.36	39.13	42.05
74	25.40	28.11	33.43	39.76	44.00	47.28
79.83	27.41	30.33	36.07	42.89	47.47	51.01
85.44	29.33	32.46	38.60	45.91	50.80	54.59
90.94	31.22	34.55	41.09	48.86	54.07	58.11
98.08	33.67	37.26	44.31	52.70	58.32	62.67

Año	20 min	30 min	60 min	120 min	180 min	240 min
1	67.78	50.00	29.73	17.68	13.04	10.51
2	76.21	56.23	33.43	19.88	14.67	11.82
3	82.22	60.66	36.07	21.45	15.82	12.75
4	87.99	64.92	38.60	22.95	16.93	13.65
5	93.66	69.10	41.09	24.43	18.02	14.53
6	101.01	74.52	44.31	26.35	19.44	15.67

T año	20 min	30 min	60 min	120 min	180 min	240 min
7.00	101.01	74.52	44.31	26.35	19.44	15.67
3.50	93.66	69.10	41.09	24.43	18.02	14.53
2.33	87.99	64.92	38.60	22.95	16.93	13.65
1.75	82.22	60.66	36.07	21.45	15.82	12.75
1.40	76.21	56.23	33.43	19.88	14.67	11.82
1.17	67.78	50.00	29.73	17.68	13.04	10.51

Ecuación	R	R^2	Se
Imáx = 667.8447*T^(0.2056)*D^(-0.7500)	0.9981	0.9961	2.0595

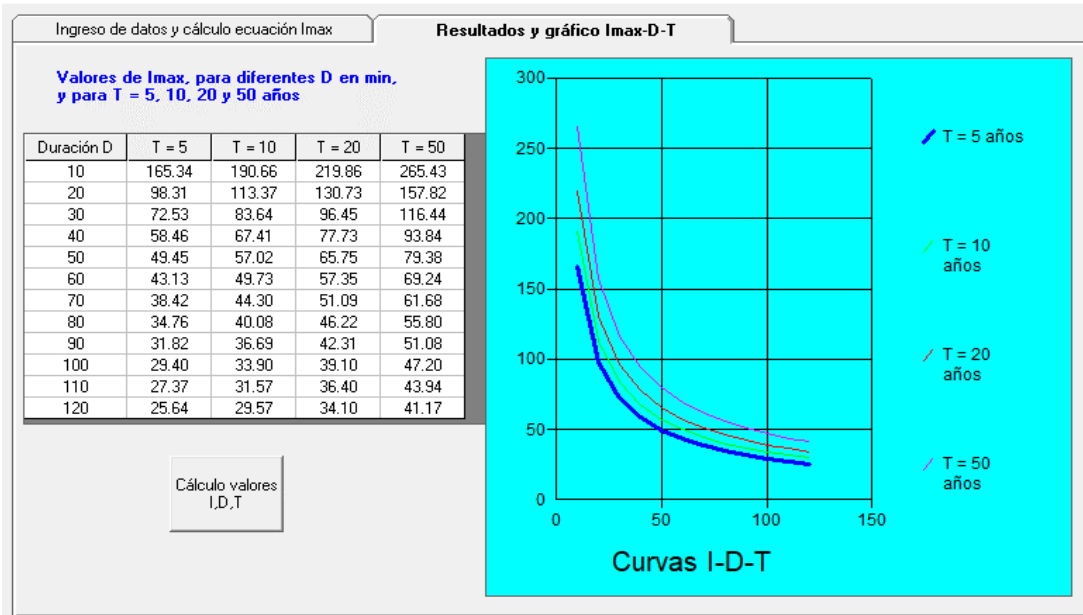
Ajuste:

- A.- Cada precipitación máxima en 24 horas su duración en minutos (20, 30, 60, 120, 180, 240) min.
- B.- Representa las intensidades máximas obtenidas cada (20, 30, 60, 120, 180, 240) min.
- C.- Intensidades máximas ordenadas de mayor a menor.

B) Graficando las IDF

Las curvas de Intensidad – Duración -Tiempo

Calcular la ecuación de Imáx a partir de datos máx diarios utilizando el criterio de Grobe, conocido como de Dyck y P...



Intensidades máximas en función de la duración en minuto y también en función del periodo de retorno.

C) Intensidades Máximas para Diferentes Tiempos de Retorno.

Se trabajara con la ecuacion calculada en el Programa Hidroesta 2.

$$I = \frac{667.8447 \times T^{0.2056}}{D^{0.7500}}$$

Donde:

T = Periodo de retorno.

D = Duracion en "min"

Tiempo de concentracion (Tc), es igual a duracion (D):

Fórmula de TEMEZ

TC =

81.04 min

TR (AÑOS)		
Nº	TR(años)	Imáx
1	10	39.70
2	25	47.93
3	50	55.27
4	100	63.73
5	200	73.49
6	500	88.73

D) Coeficiente de escorrentía.

Cobertura vegetal	Tipo de suelo	Pendiente del terreno					Datos de la Microcuenca
		>50%	>20%	>5%	>1%	<1%	
Sin vegetación	Impermeable	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60	pendiente : 27.14%
	Semipermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50	
	Permeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30	
Cultivos	Impermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50	Coeficiente de escorrentia.
	Semipermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40	
	Permeable	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20	
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45	Hierba, Grama 0.45 Bosque, Densa 0.4
	Semipermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35	
	Permeable	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15	
Hierba, grama	Impermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40	Cpro= C 0.43
	Semipermeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30	
	Permeable	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10	
Bosques, densa vegetación	Impermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35	
	Semipermeable	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25	
	Permeable	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05	

Fuente: (MTC,2014).

D) Caudal máximo para diferentes periodo de retorno.

Utilizaremos la fórmula:

$$Q = C \cdot I \cdot A$$

donde:

Tr = 50 años

Tc = 81.04 minutos

Q = caudal en m³/seg.

C = coeficiente de escorrentía

A = Área de la cuenca (Km²)

I = Intensidad Máxima (mm/hora)

0.43

5.90

Km²

55.27

mm/hora

Q = 38.49 m³/seg

Caudales para diferentes tiempos de retorno..

Tr	Q (m3/s)
10	27.65
25	33.38
50	38.49
100	44.39
200	51.19
500	61.80



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
 DELIMITACIÓN DE ÁREAS INUNDABLES EN LOS SECTORES 2 Y 5, TRAMO PUENTE
 CEMENTERIO - PUENTE CHOTA - MICROCUENCA RÍO CHOTANO - CHOTA, 2021



CÁLCULO DE LOS CAUDALES MÁXIMOS CUENCA N°2

Método Racional con Dyck y Peschke

Para realizar el cálculo de los caudales punta se utiliza el Metodo Racional, se aplicara hasta áreas de drenaje no mayores a 13 km² (RNE, 2015)

a) Precipitaciones máximas para diferentes periodos de retorno.

RESUMEN P. (mm)/24h		
N°	T(años)	P.max
1	10	63.83
2	25	71.78
3	50	77.43
4	100	82.88
5	200	88.22
6	500	95.14

B) Utilizando la formula de Dyck y Peschke

Cálculo de las intesidades máximas

Calcular la ecuación de Imáx a partir de datos máx diarios utilizando el criterio de Grobe, conocido como de Dyck y Peschke

Ingreso de datos y cálculo ecuación Imax

Ingreso de datos:
 Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER

N°	X
1	63.83
2	71.78
3	77.43
4	82.88
5	88.22
6	95.14
[>]	

Calcular Imáx de diseño:

Período de retorno (T): años

Duración (D): min

Imáx: mm/hr

Resultados y gráfico Imax-D-T

P24h	20 min	30 min	60 min	120 min	180 min	240 min
63.83	21.91	24.25	28.84	34.29	37.95	40.78
71.78	24.64	27.27	32.43	38.57	42.68	45.86
77.43	26.58	29.42	34.98	41.60	46.04	49.47
82.88	28.45	31.49	37.45	44.53	49.28	52.96
88.22	30.29	33.52	39.86	47.40	52.46	56.37
95.14	32.66	36.15	42.98	51.12	56.57	60.79

Año	20 min	30 min	60 min	120 min	180 min	240 min
1	65.74	48.50	28.84	17.15	12.65	10.20
2	73.93	54.54	32.43	19.28	14.23	11.47
3	79.74	58.83	34.98	20.80	15.35	12.37
4	85.36	62.98	37.45	22.27	16.43	13.24
5	90.86	67.03	39.86	23.70	17.49	14.09
6	97.98	72.29	42.98	25.56	18.86	15.20

T año	20 min	30 min	60 min	120 min	180 min	240 min
7.00	97.98	72.29	42.98	25.56	18.86	15.20
3.50	90.86	67.03	39.86	23.70	17.49	14.09
2.33	85.36	62.98	37.45	22.27	16.43	13.24
1.75	79.74	58.83	34.98	20.80	15.35	12.37
1.40	73.93	54.54	32.43	19.28	14.23	11.47
1.17	65.74	48.50	28.84	17.15	12.65	10.20

Ecuación	R	R^2	Se
Imáx = 647.7729 * T^(0.2056) * D^(-0.7500)	0.9981	0.9961	1.9992

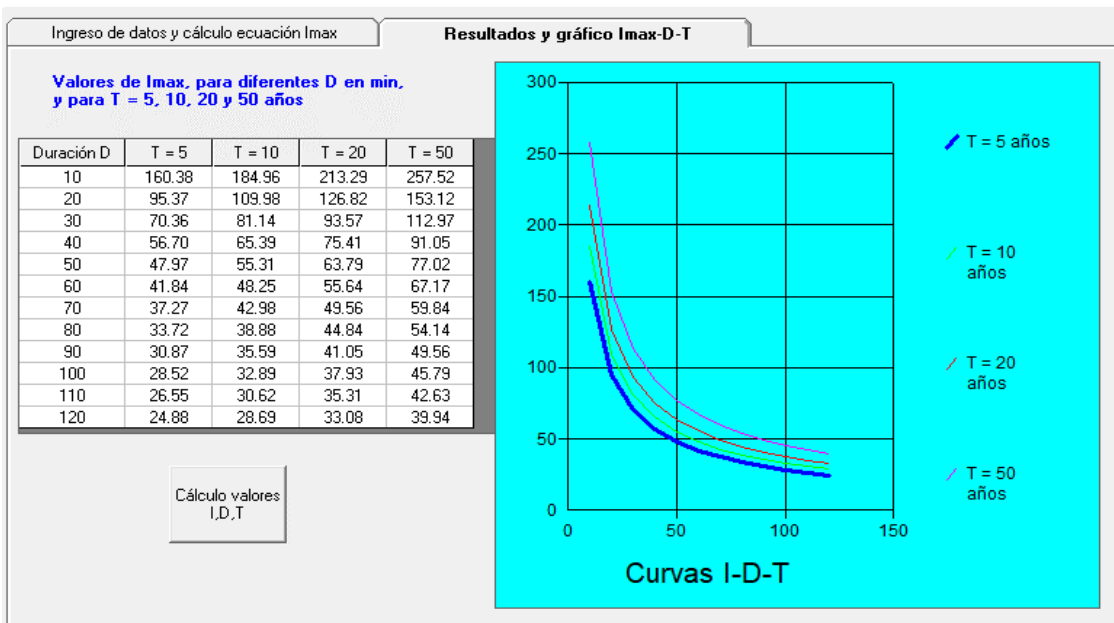
Ajuste:

- A.- Cada precipitación máxima en 24 horas su duración en minutos (20, 30, 60, 120, 180, 240) min.
- B.- Representa las intensidades máximas obtenidas cada (20, 30, 60, 120, 180, 240) min.
- C.- Intensidades máximas ordenadas de mayor a menor.

B) Graficando las IDF

Las curvas de Intensidad – Duración -Tiempo

Calcular la ecuación de Imáx a partir de datos máx diarios utilizando el criterio de Grobe, conocido como de Dyck y Peschke



Intensidades máximas en función de la duración en minuto y también en función del periodo de retorno.

C)Intencidades Máximas para Diferentes Tiempos de Retorno.

Se trabajara con la ecuacion calculada en el Programa Hidroesta 2.

$$I = \frac{647.7729 \times T^{0.2056}}{D^{0.7500}}$$

Donde:

T = Periodo de retorno.

D = Duracion en "min"

Tiempo de concentracion (Tc), es igual a duracion (D):

Fórmula de TEMEZ

TC=

90.98 min

TR (AÑOS)		
Nº	TR(años)	Imáx
1	10	35.30
2	25	42.62
3	50	49.15
4	100	56.68
5	200	65.36
6	500	78.91

D) Coeficiente de escorrentía.

Cobertura vegetal	Tipo de suelo	Pendiente del terreno					Datos de la Microcuenca
		>50%	>20%	>5%	>1%	<1%	
Sin vegetación	Impermeable	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60	pendiente : 24.16%
	Semipermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50	
	Permeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30	
Cultivos	Impermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50	Coeficiente de escorrentia.
	Semipermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40	
	Permeable	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20	
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45	Cultivos 0.55
	Semipermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35	Hierba, Grama 0.45
	Permeable	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15	Bosque, Densa 0.4
Hierba, grama	Impermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40	Cpro= C 0.47
	Semipermeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30	
	Permeable	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10	
Bosques, densa vegetación	Impermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35	
	Semipermeable	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25	
	Permeable	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05	

Fuente: (MTC,2014).

D) Caudal máximo para diferentes periodo de retorno.

Utilizaremos la fórmula:

$$Q = C \cdot I \cdot A$$

donde:

Tr = 50 años

Tc = 90.98 minutos

Q = caudal en m³/seg.

C = coeficiente de escorrentía

A = Área de la cuenca (Km²)

I = Intensidad Máxima (mm/hora)

0.47

4.22

Km²

49.15

mm/hora

Q = 26.89 m³/seg

Caudales para diferentes tiempos de retorno..

Tr	Q (m3/s)
10	19.31
25	23.32
50	26.89
100	31.00
200	35.75
500	43.17



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
 DELIMITACIÓN DE ÁREAS INUNDABLES EN LOS SECTORES 2 Y 5, TRAMO PUENTE
 CEMENTERIO - PUENTE CHOTA - MICROCUENCA RÍO CHOTANO - CHOTA, 2021



CÁLCULO DE LOS CAUDALES MÁXIMOS CUENCA N°3

Método Racional con Dyck y Peschke

Para realizar el cálculo de los caudales punta se utiliza el Metodo Racional, se aplicara hasta áreas de drenaje no mayores a 13 km² (RNE, 2015)

a) Precipitaciones máximas para diferentes periodos de retorno.

RESUMEN P. (mm)/24h		
N°	T(años)	P.max
1	10	56.68
2	25	63.74
3	50	68.76
4	100	73.60
5	200	78.34
6	500	84.48

B) Utilizando la formula de Dyck y Peschke

Cálculo de las intesidades máximas

Calcular la ecuación de Imáx a partir de datos máx diarios utilizando el criterio de Grobe, conocido como de Dyck y P...

Ingreso de datos y cálculo ecuación Imax Resultados y gráfico Imax-D-T

Ingreso de datos:
 Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER.

N°	X
1	56.68
2	63.74
3	68.76
4	73.6
5	78.34
6	84.48
[>]	

P24h	20 min	30 min	60 min	120 min	180 min	240 min
56.68	19.46	21.53	25.61	30.45	33.70	36.22
63.74	21.88	24.22	28.80	34.25	37.90	40.73
68.76	23.60	26.12	31.07	36.94	40.88	43.93
73.6	25.27	27.96	33.25	39.54	43.76	47.03
78.34	26.89	29.76	35.39	42.09	46.58	50.05
84.48	29.00	32.10	38.17	45.39	50.23	53.98

Año	20 min	30 min	60 min	120 min	180 min	240 min
1	58.37	43.07	25.61	15.23	11.23	9.05
2	65.64	48.43	28.80	17.12	12.63	10.18
3	70.81	52.25	31.07	18.47	13.63	10.98
4	75.80	55.92	33.25	19.77	14.59	11.76
5	80.68	59.53	35.39	21.05	15.53	12.51
6	87.00	64.19	38.17	22.69	16.74	13.49

T año	20 min	30 min	60 min	120 min	180 min	240 min
7.00	87.00	64.19	38.17	22.69	16.74	13.49
3.50	80.68	59.53	35.39	21.05	15.53	12.51
2.33	75.80	55.92	33.25	19.77	14.59	11.76
1.75	70.81	52.25	31.07	18.47	13.63	10.98
1.40	65.64	48.43	28.80	17.12	12.63	10.18
1.17	58.37	43.07	25.61	15.23	11.23	9.05

Calcular Imáx de diseño:

Período de retorno (T): años

Duración (D): min

Imáx mm/hr

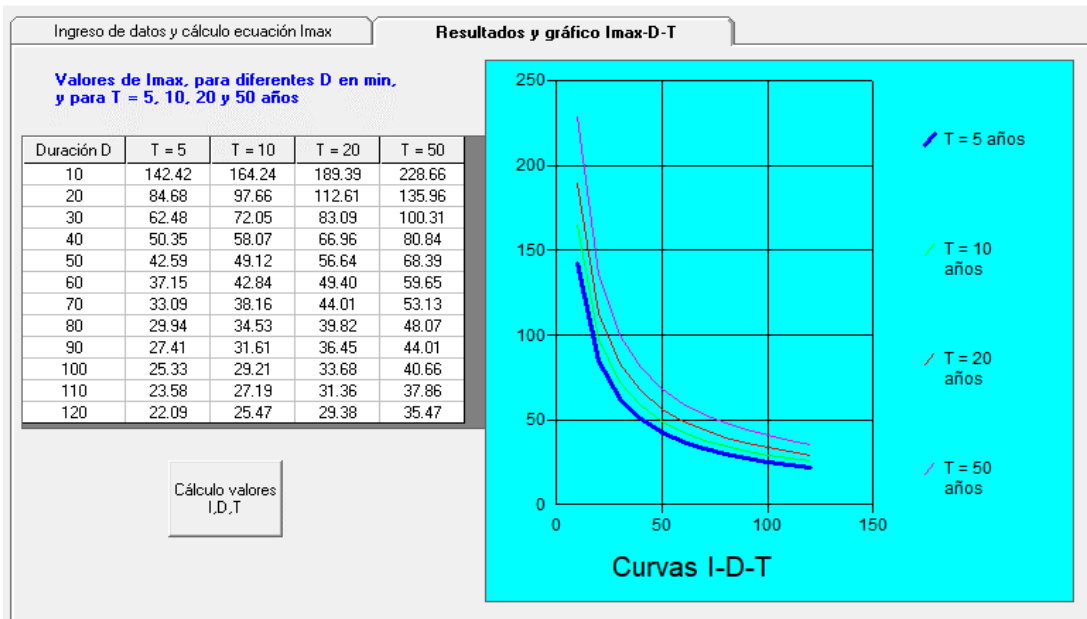
Ecuación	R	R ²	Se
Ajuste: $Imáx = 575.2316 * T^{(0.2056)} * D^{(-0.7500)}$	0.9981	0.9961	1.7763

- A.- Cada precipitación máxima en 24 horas su duración en minutos (20, 30, 60, 120, 180, 240) min.
- B.- Representa las intensidades máximas obtenidas cada (20, 30, 60, 120, 180, 240) min.
- C.- Intensidades máximas ordenadas de mayor a menor.

B) Graficando las IDF

Las curvas de Intensidad – Duración -Tiempo

Calcular la ecuación de Imáx a partir de datos máx diarios utilizando el criterio de Grobe, conocido como de Dyck y P...



Intensidades máximas en función de la duración en minuto y también en función del periodo de retorno.

C) Intensidades Máximas para Diferentes Tiempos de Retorno.

Se trabajara con la ecuacion calculada en el Programa Hidroesta 2.

$$I = \frac{575.2316 \times T^{0.2656}}{D^{0.7500}}$$

Donde:

T = Periodo de retorno.

D = Duracion en "min"

Tiempo de concentracion (Tc), es igual a duracion (D):

Fórmula de TEMEZ

TC =

111.85 min

TR (AÑOS)		
Nº	TR(años)	Imáx
1	10	26.85
2	25	32.42
3	50	37.38
4	100	43.11
5	200	49.71
6	500	60.02

D) Coeficiente de escorrentía.

Cobertura vegetal	Tipo de suelo	Pendiente del terreno					Datos de la Microcuenca
		>50%	>20%	>5%	>1%	<1%	
Sin vegetación	Impermeable	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60	pendiente : 19.38%
	Semipermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50	
	Permeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30	
Cultivos	Impermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50	Coeficiente de escorrentia.
	Semipermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40	
	Permeable	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20	
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45	Cultivos 0.60 pastos 0.55
	Semipermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35	
	Permeable	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15	
Hierba, grama	Impermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40	Cpro= C 0.58
	Semipermeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30	
	Permeable	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10	
Bosques, densa vegetación	Impermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35	
	Semipermeable	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25	
	Permeable	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05	

Fuente: (MTC,2014).

D) Caudal máximo para diferentes periodo de retorno.

Utilizaremos la fórmula:

$$Q = C \cdot I \cdot A$$

donde:

Tr = 50 años

Tc = 111.85 minutos

Q = caudal en m³/seg.

C = coeficiente de escorrentía

A = Área de la cuenca (Km²)

I = Intensidad Máxima (mm/hora)

0.58

5.75

Km²

37.38

mm/hora

Q = 34.33 m³/seg

Caudales para diferentes tiempos de retorno..

Tr	Q (m3/s)
10	24.66
25	29.77
50	34.33
100	39.59
200	45.66
500	55.12

Anexo F. Certificados de calibración

CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD

Otorgado A:

N° II-0001/22

RAFAEL INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.
RUC: 20605422269

DATOS DEL EQUIPO: GPS DIFERENCIAL MARCA CHCNAV i90

CERTIFICA: QUE EL GPS BASE Y ROVER

Se encuentran 100% operativos.

RECEPTOR (Base) SERIE N° 3292243

Revisión de conectores, verificación Funcionamiento y puertos de comunicación, revisión, recepción de satélites, revisión de niveles de recepción de satélites, verificación de firmware receptor, comprobación inicialización Base.

RECEPTOR (Rover) SERIE N° 3292235

Revisión de conectores, verificación Funcionamiento y puertos de comunicación, revisión, recepción de satélites, revisión de niveles de recepción de satélites, verificación de firmware receptor, comprobación inicialización Rover, verificación funcionamiento RTK.

COLECTORA DE DATOS MOD. HCE320 SERIE N° 300900133

Revisión general, Parámetros de transferencia software y hardware y conexiones.

- Nota: INVERSIONES ISIDEC S.A.C., no se responsabiliza por desajustes y/o descalibraciones en los equipos causados por un inadecuado transporte del mismo.

Fecha de Revisión: 01 de julio de 2022

Fecha de Vencimiento: 01 de julio de 2023



INVERSIONES ISIDEC SAC.
Josué Ispilco Infante
GERENTE GENERAL



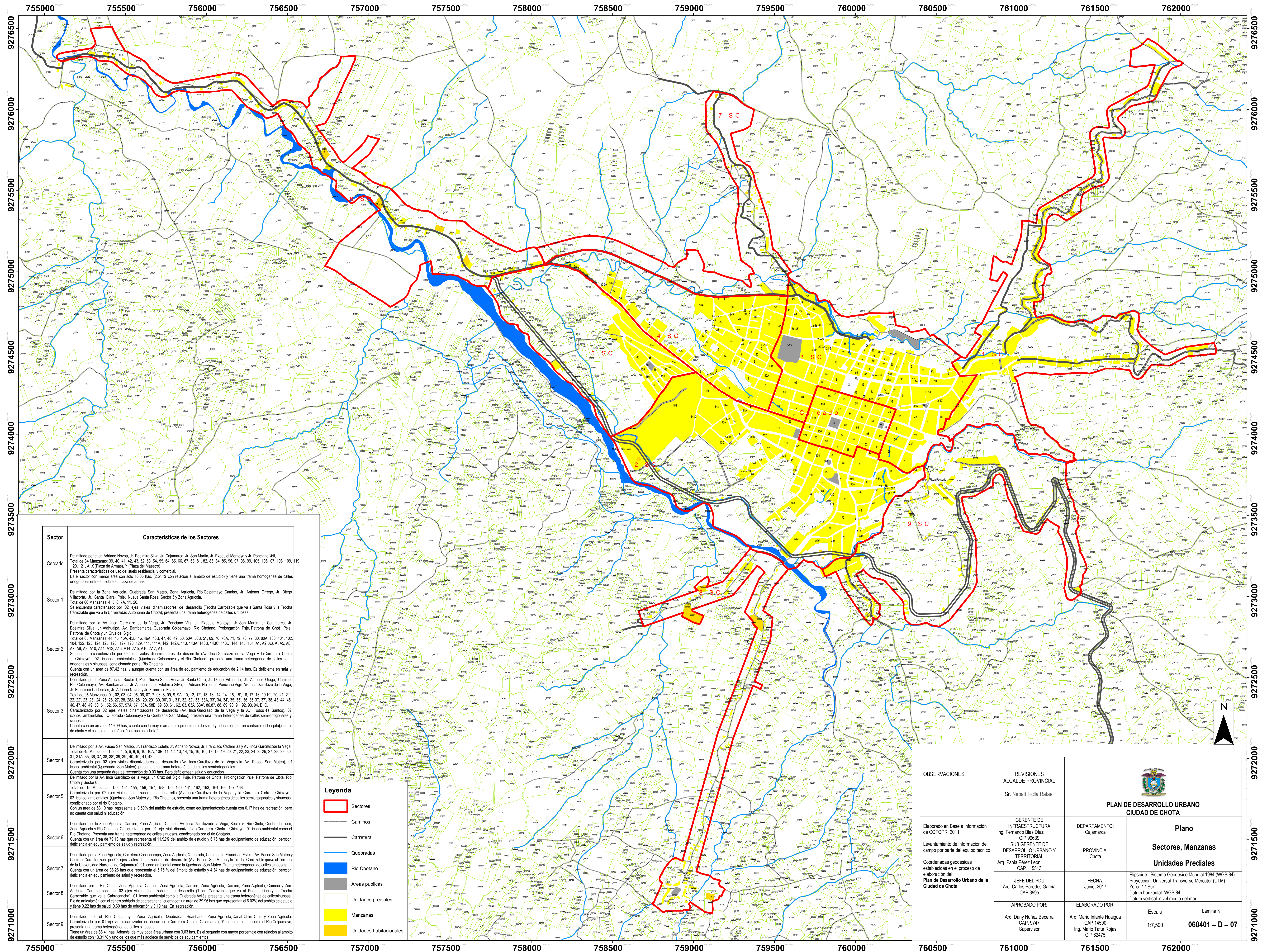
Anexo G. Planos

G.1. Plano de sectorización de la MPCH (2018)

G.2. Planos topográficos


G.3. Planos de las microcuencas

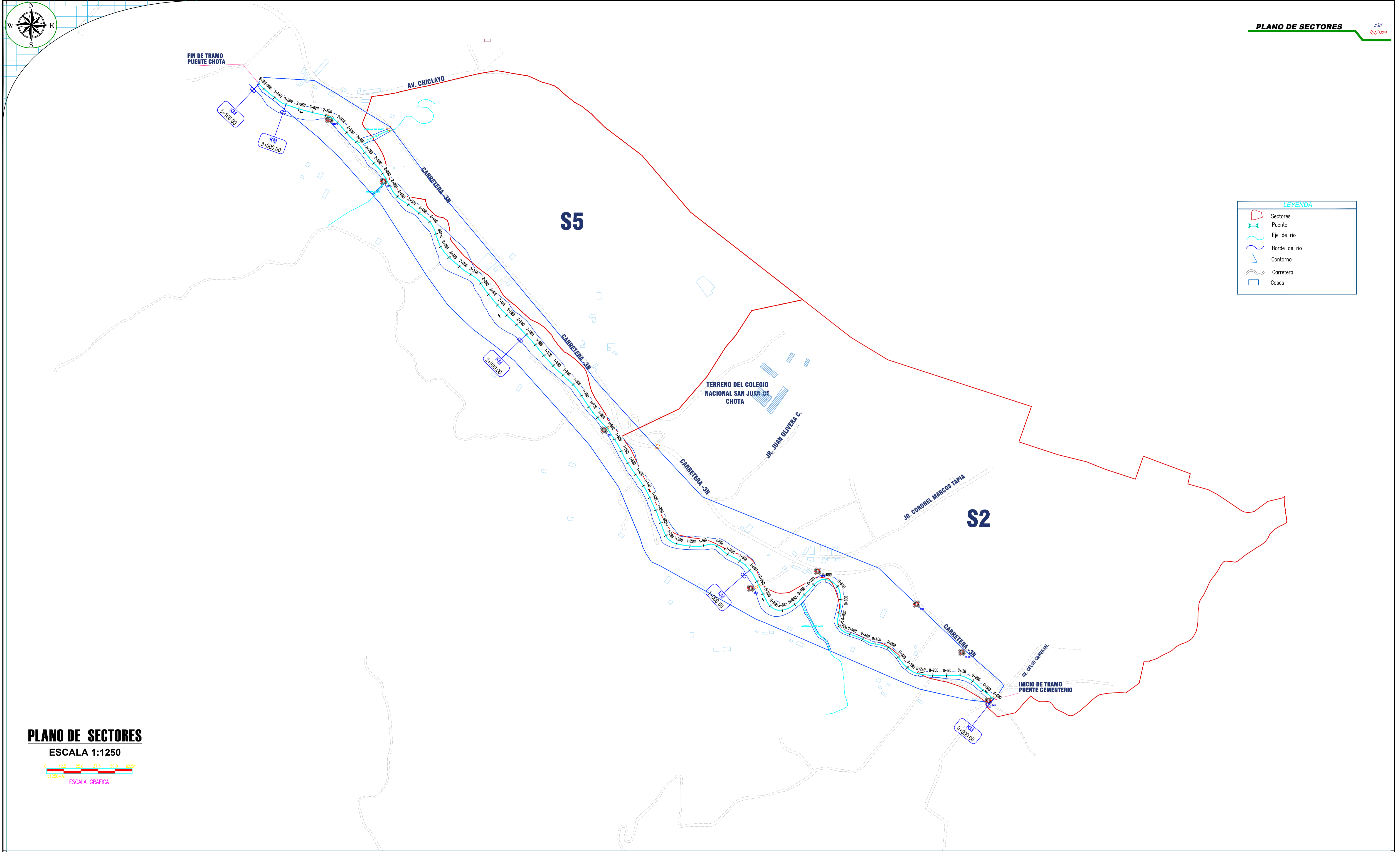
G.4. Planos de inundación



Sector	Características de los Sectores
Cercado	Delimitado por el Jr. Adriano Novoa, Jr. Edelmir Silva, Jr. Cajamarca, Jr. San Martín, Jr. Exequiel Montoya y Jr. Ponciano Vigil. Total de 24 Manzanas: 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 121, 121 A, X (Plaza de Armas), Y (Plaza del Maestro). Presenta características de uso del suelo residencial y comercial. Es el sector con menor área con solo 19.06 has (2.54 % con relación al ámbito de estudio) y tiene una trama homogénea de calles ortogonales entre sí, sobre su plaza de armas.
Sector 1	Delimitado por la Zona Agrícola, Quebrada San Mateo, Zona Agrícola, Rio Colapamayo Camino, Jr. Antenor Orrego, Jr. Diego Villacorta, Jr. Santa Clara, Paje, Nueva Santa Rosa, Sector 3 y Zona Agrícola. Total de 06 Manzanas: 4, 5, 6, 7A, 11, 20. Se encuentra caracterizado por 02 ejes viales dinamizadores de desarrollo (Trocha Carrozzable que va a Santa Rosa y la Trocha Carrozzable que va a la Universidad Autónoma de Chota), presenta una trama heterogénea de calles sinuosas.
Sector 2	Delimitado por la Av. Inca Garcilazo de la Vega, Jr. Ponciano Vigil, Jr. Exequiel Montoya, Jr. San Martín, Jr. Cajamarca, Jr. Edelmir Silva, Jr. Atahualpa, Av. Bambamarca, Quebrada Colapamayo, Rio Chotano, Prolongación Paje, Patrona de Chota, Paje, Patrona de Chota y Jr. Cruz del Siglo. Total de 63 Manzanas: 44, 45, 45A, 45B, 46, 46A, 46B, 47, 48, 49, 50, 50A, 50B, 51, 69, 70A, 71, 72, 73, 77, 80, 80A, 100, 101, 102, 104, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 141, 141A, 142, 142A, 143, 143A, 143B, 143C, 143D, 144, 145, 151, A1, A2, A3, A, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A16, A17, A18. Se encuentra caracterizado por 02 ejes viales dinamizadores de desarrollo (Av. Inca Garcilazo de la Vega y la Carretera Chota - Chiclayo), 02 iconos ambientales (Quebrada Colapamayo y el Rio Chotano), presenta una trama heterogénea de calles semi ortogonales y sinuosas, condicionado por el Rio Chotano. Cuenta con un área de 97.42 has, y aunque cuenta con un área de equipamiento de educación de 2.14 has. Es deficiente en salud y recreación.
Sector 3	Delimitado por la Zona Agrícola, Sector 1, Paje, Nueva Santa Rosa, Jr. Santa Clara, Jr. Diego Villacorta, Jr. Antenor Orrego, Camino, Rio Colapamayo, Av. Bambamarca, Jr. Atahualpa, Jr. Edelmir Silva, Jr. Adriano Novoa, Jr. Ponciano Vigil, Av. Inca Garcilazo de la Vega, Jr. Francisco Cadenillas, Jr. Adriano Novoa y Jr. Francisco Estela. Total de 95 Manzanas: 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 7, 08, 8, 09, 9, 9A, 10, 12, 12, 13, 13, 14, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 19, 20, 21, 21', 22, 22', 23, 23', 24, 25, 26, 27, 28, 28A, 29, 29', 30, 30', 31, 31', 32, 32', 33, 33A, 33', 34, 34', 35, 35', 36, 36', 37, 37', 38, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 56, 57, 57A, 57', 58A, 58B, 59, 60, 61, 62, 63, 63A, 63A', 66, 67, 68, 69, 80, 91, 92, 93, 94, B, C. Caracterizado por 02 ejes viales dinamizadores de desarrollo (Av. Inca Garcilazo de la Vega y la Av. Todos los Santos), 02 iconos ambientales (Quebrada Colapamayo y la Quebrada San Mateo), presenta una trama heterogénea de calles semi ortogonales y sinuosas. Cuenta con un área de 119.09 has, cuenta con la mayor área de equipamiento de salud y educación por en centrarse el hospital general de chota y el colegio emblemático "san juan de cioba".
Sector 4	Delimitado por la Av. Paseo San Mateo, Jr. Francisco Estela, Jr. Adriano Novoa, Jr. Francisco Cadenillas y Av. Inca Garcilazo de la Vega. Total de 45 Manzanas: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 10A, 10B, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 16', 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 31A, 35, 36, 37, 38, 38', 39, 39', 40, 40', 41, 42. Caracterizado por 02 ejes viales dinamizadores de desarrollo (Av. Inca Garcilazo de la Vega y la Av. Paseo San Mateo), 01 icono ambiental (Quebrada San Mateo), presenta una trama heterogénea de calles semi ortogonales. Cuenta con una pequeña área de recreación de 0.03 has. Poco deficiente en salud y educación.
Sector 5	Delimitado por la Av. Inca Garcilazo de la Vega, Jr. Cruz del Siglo, Paje, Patrona de Chota, Prolongación Paje, Patrona de Chota, Rio Chota y Sector 6. Total de 15 Manzanas: 152, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 166, 167, 168. Caracterizado por 02 ejes viales dinamizadores de desarrollo (Av. Inca Garcilazo de la Vega y la Carretera Chota - Chiclayo), 02 iconos ambientales (Quebrada San Mateo y el Rio Chotano), presenta una trama heterogénea de calles semi ortogonales y sinuosas, condicionado por el Rio Chotano. Cuenta con un área de 53.11 has, representa el 9.50% del ámbito de estudio, como equipamiento cuenta con 0.17 has de recreación, pero no cuenta con salud ni educación.
Sector 6	Delimitado por la Zona Agrícola, Camino, Zona Agrícola, Camino, Jr. Inca Garcilazo de la Vega, Sector 5, Rio Chota, Quebrada Tuco, Zona Agrícola y Rio Chotano. Caracterizado por 01 eje vial dinamizador (Carretera Chota - Chiclayo), 01 icono ambiental como el Rio Chotano. Presenta una trama heterogénea de calles sinuosas, condicionado por el Rio Chotano. Cuenta con un área de 75.13 has que representa el 5.76 % del ámbito de estudio y 5.76 has de equipamiento de educación, pero con deficiencia en equipamiento de salud y recreación.
Sector 7	Delimitado por la Zona Agrícola, Carretera Cochopampa, Zona Agrícola, Quebrada, Camino, Jr. Francisco Estela, Av. Paseo San Mateo y Camino. Caracterizado por 02 ejes viales dinamizadores de desarrollo (Av. Paseo San Mateo y la Trocha Carrozzable que va al Terrero de la Universidad Nacional de Cajamarca), 01 icono ambiental como la Quebrada San Mateo. Trama heterogénea de calles sinuosas. Cuenta con un área de 53.11 has, representa el 5.76 % del ámbito de estudio y 4.34 has de equipamiento de educación, pero con deficiencia en equipamiento de salud y recreación.
Sector 8	Delimitado por el Rio Chota, Zona Agrícola, Camino, Zona Agrícola, Camino, Zona Agrícola, Camino, Zona Agrícola, Camino y Zona Agrícola. Caracterizado por 02 ejes viales dinamizadores de desarrollo (Trocha Carrozzable que va al Puente Inca y la Trocha Carrozzable que va a Cabracanchi), 01 icono ambiental como la Quebrada Aviles, presenta una trama heterogénea de calles sinuosas. Eje de articulación con el centro poblado de cabracanchi, cuantifica en área de 39.50 has que representan el 6.02% del ámbito de estudio y tiene 0.22 has de salud, 0.60 has de educación y 0.19 has. En recreación.
Sector 9	Delimitado por el Rio Colapamayo, Zona Agrícola, Quebrada, Huanbario, Zona Agrícola, Canal Chim Chim y Zona Agrícola. Caracterizado por 01 eje vial dinamizador de desarrollo (Carretera Chota - Cajamarca), 01 icono ambiental como el Rio Colapamayo, presenta una trama heterogénea de calles sinuosas. Tiene un área de 88.41 has. Además, de muy poca área urbana con 3.03 has. Es el segundo con mayor porcentaje con relación al ámbito de estudio con 13.31 % y uno de los que más adolce de servicios de equipamientos.

Legenda	
	Sectores
	Caminos
	Carretera
	Quebradas
	Rio Chotano
	Areas publicas
	Manzanas
	Unidades habitacionales

OBSERVACIONES	REVISIONES	 PLAN DE DESARROLLO URBANO Ciudad de Chota
	ALCALDE PROVINCIAL Sr. Nepati Ticlla Rafael	
Elaborado en Base a información de COFOPRI 2011	GERENTE DE INFRAESTRUCTURA	DEPARTAMENTO:
	Ing. Fernando Blas Diaz CIP 99639	Cajamarca
Levantamiento de información de campo por parte del equipo técnico	SUB GERENTE DE DESARROLLO URBANO Y TERRITORIAL	PROVINCIA:
	Arq. Paola Pérez León CAP 15513	Chota
Coordenadas geodésicas establecidas en el proceso de elaboración del Plan de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Chota	JEFE DEL PDU	FECHA:
	Arq. Carlos Paredes Garcia CAP 3995	Junio, 2017
APROBADO POR:	ELABORADO POR:	Escala
	Arq. Dany Núñez Becerra CAP 9747 Supervisor	Arq. Mario Infante Hualuga CAP 14590 Ing. Mario Tafur Rojas CIP 62475
		Lamina N°:
		060401 - D - 07



PLANO DE SECTORES
 ESCALA 1:1250
 ESCALA GRAFICA



UNIVERSIDAD NACIONAL
 AUTÓNOMA DE CHOTA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: DELIMITACIÓN DE ÁREAS INUNDABLES EN LOS SECTORES 2 Y 5, TRAMO PUENTE CEMENTERIO – PUENTE CHOTA – MICROCUENCA RIO CHOTANO – CHOTA, 2021

ASESOR:
 Dr. Ing. LUIS ALBERTO ORBEGOSO NAVARRO

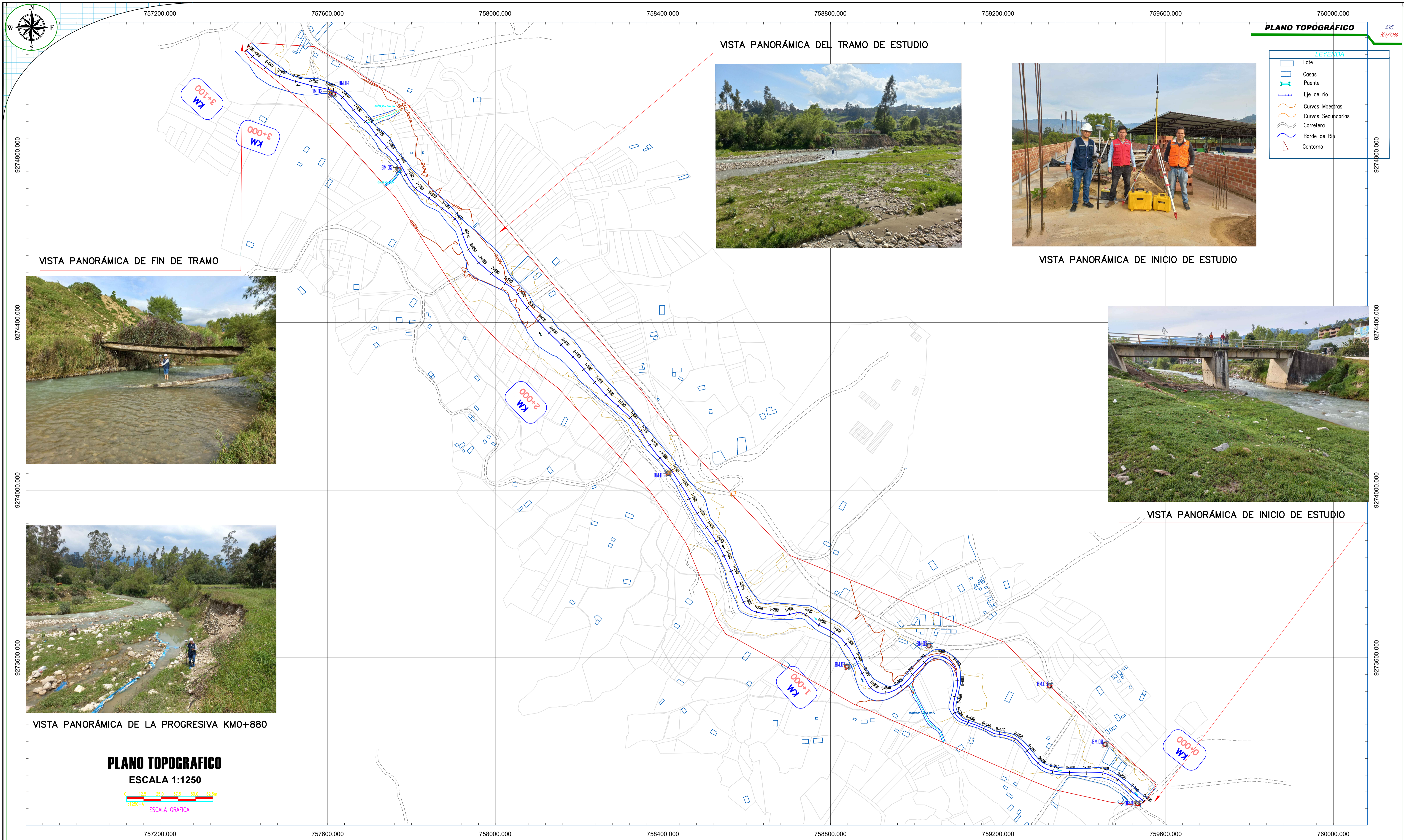
DIBUJO Y DISEÑO:
 ERLIN DÍAZ LATORRE

REVISÁ:
 APRUEBA:

PLANO:
 SECTORES

REGION: CAJAMARCA
 PROVINCIA: CHOTA
 DISTRITO: CHOTA
 ESCALA: 1/1250
 FECHA: CHOTA OCTUBRE 2022

LAMINA:
 S-01



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE CHOTA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: DELIMITACIÓN DE ÁREAS INUNDABLES EN LOS SECTORES 2 Y 5, TRAMO PUENTE CEMENTERIO – PUENTE CHOTA – MICROCUENCA RIO CHOTANO – CHOTA, 2021

ASESOR:
Dr. Ing. LUIS ALBERTO ORBEGOSO NAVARRO

DIBUJO Y DISEÑO:
ERLIN DÍAZ LATORRE

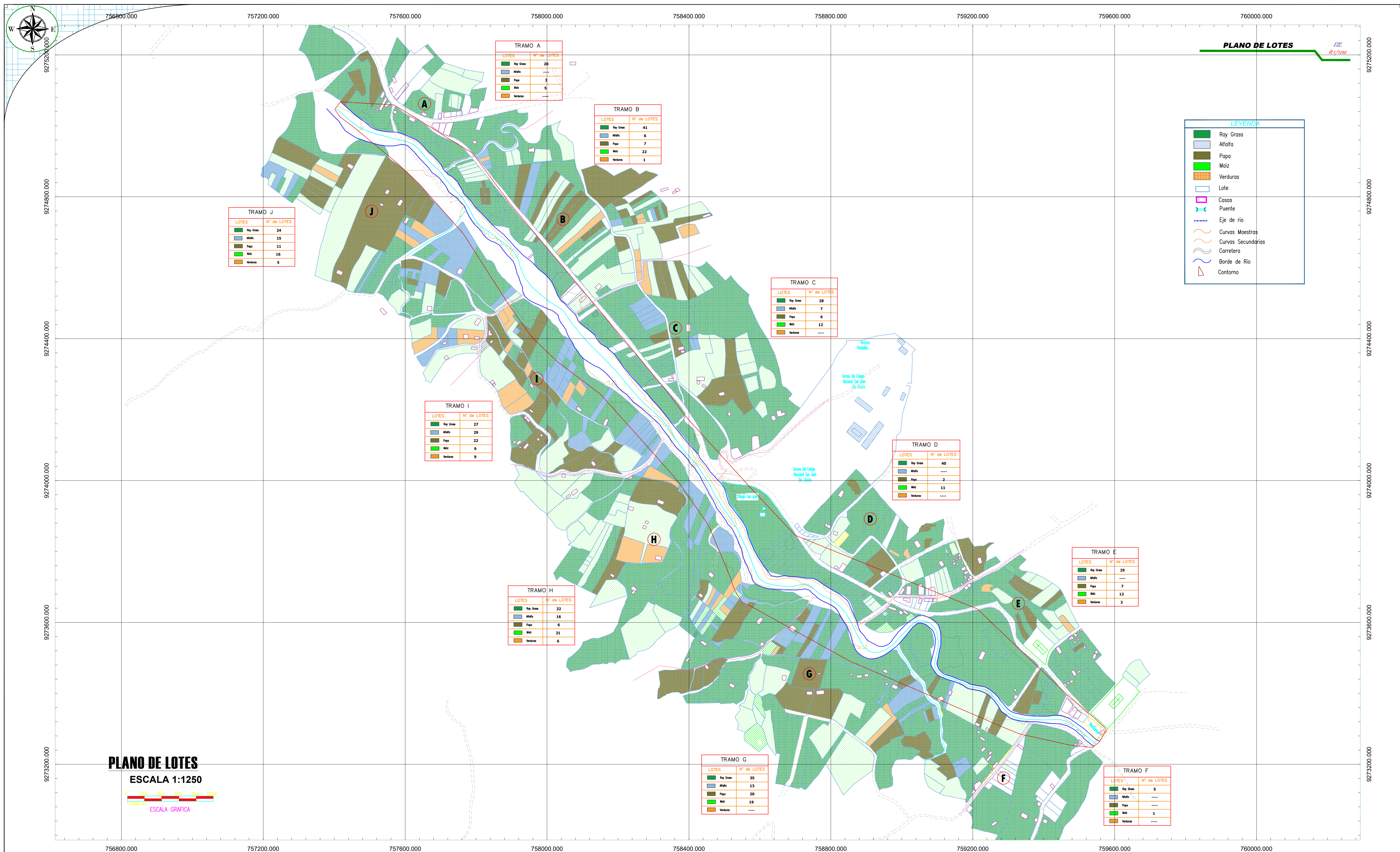
REVISÁ:
Dr. Ing. Luis Alberto Orbegoso Navarro
APRUEBA:

PLANO:
PLANO TOPOGRAFICO

REGION: CAJAMARCA
PROVINCIA: CHOTA
DISTRITO: CHOTA

ESCALA: 1/1250
FECHA: CHOTA OCTUBRE DEL 2022

LAMINA:
PT-01



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE CHOTA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: DELIMITACIÓN DE ÁREAS INUNDABLES EN LOS SECTORES 2 Y 5, TRAMO PUENTE CEMENTERIO – PUENTE CHOTA – MICROCUENCA RIO CHOTANO – CHOTA, 2021

ASESOR:
Dr. Ing. LUIS ALBERTO ORBEGOSO NAVARRO

DIBUJO Y DISEÑO:
ERLIN DÍAZ LATORRE

REVISÁ:
Dr. Ing. Luis Alberto Orbegoso Navarro

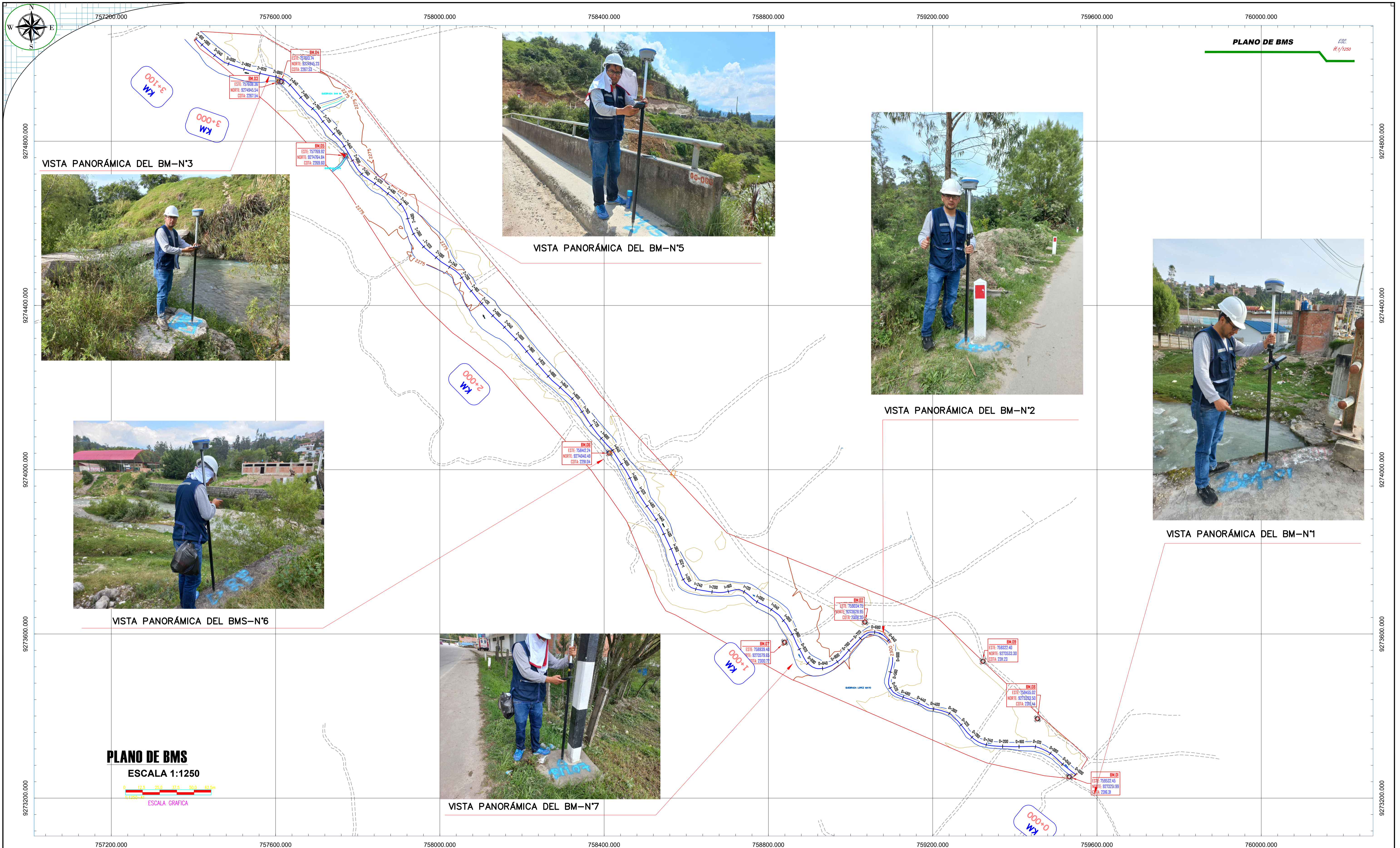
APRUEBA:

PLANO:
PLANO DE LOTES

REGION: CAJAMARCA
PROVINCIA: CHOTA
DISTRITO: CHOTA

ESCALA: 1/1250
FECHA: CHOTA OCTUBRE 2022

LAMINA:
PL-01



PLANO DE BMS
E.S.C.
H.1/1250

VISTA PANORÁMICA DEL BM-N3



VISTA PANORÁMICA DEL BM-N5



VISTA PANORÁMICA DEL BM-N2



VISTA PANORÁMICA DEL BM-N1



VISTA PANORÁMICA DEL BMS-N6



VISTA PANORÁMICA DEL BM-N7

PLANO DE BMS
ESCALA 1:1250
ESCALA GRAFICA



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE CHOTA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: DELIMITACIÓN DE ÁREAS INUNDABLES EN LOS SECTORES 2 Y 5, TRAMO PUENTE CEMENTERIO – PUENTE CHOTA – MICROCUENCA RIO CHOTANO – CHOTA, 2021

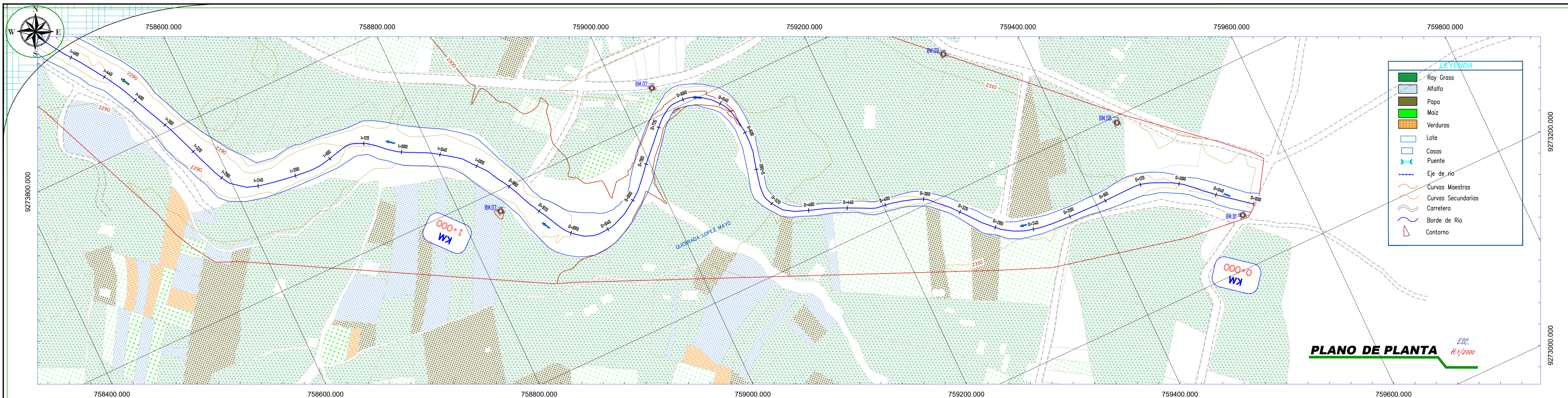
ASESOR:
Dr. Ing. LUIS ALBERTO ORBEGOSO NAVARRO

DIBUJO Y DISEÑO:
ERLIN DIAZ LATORRE

REVISÁ:
Dr. Ing. Luis Alberto Orbegoso Navarro
APRUEBA:

PLANO:
PLANO DE BMS
REGION: CAJAMARCA
PROVINCIA: CHOTA
DISTRITO: CHOTA
ESCALA: 1/1250
FECHA: CHOTA OCTUBRE DEL 2022

LAMINA:
PB-01



PLANO DE PLANTA ESC. H: 1/2000

PERFIL LONGITUDINAL 0+000.00 - 1+000
ESCALA: H=1/ 2000 - V=1/400

PLANO DE PERFIL LONGITUDINAL ESC. H: 1/2000 V: 1/400



UNIVERSIDAD NACIONAL
 AUTÓNOMA DE CHOTA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: DELIMITACIÓN DE ÁREAS INUNDABLES EN LOS SECTORES 2 Y 5, TRAMO PUENTE CEMENTERIO – PUENTE CHOTA – MICROCUENCA RIO CHOTANO – CHOTA, 2021

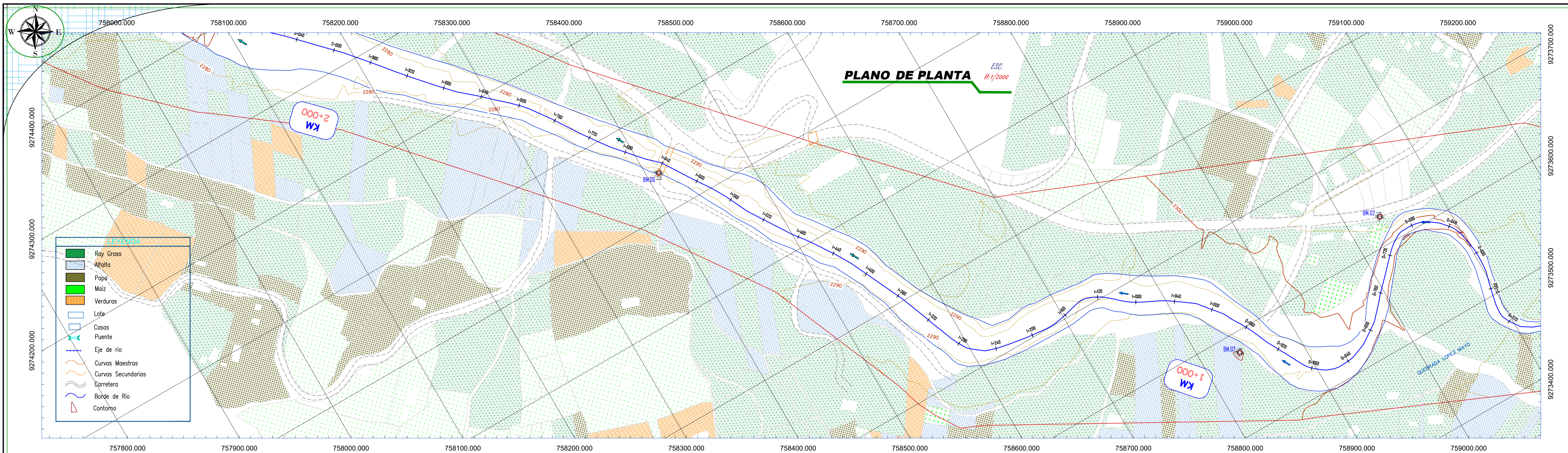
ASESOR:
 Dr. Ing. LUIS ALBERTO ORBEGOSO NAVARRO

DIBUJO Y DISEÑO:
 ERLIN DÍAZ LATORRE

REVISÁ:
 APRUEBA:

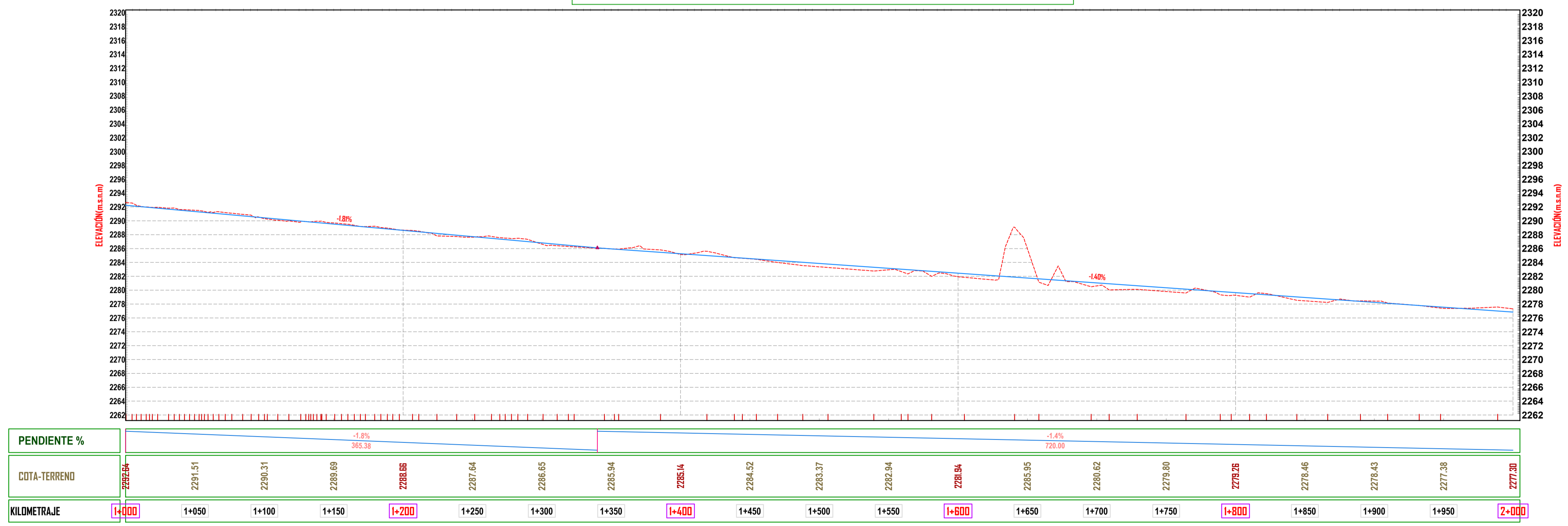
PLANO:
PLANTA Y PERFIL
 REGION: CAJAMARCA
 PROVINCIA: CHOTA
 DISTRITO: CHOTA
 ESCALA: 1/2000
 FECHA: CHOTA OCTUBRE DEL 2022

LAMINA:
PP-01



PERFIL LONGITUDINAL (1) 1+000.00 - 2+000
ESCALA: H=1/2000 - V=1/400

PLANO DE PERFIL LONGITUDINAL
 ESC: H: 1/2000
 V: 1/400



UNIVERSIDAD NACIONAL
 AUTÓNOMA DE CHOTA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: DELIMITACIÓN DE ÁREAS INUNDABLES EN LOS SECTORES 2 Y 5, TRAMO PUENTE CEMENTERIO – PUENTE CHOTA – MICROCUENCA RIO CHOTANO – CHOTA, 2021

ASESOR:
 Dr. Ing. LUIS ALBERTO ORBEGOSO NAVARRO

DIBUJO Y DISEÑO:
 ERLIN DÍAZ LATORRE

REVISÁ:
 APRUEBA:

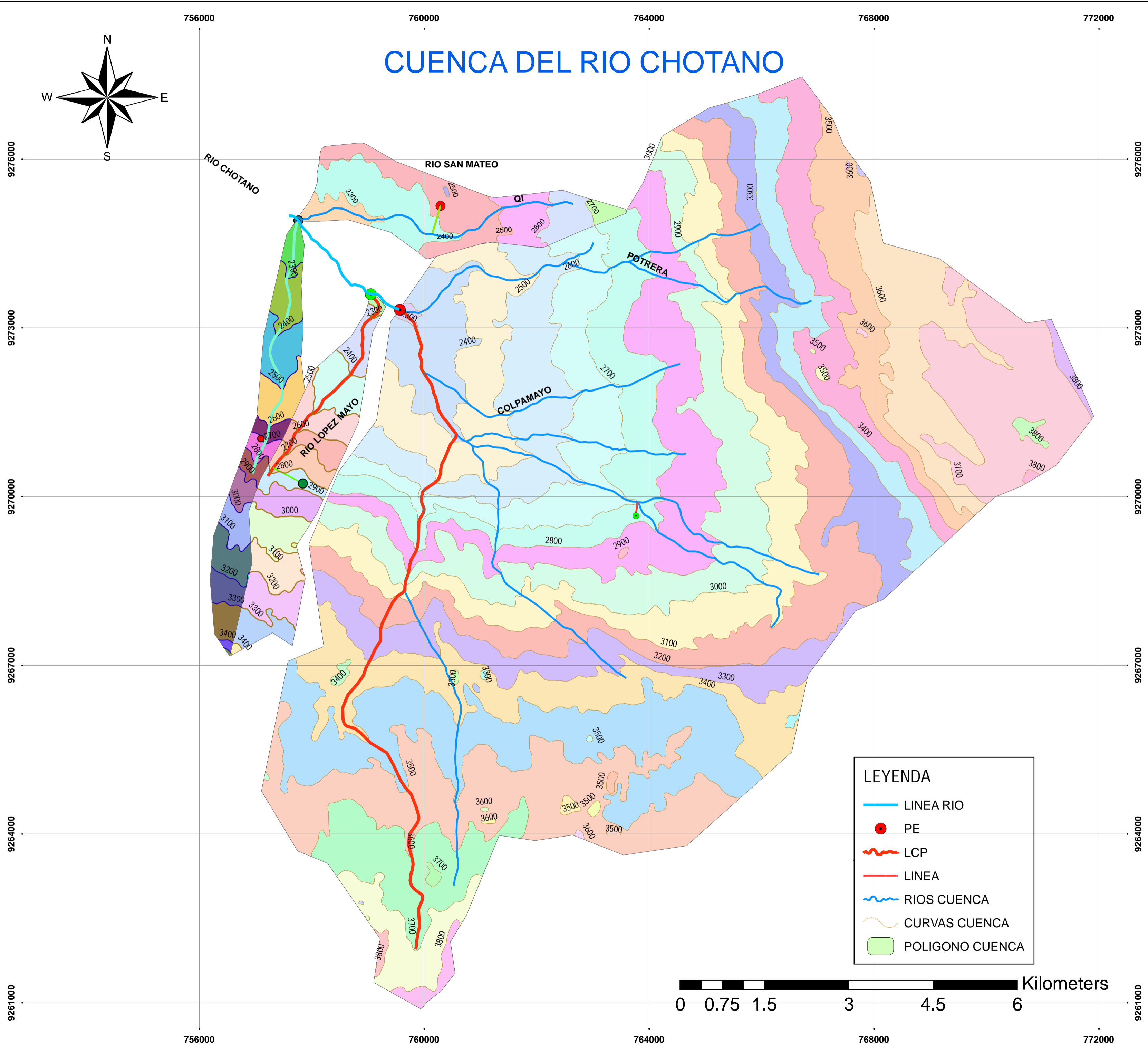
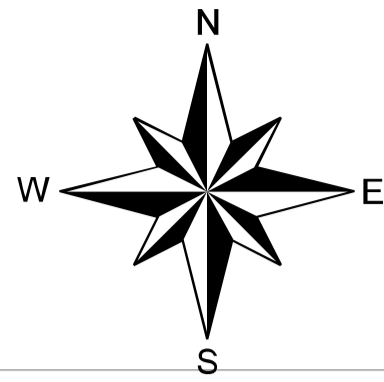
PLANO:
PLANO PERFIL

REGION: CAJAMARCA
 PROVINCIA: CHOTA
 DISTRITO: CHOTA

ESCALA: 1/2000
 FECHA: CHOTA OCTUBRE DEL 2021

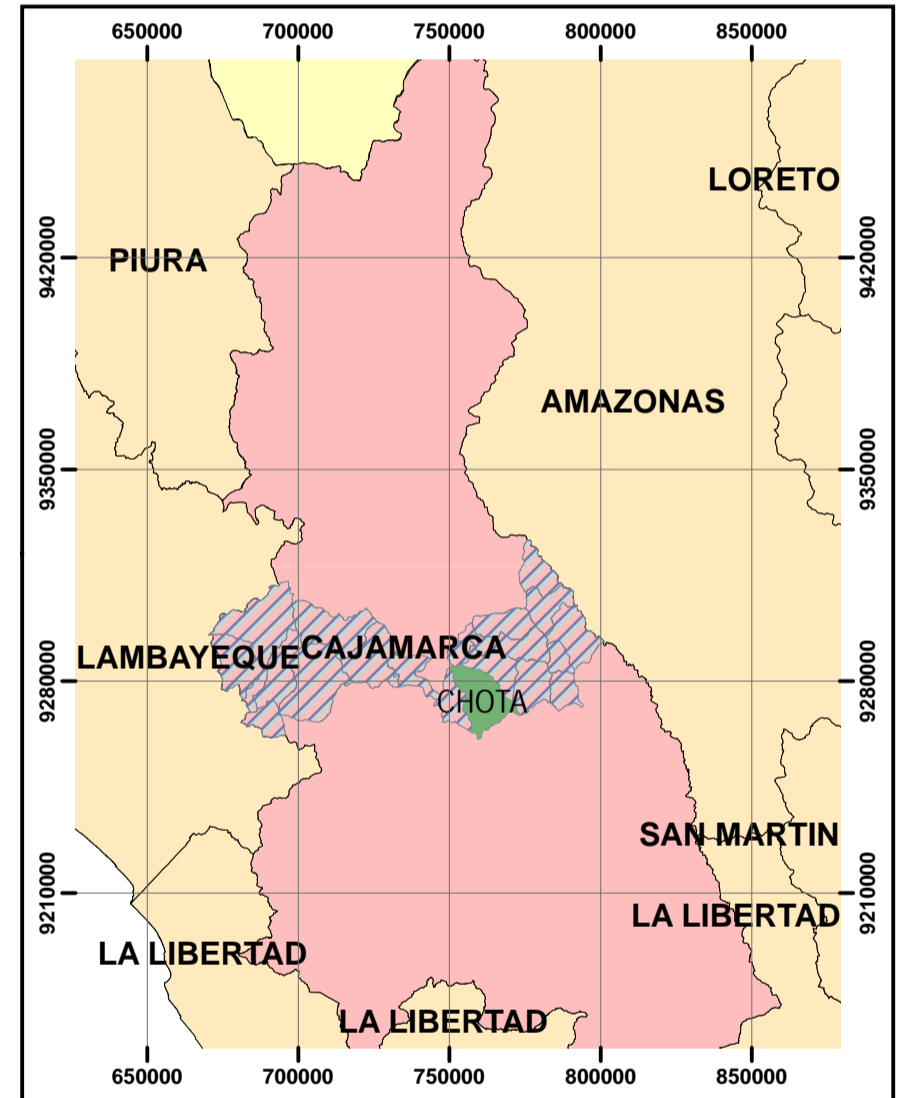
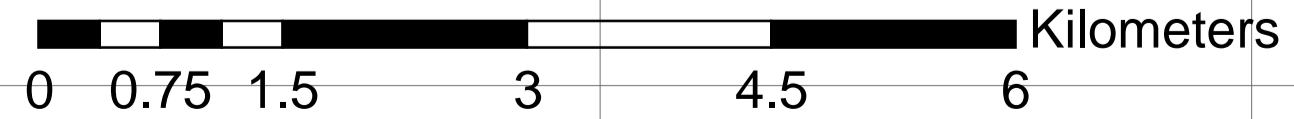
LAMINA:
PP-02

CUENCA DEL RIO CHOTANO



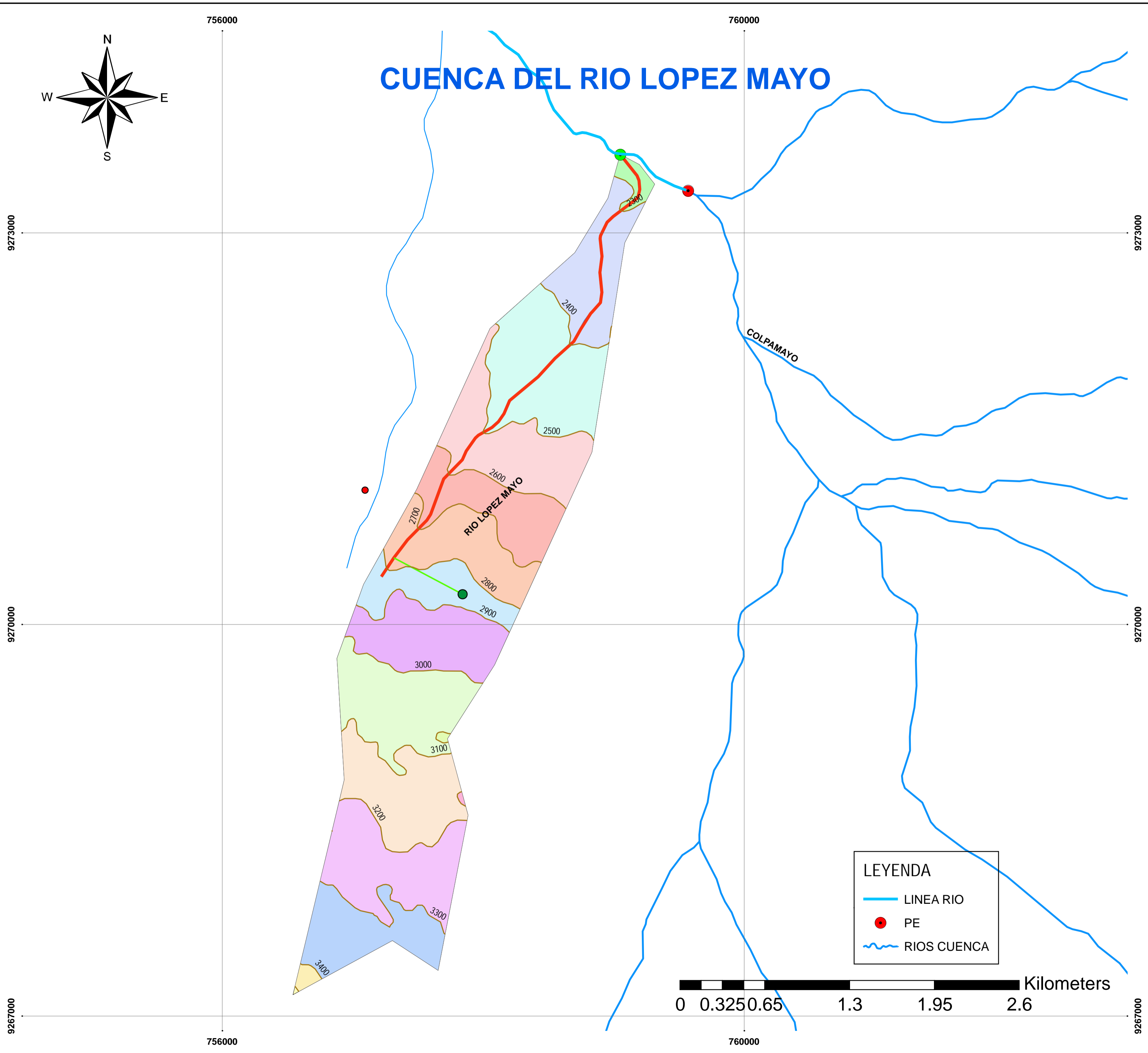
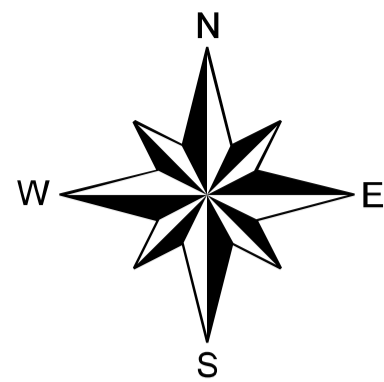
LEYENDA

- LINEA RIO
- PE
- LCP
- LINEA
- RIOS CUENCA
- CURVAS CUENCA
- POLIGONO CUENCA



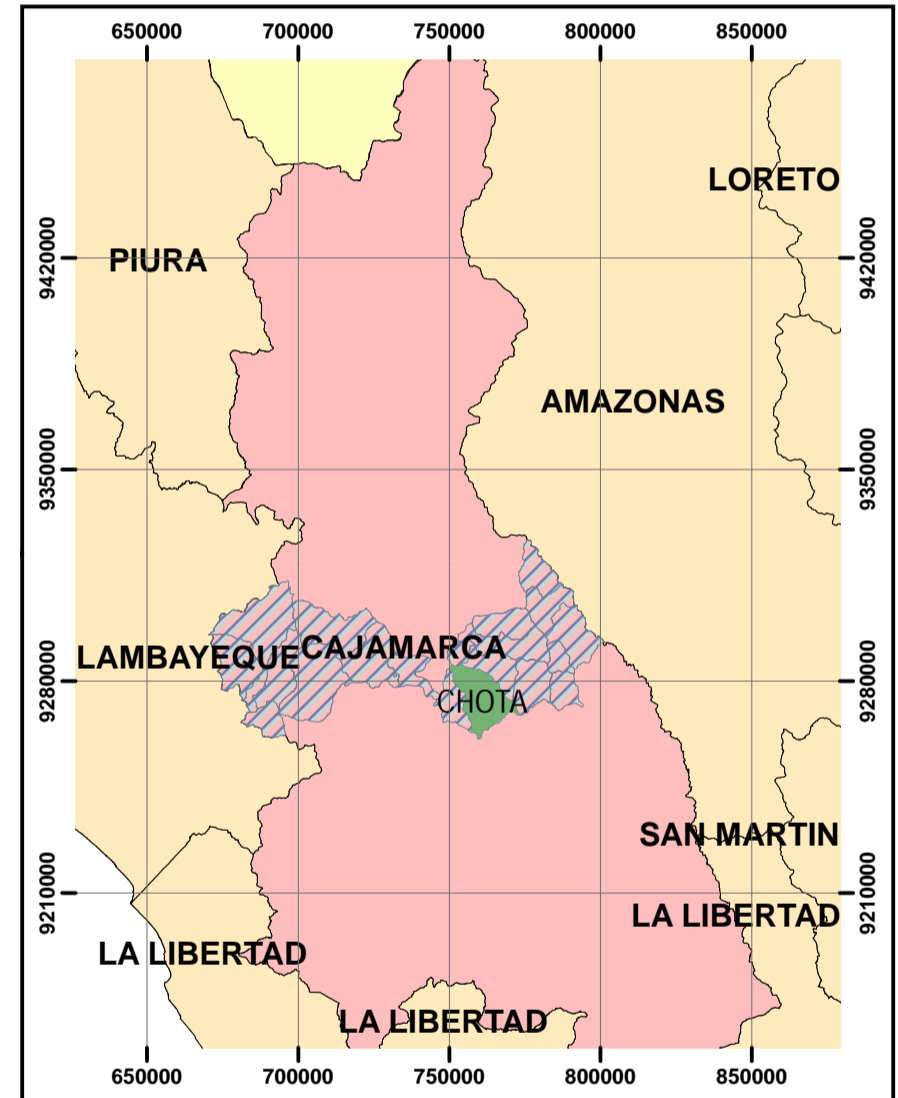
NOMBRE DEL PROYECTO:	
"DELIMITACIÓN DE ÁREAS INUNDABLES EN LOS SECTORES 2 Y 5, TRAMO PUENTE CEMENTERIO – PUENTE CHOTA, MICROCUENCA RÍO CHOTANO – CHOTA - 2021",	
PLANO:	
PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACION	
CADISTA	ERLIN DIAZ LATORRE
ESCALA	1/45,000
FECHA:	JUNIO - 20122
UBICACIÓN	
DISTRITO: CHOTA	
PROVINCIA: CHOTA	
REGIÓN: CAJAMARCA	
SISTEMA DE COORDENADAS	
PROYECCIÓN: UTM	
ZONA: 17 Sur	
COORDENADAS: UTM-84	

CUENCA DEL RIO LOPEZ MAYO

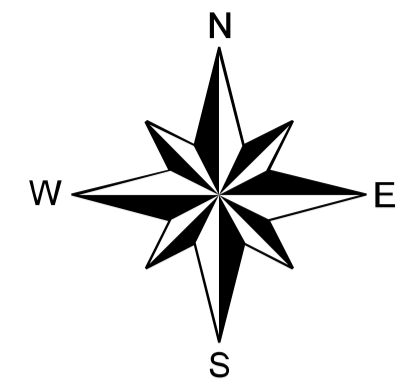


LEYENDA

- LINEA RIO
- PE
- RIOS CUENCA

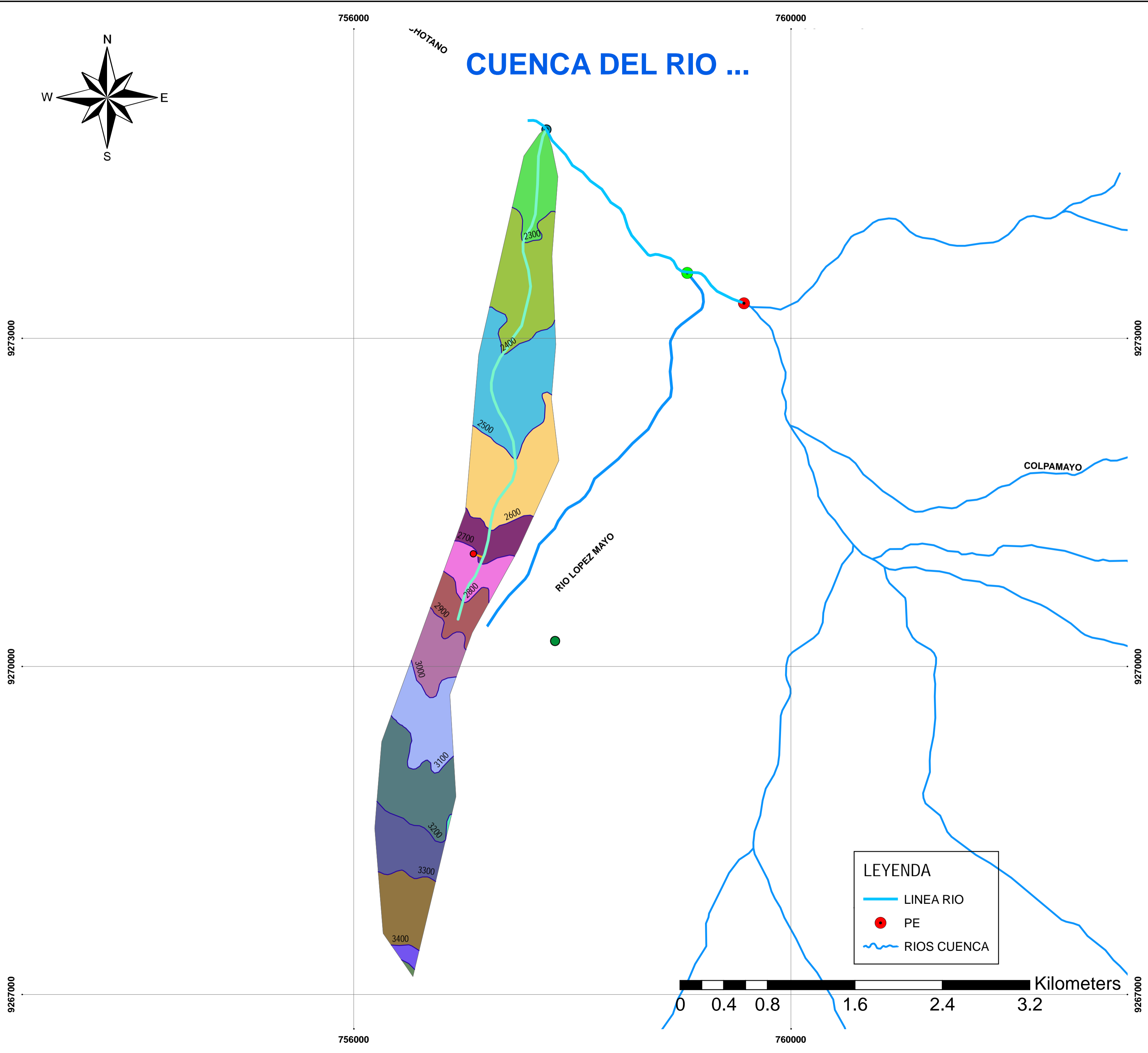


NOMBRE DEL PROYECTO:	
"DELIMITACIÓN DE ÁREAS INUNDABLES EN LOS SECTORES 2 Y 5, TRAMO PUENTE CEMENTERIO – PUENTE CHOTA, MICROCUENCA RÍO CHOTANO – CHOTA - 2021",	
PLANO:	
PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACION	
CADISTA	ERLIN DIAZ LATORRE
ESCALA	1/45,000
FECHA:	JUNIO - 20122
UBICACIÓN	
DISTRITO: CHOTA	
PROVINCIA: CHOTA	
REGIÓN: CAJAMARCA	
SISTEMA DE COORDENADAS	
PROYECCIÓN: UTM	
ZONA: 17 Sur	
COORDENADAS: UTM-84	



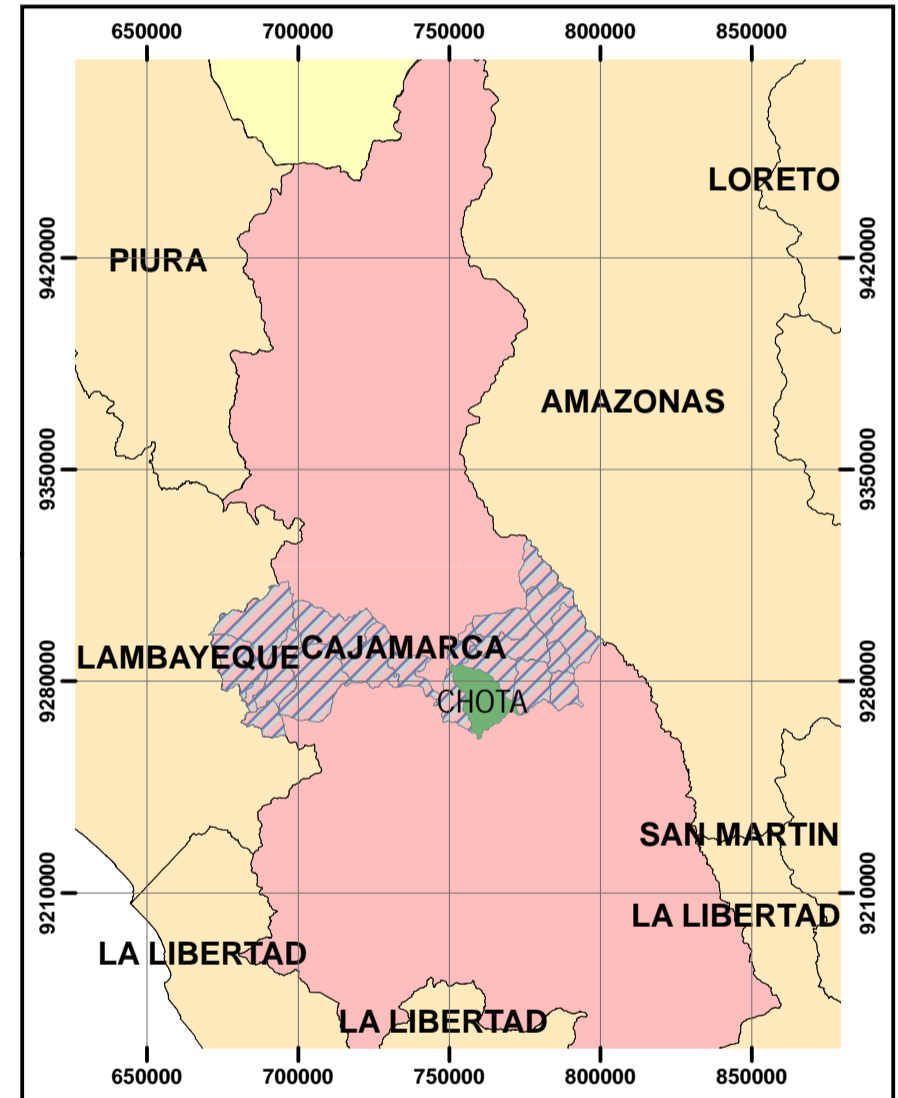
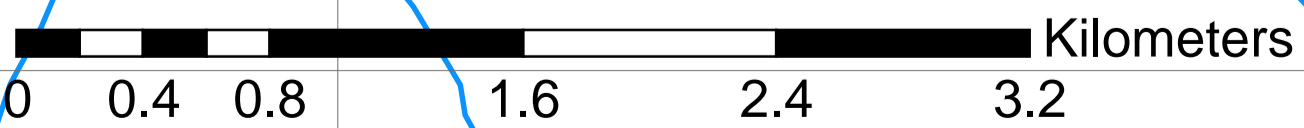
CUENCA DEL RIO ...

-HOTANO



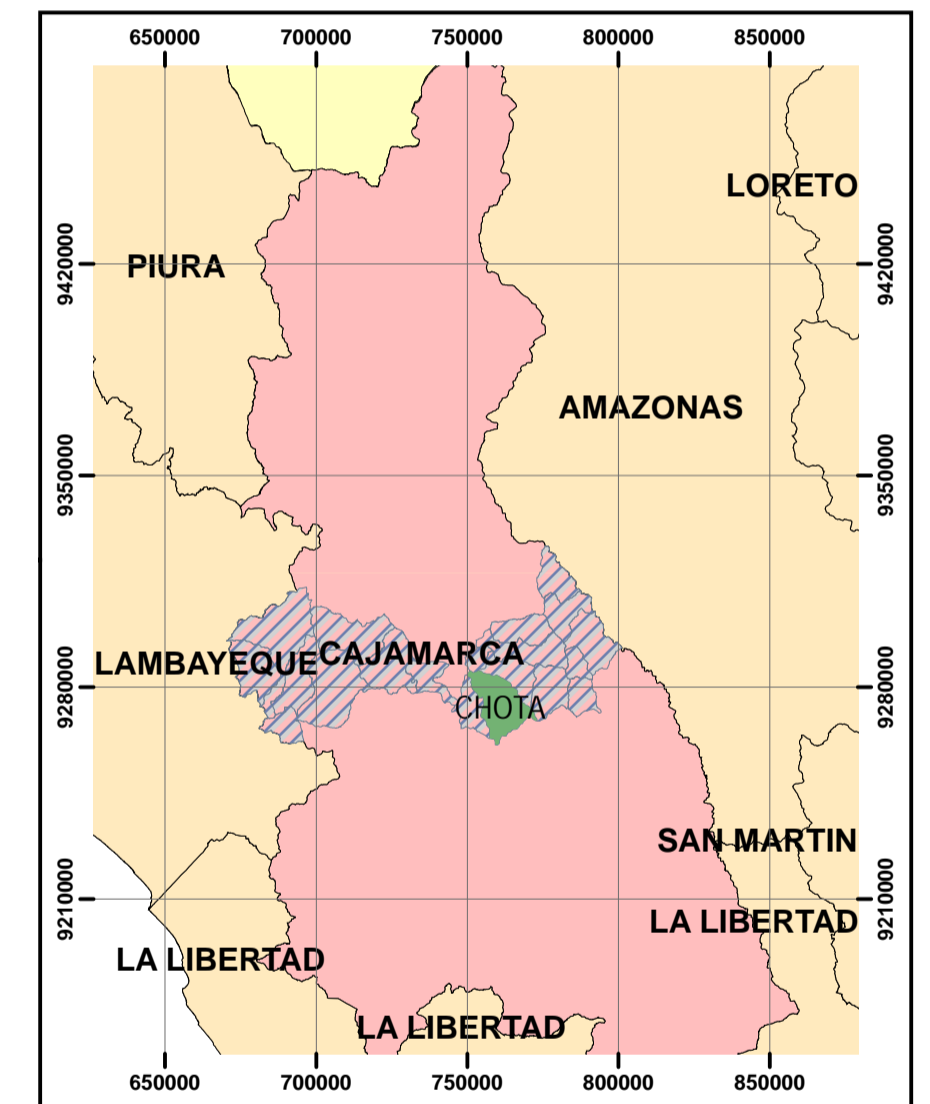
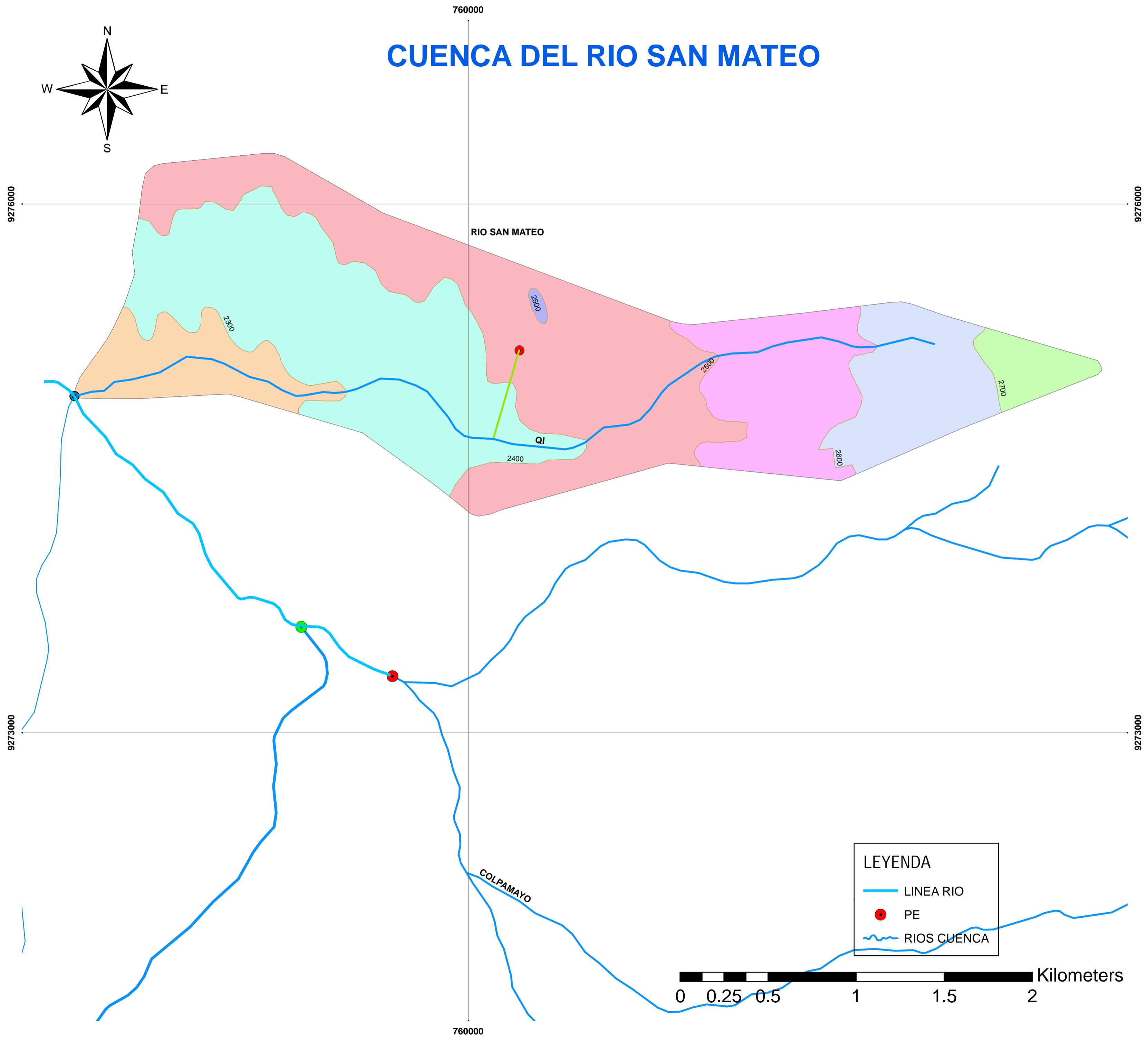
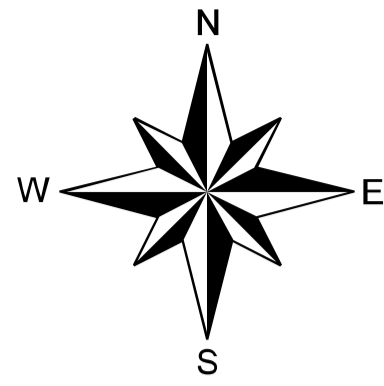
LEYENDA

- LINEA RIO
- PE
- RIOS CUENCA

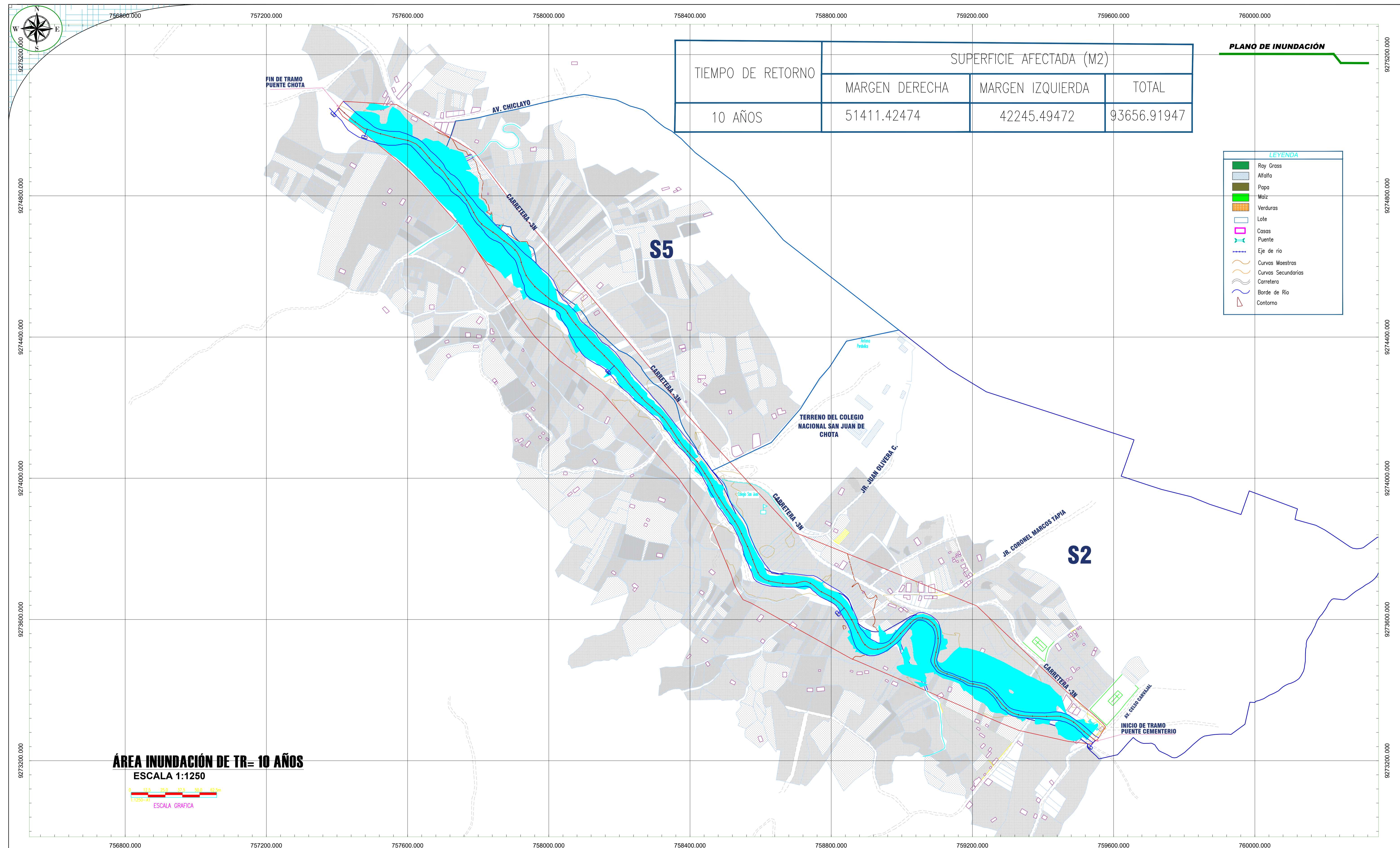


NOMBRE DEL PROYECTO:	
"DELIMITACIÓN DE ÁREAS INUNDABLES EN LOS SECTORES 2 Y 5, TRAMO PUENTE CEMENTERIO - PUENTE CHOTA, MICROCUENCA RÍO CHOTANO - CHOTA - 2021",	
PLANO:	
PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACION	
CADISTA	ERLIN DIAZ LATORRE
ESCALA	1/45,000
FECHA:	JUNIO - 20122
UBICACIÓN	
DISTRITO: CHOTA	
PROVINCIA: CHOTA	
REGIÓN: CAJAMARCA	
SISTEMA DE COORDENADAS	
PROYECCIÓN: UTM	
ZONA: 17 Sur	
COORDENADAS: UTM-84	

CUENCA DEL RIO SAN MATEO



NOMBRE DEL PROYECTO:	
"DELIMITACIÓN DE ÁREAS INUNDABLES EN LOS SECTORES 2 Y 5, TRAMO PUENTE CEMENTERIO - PUENTE CHOTA, MICROCUENCA RÍO CHOTANO - CHOTA - 2021",	
PLANO:	
PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN	
CADISTA	ERLIN DIAZ LATORRE
ESCALA	1/45,000
FECHA:	JUNIO - 20122
UBICACIÓN	
DISTRITO: CHOTA	
PROVINCIA: CHOTA	
REGIÓN: CAJAMARCA	
SISTEMA DE COORDENADAS	
PROYECCIÓN: UTM	
ZONA: 17 Sur	
COORDENADAS: UTM-84	



TIEMPO DE RETORNO	SUPERFICIE AFECTADA (M2)		
	MARGEN DERECHA	MARGEN IZQUIERDA	TOTAL
10 AÑOS	51411.42474	42245.49472	93656.91947

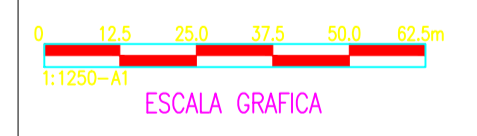
PLANO DE INUNDACIÓN

LEYENDA

	Ray Cross
	Alfalfa
	Papa
	Maiz
	Verduras
	Lote
	Casas
	Puente
	Eje de rio
	Curvas Mostras
	Curvas Secundarias
	Carretera
	Borde de Rio
	Contorno

ÁREA INUNDACIÓN DE TR= 10 AÑOS

ESCALA 1:1250



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE CHOTA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: DELIMITACIÓN DE ÁREAS INUNDABLES EN LOS SECTORES 2 Y 5, TRAMO PUENTE CEMENTERIO – PUENTE CHOTA – MICROCUENCA RIO CHOTANO – CHOTA, 2021

ASESOR:
Dr. Ing. LUIS ALBERTO ORBEGOSO NAVARRO

DIBUJO Y DISEÑO:
ERLIN DÍAZ LATORRE

REVISÁ:
Dr. Ing. Luis Alberto Orbegoso Navarro

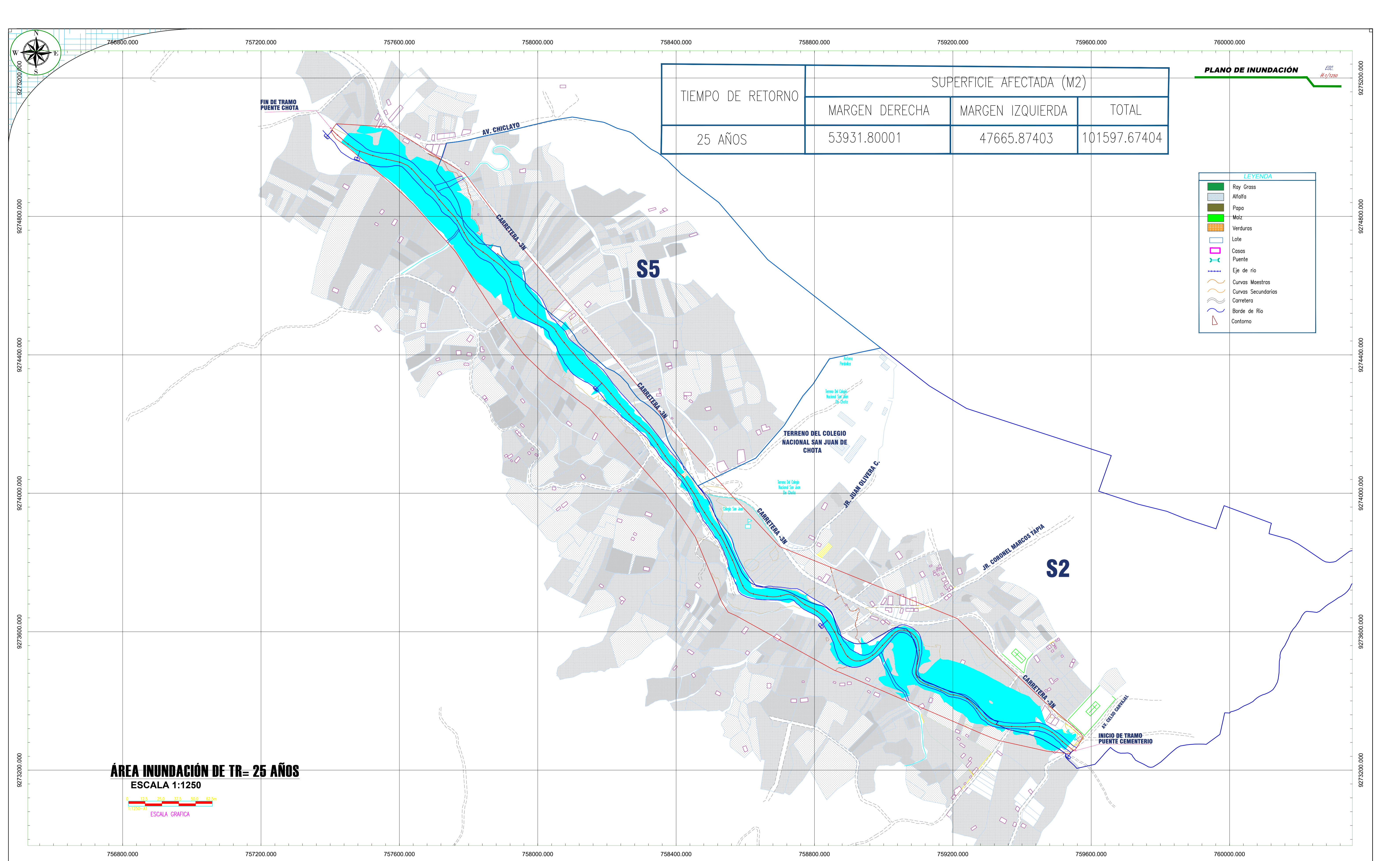
APRUEBA:

PLANO:
ÁREA INUNDACIÓN TR= 10 AÑOS

REGION: CAJAMARCA
PROVINCIA: CHOTA
DISTRITO: CHOTA

ESCALA: 1/1250
FECHA: CHOTA OCTUBRE 2022

LAMINA:
AI-01



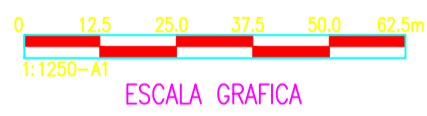
TIEMPO DE RETORNO	SUPERFICIE AFECTADA (M2)		
	MARGEN DERECHA	MARGEN IZQUIERDA	TOTAL
25 AÑOS	53931.80001	47665.87403	101597.67404

PLANO DE INUNDACIÓN ESC. 1:1250

LEYENDA

	Ray Cross
	Allífa
	Papa
	Maíz
	Verduras
	Lote
	Casas
	Puente
	Eje de rio
	Curvas Mostras
	Curvas Secundarias
	Carretera
	Borde de Rio
	Contorno

ÁREA INUNDACIÓN DE TR= 25 AÑOS
ESCALA 1:1250



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE CHOTA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: DELIMITACIÓN DE ÁREAS INUNDABLES EN LOS SECTORES 2 Y 5, TRAMO PUENTE CEMENTERIO – PUENTE CHOTA – MICROCUENCA RIO CHOTANO – CHOTA, 2021

ASESOR:
Dr. Ing. LUIS ALBERTO ORBEGOSO NAVARRO

DIBUJO Y DISEÑO:
ERLIN DÍAZ LATORRE

REVISÁ:
Dr. Ing. Luis Alberto Orbegoso Navarro

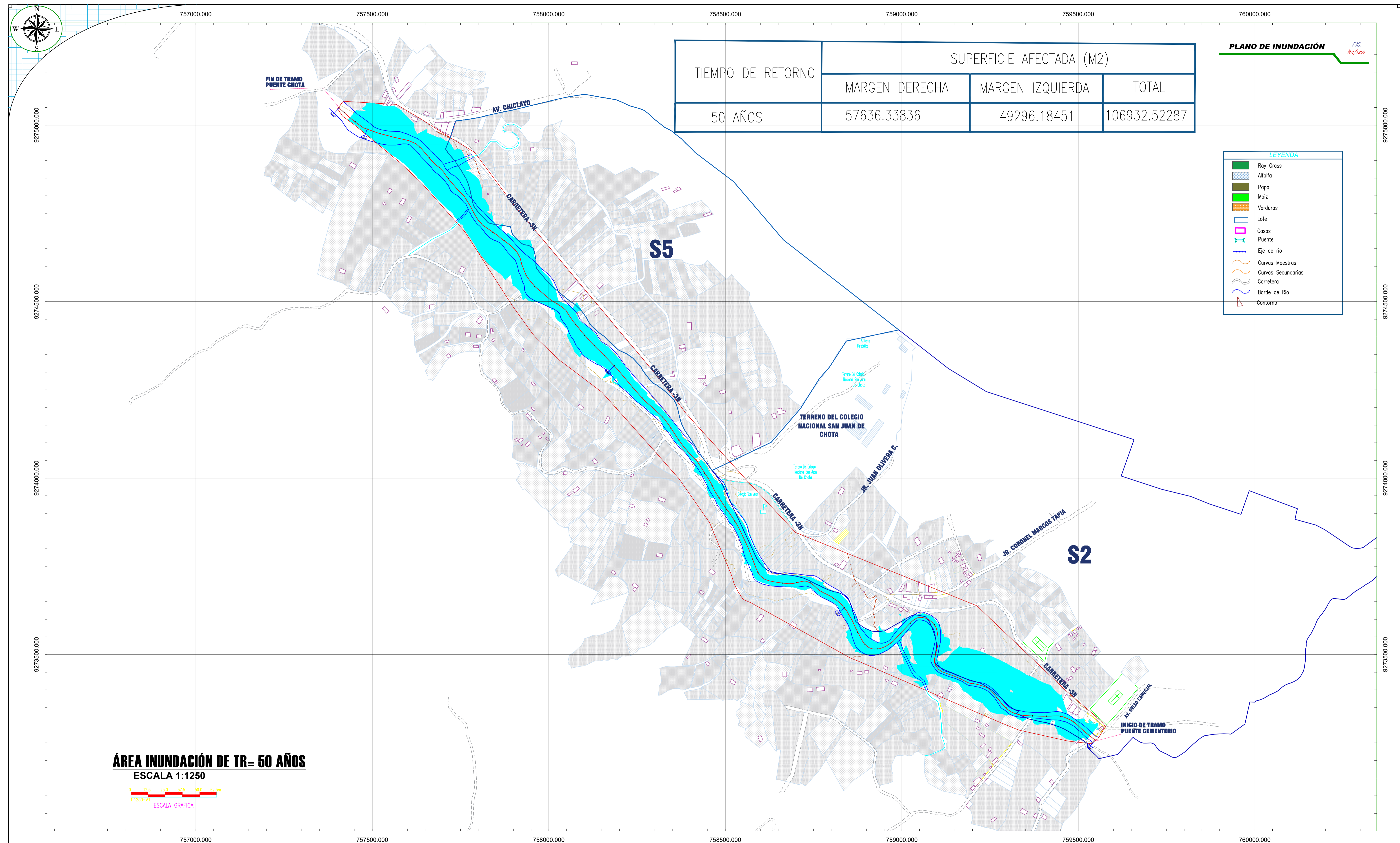
APRUEBA:

PLANO:
ÁREA INUNDACIÓN TR= 25 AÑOS

REGION: CAJAMARCA
PROVINCIA: CHOTA
DISTRITO: CHOTA

ESCALA: 1/1250
FECHA: CHOTA OCTUBRE 202

LAMINA:
AI-02



TIEMPO DE RETORNO	SUPERFICIE AFECTADA (M2)		
	MARGEN DERECHA	MARGEN IZQUIERDA	TOTAL
50 AÑOS	57636.33836	49296.18451	106932.52287

PLANO DE INUNDACIÓN ESC. 1:1250

LEYENDA

	Ray Cross
	Allífa
	Papa
	Maiz
	Verduras
	Lote
	Casas
	Puente
	Eje de rio
	Curvas Mostras
	Curvas Secundarias
	Carretera
	Borde de Rio
	Contorno

ÁREA INUNDACIÓN DE TR= 50 AÑOS
 ESCALA 1:1250

 ESCALA GRAFICA

UNIVERSIDAD NACIONAL
 AUTÓNOMA DE CHOTA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: DELIMITACIÓN DE ÁREAS INUNDABLES EN LOS SECTORES 2 Y 5, TRAMO PUENTE CEMENTERIO – PUENTE CHOTA – MICROCUENCA RIO CHOTANO – CHOTA, 2021

ASESOR:
 Dr. Ing. LUIS ALBERTO ORBEGOSO NAVARRO

DIBUJO Y DISEÑO:
 ERLIN DÍAZ LATORRE

REVISÁ:
 Dr. Ing. Luis Alberto Orbegoso Navarro

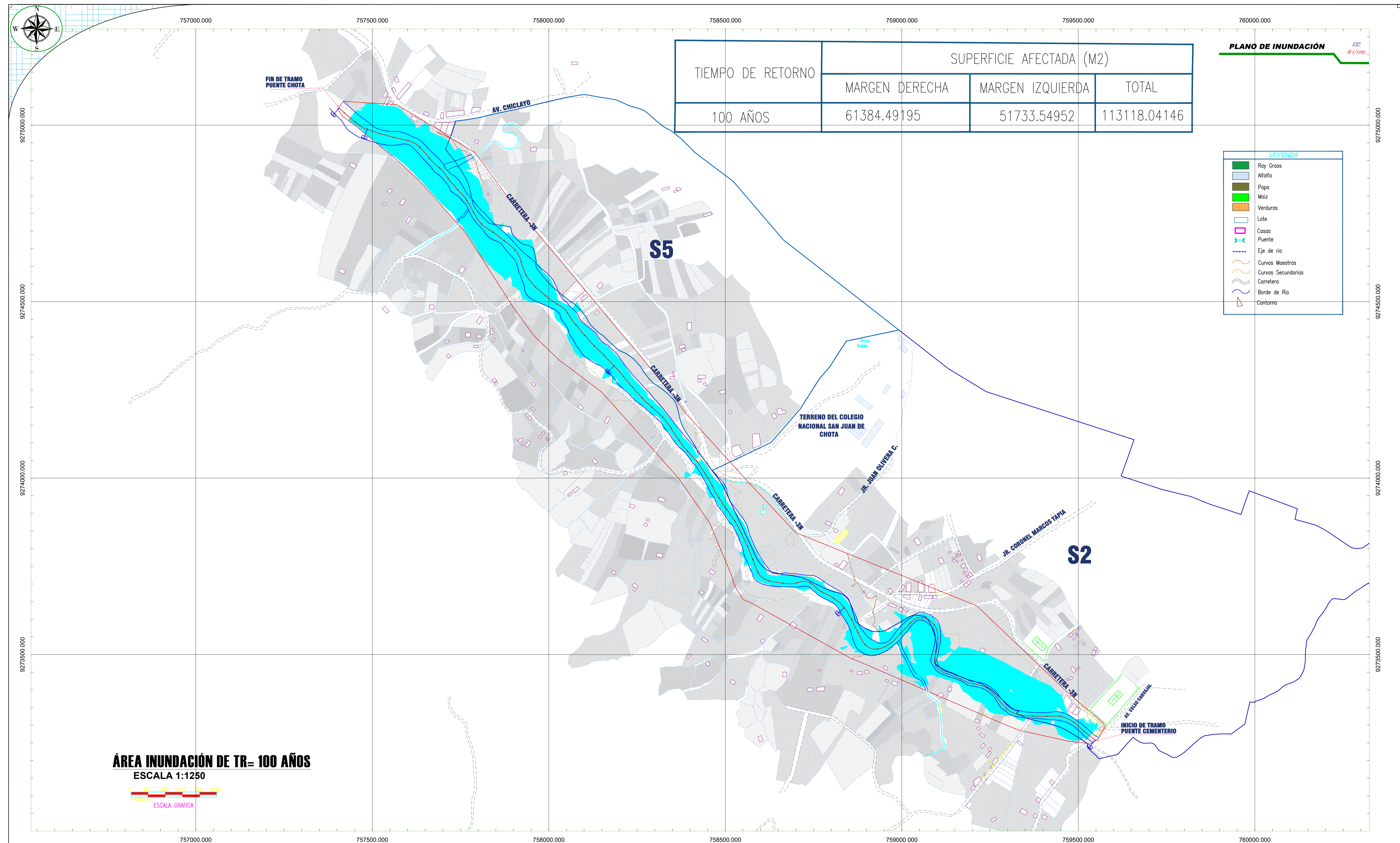
APRUEBA:

PLANO:
ÁREA INUNDACIÓN TR= 50 AÑOS

REGION: CAJAMARCA
 PROVINCIA: CHOTA
 DISTRITO: CHOTA

ESCALA: 1/1250
 FECHA: CHOTA OCTUBRE 202

LAMINA:
AI-03



TIEMPO DE RETORNO	SUPERFICIE AFECTADA (M2)		
	MARGEN DERECHA	MARGEN IZQUIERDA	TOTAL
100 AÑOS	61384.49195	51733.54952	113118.04146

PLANO DE INUNDACIÓN ESC. 1:1250

LEYENDA

	Ray Cross
	Allalla
	Papa
	Maiz
	Verduras
	Lote
	Casas
	Puente
	Eje de rio
	Curvas Mostras
	Curvas Secundarias
	Carretera
	Borde de Rio
	Contorno

ÁREA INUNDACIÓN DE TR= 100 AÑOS
 ESCALA 1:1250

 ESCALA GRAFICA

UNIVERSIDAD NACIONAL
 AUTÓNOMA DE CHOTA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: DELIMITACIÓN DE ÁREAS INUNDABLES EN LOS SECTORES 2 Y 5, TRAMO PUENTE CEMENTERIO – PUENTE CHOTA – MICROCUENCA RIO CHOTANO – CHOTA, 2021

ASESOR:
 Dr. Ing. LUIS ALBERTO ORBEGOSO NAVARRO

DIBUJO Y DISEÑO:
 ERLIN DÍAZ LATORRE

REVISÁ:
 Dr. Ing. Luis Alberto Orbegoso Navarro

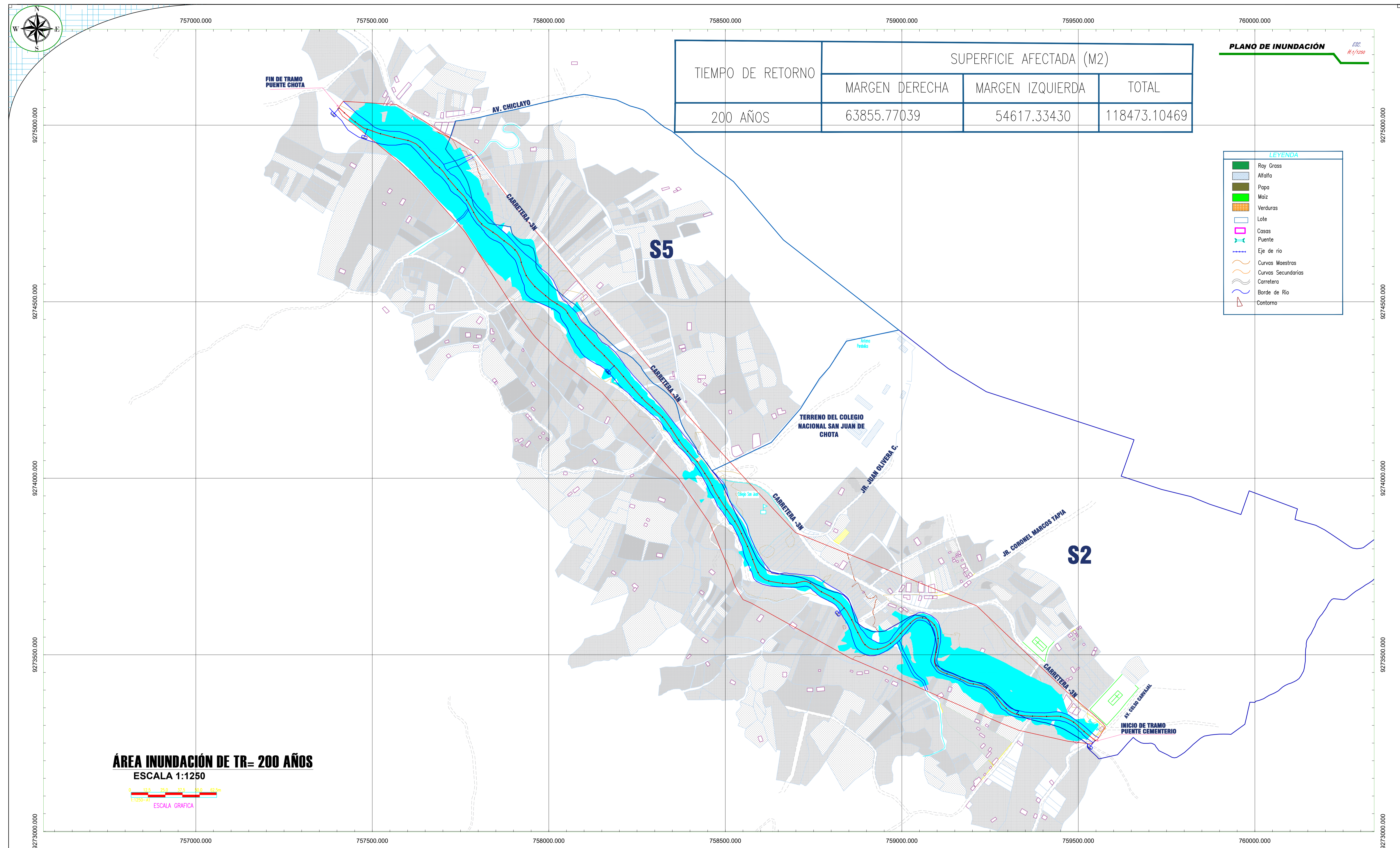
APRUEBA:

PLANO:
ÁREA INUNDACIÓN TR= 100 AÑOS

REGION: CAJAMARCA
 PROVINCIA: CHOTA
 DISTRITO: CHOTA

ESCALA: 1/1250
 FECHA: CHOTA OCTUBRE 202

LAMINA:



TIEMPO DE RETORNO	SUPERFICIE AFECTADA (M2)		
	MARGEN DERECHA	MARGEN IZQUIERDA	TOTAL
200 AÑOS	63855.77039	54617.33430	118473.10469

PLANO DE INUNDACIÓN ESC. 1:1250

LEYENDA

- Ray Cross
- Alfalfa
- Papa
- Maiz
- Verduras
- Lote
- Casas
- Puente
- Eje de rio
- Curvas Mostras
- Curvas Secundarias
- Carretera
- Borde de Rio
- Contorno

ÁREA INUNDACIÓN DE TR= 200 AÑOS
 ESCALA 1:1250

ESCALA GRAFICA

UNIVERSIDAD NACIONAL
 AUTÓNOMA DE CHOTA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: DELIMITACIÓN DE ÁREAS INUNDABLES EN LOS SECTORES 2 Y 5, TRAMO PUENTE CEMENTERIO – PUENTE CHOTA – MICROCUENCA RIO CHOTANO – CHOTA, 2021

ASESOR:
 Dr. Ing. LUIS ALBERTO ORBEGOSO NAVARRO

DIBUJO Y DISEÑO:
 ERLIN DÍAZ LATORRE

REVISÁ:
 Dr. Ing. Luis Alberto Orbegoso Navarro

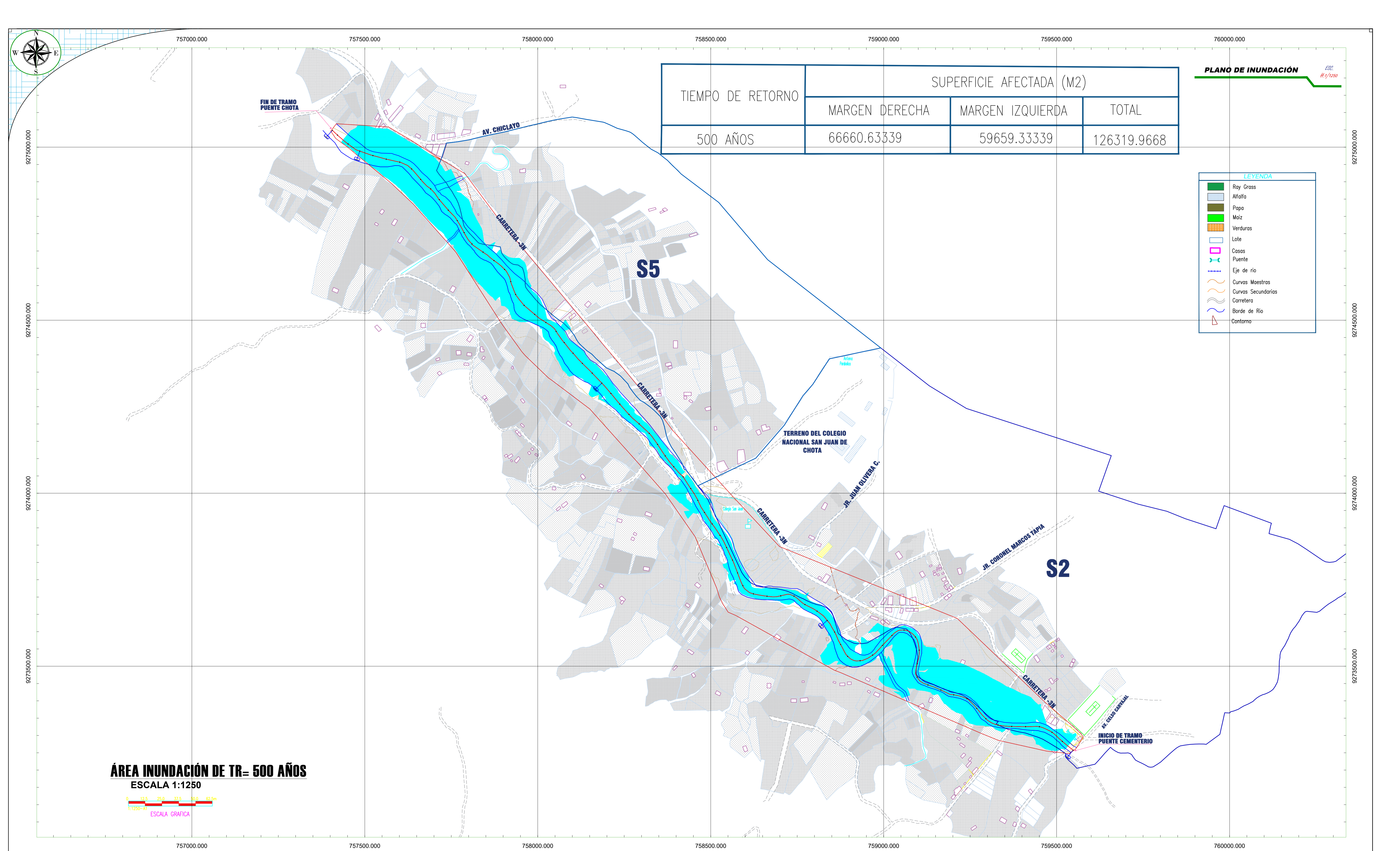
APRUEBA:

PLANO:
 ÁREA INUNDACIÓN TR= 200 AÑOS

REGION: CAJAMARCA
 PROVINCIA: CHOTA
 DISTRITO: CHOTA

ESCALA: 1/1250
 FECHA: CHOTA OCTUBRE 202

LAMINA:
 AI-05



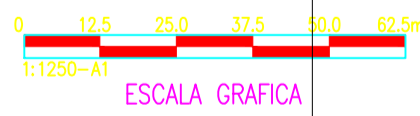
TIEMPO DE RETORNO	SUPERFICIE AFECTADA (M2)		
	MARGEN DERECHA	MARGEN IZQUIERDA	TOTAL
500 AÑOS	66660.63339	59659.33339	126319.9668

PLANO DE INUNDACIÓN ESC. 1:1250

LEYENDA

	Ray Cross
	Allífa
	Papa
	Maiz
	Verduras
	Lote
	Casas
	Puente
	Eje de rio
	Curvas Mostras
	Curvas Secundarias
	Carretera
	Borde de Rio
	Contorno

ÁREA INUNDACIÓN DE TR= 500 AÑOS
ESCALA 1:1250



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE CHOTA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

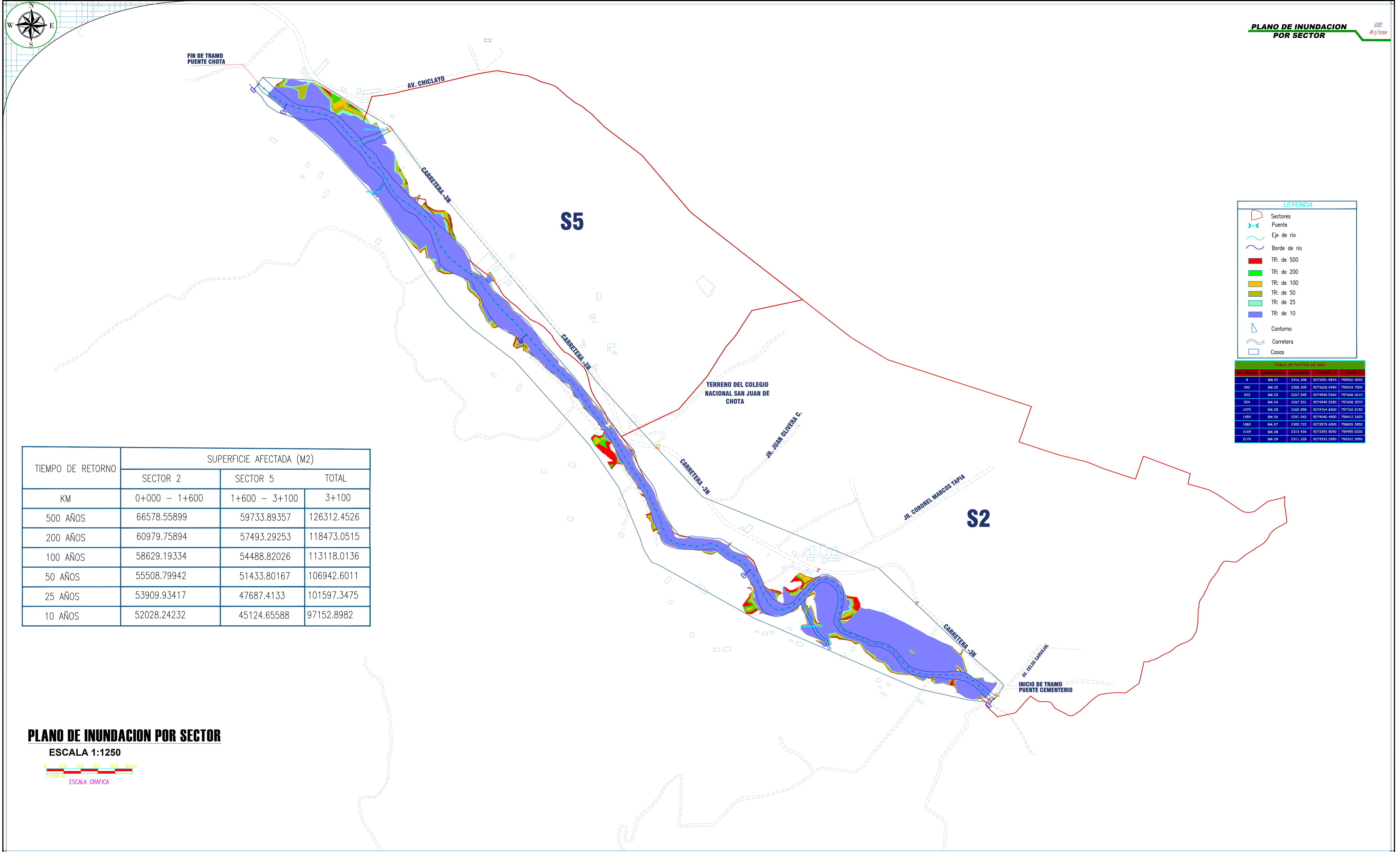
TESIS: DELIMITACIÓN DE ÁREAS INUNDABLES EN LOS SECTORES 2 Y 5, TRAMO PUENTE CEMENTERIO – PUENTE CHOTA – MICROCUENCA RIO CHOTANO – CHOTA, 2021

ASESOR: Dr. Ing. LUIS ALBERTO ORBEGOSO NAVARRO	DIBUJO Y DISEÑO: ERLIN DÍAZ LATORRE	REVISÁ: Dr. Ing. Luis Alberto Orbegoso Navarro
	APRUEBA:	

PLANO:
ÁREA INUNDACIÓN TR= 500 AÑOS

REGION: CAJAMARCA	ESCALA: 1/1250
PROVINCIA: CHOTA	FECHA: CHOTA OCTUBRE 202
DISTRITO: CHOTA	

LAMINA:
AI-06



TIEMPO DE RETORNO	SUPERFICIE AFECTADA (M2)		
	SECTOR 2	SECTOR 5	TOTAL
KM	0+000 - 1+600	1+600 - 3+100	3+100
500 AÑOS	66578.55899	59733.89357	126312.4526
200 AÑOS	60979.75894	57493.29253	118473.0515
100 AÑOS	58629.19334	54488.82026	113118.0136
50 AÑOS	55508.79942	51433.80167	106942.6011
25 AÑOS	53909.93417	47687.4133	101597.3475
10 AÑOS	52028.24232	45124.65588	97152.8982

LEYENDA

- Sectores
- Puente
- Eje de río
- Borde de río
- TR: de 500
- TR: de 200
- TR: de 100
- TR: de 50
- TR: de 25
- TR: de 10
- Contorno
- Carretera
- Casos

N° PUNTO	COORDENADAS	ALTURA EN MTS	NOTAS	EST
9	BM 01	2316.308	9273251.9870	759531.4530
922	BM 02	2308.305	9273628.9490	759034.7500
923	BM 03	2287.545	9274945.5350	757608.3610
924	BM 04	2267.531	9274945.5350	757608.3570
1070	BM 05	2269.598	9274764.8400	757769.9150
1454	BM 06	2291.043	9274040.4900	758412.5420
1880	BM 07	2300.722	9273579.6500	758839.3950
2169	BM 08	2313.436	9273393.5040	759455.0230
2170	BM 09	2311.228	9273533.2950	759322.3950

PLANO DE INUNDACION POR SECTOR



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: DELIMITACIÓN DE ÁREAS INUNDABLES EN LOS SECTORES 2 Y 5, TRAMO PUENTE CEMENTERIO – PUENTE CHOTA – MICROCUENCA RIO CHOTANO – CHOTA, 2021

ASESOR: Dr. Ing. LUIS ALBERTO ORBEGOSO NAVARRO

DIBUJO Y DISEÑO: ERLIN DÍAZ LATORRE

REVISÓ: APRUEBA:

PLANO: AREAS DE INUNDACION POR SECTOR

REGION: CAJAMARCA
PROVINCIA: CHOTA
DISTRITO: CHOTA

ESCALA: 1/1250
FECHA: CHOTA OCTUBRE 2022

LAMINA: PS-01