



Colpa Matara, 11 de enero del 2024.

C.O. N° 03-2024-UI-EPIC

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, Jefe de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, hace constar que el Informe Final de Tesis titulado: **“PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RÍO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023”**, elaborado por los bachilleres en ingeniería civil: **WILLY ALEXANDER NÚNEZ GUEVARA** y **CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO**, para optar el Título Profesional de ingeniero civil, presenta un índice de similitud de 15% excluyendo citas, bibliografía y fuentes que tengan menos de 10 palabras; por lo tanto, cumple con los criterios de evaluación de originalidad establecidos en el acápite g) del artículo 20 del Reglamento de Grados y Títulos UNACH, aprobado mediante la Resolución C.O. N° 120-2022-UNACH con fecha de 03 de marzo de 2022.

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

Miguel Ángel SILVA TARRILLO
INGENIERO CIVIL

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

PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RÍO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

15%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
2	www.repositorio.unach.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	repositorio.unach.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	unach.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	sigrid.cenepred.gob.pe Fuente de Internet	<1%

9	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
10	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
11	repositorio.unac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
12	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
13	sedici.unlp.edu.ar Fuente de Internet	<1 %
14	ddigital.umss.edu.bo:8080 Fuente de Internet	<1 %
15	www.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
16	qdoc.tips Fuente de Internet	<1 %
17	repositorio.unas.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	Submitted to uncedu Trabajo del estudiante	<1 %
19	core.ac.uk Fuente de Internet	<1 %
20	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

21	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	<1 %
22	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
23	Submitted to Universidad Nacional Autonoma de Chota Trabajo del estudiante	<1 %
24	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	<1 %
25	livrosdeamor.com.br Fuente de Internet	<1 %
26	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
27	Submitted to Dumfries and Galloway College Trabajo del estudiante	<1 %
28	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
29	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	<1 %
30	repositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
31	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

32	tesis.unsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
33	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
34	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	<1 %
35	repositorio.unal.edu.co Fuente de Internet	<1 %
36	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
37	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
38	www.veracruz.gob.mx Fuente de Internet	<1 %
39	AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - AMBIDES S.A.C.. "EIA-SD del Proyecto Infraestructura de Disposición Final y Planta de Recuperación y Tratamiento de Residuos Sólidos de la Ciudad de La Merced, Distrito y Provincia de Chanchamayo, Región Junín-IGA0001362", R.D. N° 097-2014/DSB/DIGESA/SA, 2020 Publicación	<1 %
40	Submitted to Webster University Trabajo del estudiante	<1 %

41	chipaya.org Fuente de Internet	<1 %
42	agris.fao.org Fuente de Internet	<1 %
43	rcm.insmet.cu Fuente de Internet	<1 %
44	ENVIRONMENTAL MANAGEMENT & ENGINEERING PERU SAC. "Primer ITS del Proyecto Infraestructura de Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos de Gestión No Municipal - Relleno de Seguridad Majes-IGA0013662", R.D. N° 00100-2021-SENACE-PE/DEIN, 2021 Publicación	<1 %
45	Submitted to Universidad Católica del CIBAO Trabajo del estudiante	<1 %
46	espgerenciadeproyectosinvestigacionll.blogspot.com Fuente de Internet	<1 %
47	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1 %
48	repositorio.ucss.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
49	issuu.com Fuente de Internet	<1 %
50	apirepositorio.unh.edu.pe	

Fuente de Internet

<1 %

51

larepublica.pe

Fuente de Internet

<1 %

52

repositorio.undac.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

53

Submitted to Pontificia Universidad Catolica de Chile

Trabajo del estudiante

<1 %

54

tesis.usat.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

55

www.prevac.org.ni

Fuente de Internet

<1 %

56

tesis.ucsm.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

57

Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Ecuador - PUCE

Trabajo del estudiante

<1 %

58

Submitted to aesanlucas

Trabajo del estudiante

<1 %

59

dspace.esPOCH.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

60

repositorioinstitucional.ufpso.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

61 KNIGHT PIESOLD CONSULTORES S.A.. "Plan de Cierre de Minas del Proyecto de Exploración Los Pircos - Cirato-IGA0012511", R.D. N° 179-2009-MEM/AAM, 2021
Publicación <1 %

62 repositorio.usmp.edu.pe
Fuente de Internet <1 %

63 Submitted to Universidad de Cantabria
Trabajo del estudiante <1 %

64 hal.archives-ouvertes.fr
Fuente de Internet <1 %

65 noticiasbc.info
Fuente de Internet <1 %

66 repositorio.untumbes.edu.pe
Fuente de Internet <1 %

67 repositorio.uwiener.edu.pe
Fuente de Internet <1 %

68 PACIFIC PROTECCION INTEGRAL DE RECURSOS (PIR) SOCIEDAD ANONIMA CERRADA. "ITS Reubicación de 53 Pozos de Desarrollo y sus Facilidades de Producción en la Zona A del Lote IV-IGA0001357", R.D. N° 00052-2019-SENACE-PE/DEAR, 2022
Publicación <1 %

69 SRK CONSULTING (PERU) S.A.. "DIA del Proyecto Planta de Pirólisis para la <1 %

Revalorización de NFU-IGA0004033", R.D. N°
00009-2020-SENACE-PE/DEIN, 2021

Publicación

70

Submitted to Universidad Cooperativa de
Colombia

Trabajo del estudiante

<1 %

71

Submitted to Universidad Privada del Norte

Trabajo del estudiante

<1 %

72

novascientia.delasalle.edu.mx

Fuente de Internet

<1 %

73

orcid.org

Fuente de Internet

<1 %

74

repositorio.unprg.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

75

HIDROSUELOS S.A.S., SUCURSAL DEL PERU.
"Instrumento de Gestión Ambiental
Complementario al SEIA, del Proyecto
Recuperación de Áreas Degradadas por
Residuos Sólidos en el Sector Rosa Roja,
Distrito de Pariñas, Provincia de Talara,
Departamento de Piura-IGA0020976", R.S. N°
001-2022-SGAS-GSP-MPT, 2022

Publicación

<1 %

76

es.scribd.com

Fuente de Internet

<1 %

77

repositorio.ana.gob.pe

Fuente de Internet

<1 %

78

repositorio.umsa.bo

Fuente de Internet

<1 %

79

CESEL S A. "EIA-SD del Proyecto Línea de Transmisión en 220 kV S.E. Carabayllo - S.E. Nueva Jicamarca-IGA0003081", R.D. N° 352-2013-MEM/AEE, 2020

Publicación

<1 %

80

ECOGESTION CONSULTORES S.A.C.. "EIA-SD para el Traslado Físico con Innovación Tecnológica de la Planta de Harina de la Planta de 25 t/h de Capacidad del Distrito de Tambo de Mora, Ica, hacia la Planta de Harina de 84 t/h de Capacidad Ubicada en el Distrito de Caleta de Carquin, Lima-IGA0002145", R.D. N° 101-2019-PRODUCE/DGAAMPA, 2020

Publicación

<1 %

81

revista.profesionaldelainformacion.com

Fuente de Internet

<1 %

82

www.bioone.org

Fuente de Internet

<1 %

83

Submitted to Escuela Superior Politécnica del Litoral

Trabajo del estudiante

<1 %

84

Submitted to Universidad Anahuac México
Sur

Trabajo del estudiante

<1 %

85

Submitted to Universidad Autónoma
Latinoamericana

Trabajo del estudiante

<1 %

86

shs.mpusd.net

Fuente de Internet

<1 %

87

www.actaodontologica.com

Fuente de Internet

<1 %

88

www.dspace.uce.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

89

www.riversnetwork.org

Fuente de Internet

<1 %

90

RISCO MENDOZA JOSE CARLOS. "DIA del Proyecto Infraestructura de Disposición Final de los Residuos Sólidos de la Ciudad de Cangallo y Comunidades de Mollebamba y Huahuapuquio del Distrito de Cangallo y la Ciudad de Pampa Cangallo y las Comunidades de Coraspampa, Huallchancca, Jatunpampa y Pacopata del Distrito de los Morochucos - Cangallo - Ayacucho-IGA0001219", R.D. N° 165-2013/DSB/DIGESA/SA, 2020

Publicación

<1 %

91	SERV GEOGRAFICOS Y MEDIO AMBIENTE SAC. "EIA-D del Proyecto Desarrollo e Instalaciones de Producción del Lote 131-IGA0001086", R.D. N° 108-2017-SENACE/DCA, 2021 Publicación	<1 %
92	Submitted to Universidad Tecnologica de los Andes Trabajo del estudiante	<1 %
93	fr.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
94	journal.sepln.org Fuente de Internet	<1 %
95	ndl.ethernet.edu.et Fuente de Internet	<1 %
96	pirhua.udep.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
97	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
98	repositorio.gestiondelriesgo.gov.co Fuente de Internet	<1 %
99	unamglobal.unam.mx Fuente de Internet	<1 %
100	wiki2.org Fuente de Internet	<1 %

101	www.pulox.de Fuente de Internet	<1 %
102	ERM PERU S.A.. "EIA para la Ampliación del Programa de Exploración y Desarrollo en el Lote 88-IGA0000175", R.D. N° 035-2014-MEM/AAE, 2020 Publicación	<1 %
103	Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego Trabajo del estudiante	<1 %
104	dspace.ueb.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
105	elbuho.pe Fuente de Internet	<1 %
106	rcnorandina.unach.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
107	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
108	repositoriotec.tec.ac.cr Fuente de Internet	<1 %
109	tesis.pucp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
110	vbook.pub Fuente de Internet	<1 %

www.arrakis.nl

111

Fuente de Internet

<1 %

112

www.clubensayos.com

Fuente de Internet

<1 %

113

www.frequence-mauges.fr

Fuente de Internet

<1 %

114

www.researchgate.net

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 10 words

Excluir bibliografía

Activo

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
CHOTA**

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



**PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR
DESBORDE DEL RÍO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA
I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023
TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

Presentado por:

WILLY ALEXANDER NÚNEZ GUEVARA

CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO

Asesor:

Dr. Ing. LUIS ALBERTO ORBEGOSO NAVARRO

Chota – Perú

2024

**PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR
DESBORDE DEL RÍO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA
HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023**

POR:

WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA


CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO

**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. Luis Ángel Mozo Cruz

PRESIDENTE



Mg. Ing. Jefferson Ruiz Cachi

SECRETARIO



Mg. Ing. Claudia Emilia Benavidez Núñez

VOCAL



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

Ley de Creación N° 29531

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

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los miembros del jurado de tesis que suscriben, reunidos en el segundo piso de la oficina de Incuba local Central- UNACH, para escuchar y evaluar la sustentación presentado por los Bachilleres: **Willy Alexander Núñez Guevara y Cristhian Antony Ruiz Idrogo**, denominado: **“PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RÍO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023”**; escuchada la sustentación, las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas, la declaramos:

16 (Dieciséis)

CON EL CALIFICATIVO (*)

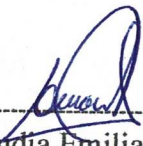
Mención Honrosa.

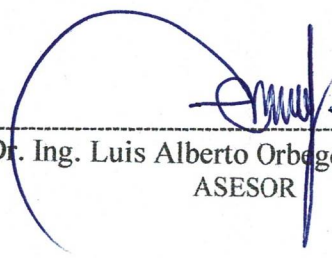
En consecuencia, se le declara **EXPEDITO** para conferirle el Título de Ingeniero civil, elevando la presente acta al coordinador de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería a fin de que se emita el acto resolutivo., en conformidad con la ley universitaria y el estatuto de la Universidad.

Chota, 08 de marzo de del 2024


Mg. Ing. Luis Ángel Mozo Cruz
PRESIDENTE


Mg. Ing. Jefferson Ruiz Cachi
SECRETARIO


Mg. Ing. Claudia Emilia Benavidez Núñez
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 honrosa); (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

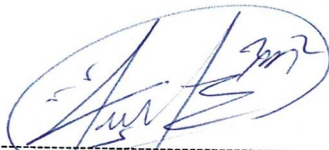
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



ACTA DE CONFORMIDAD DE TESIS

Los miembros del jurado, luego de evaluar la Tesis denominada: **“PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RÍO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023”**; presentado por los Bachilleres **Willy Alexander Núñez Guevara y Cristhian Antony Ruiz Idrogo**, sustentada el día de 08 de marzo del 2024, por Resolución de Coordinación N°031-2024-FCI/UNACH, la declaramos **CONFORME**.


Chota, 15 de marzo del 2024



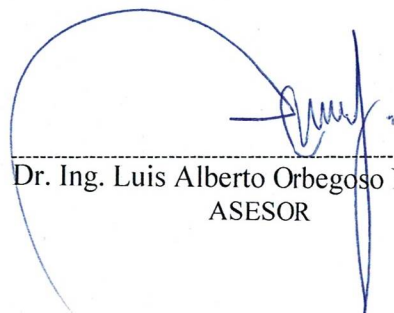
Mg. Ing. Luis Ángel Mozo Cruz
PRESIDENTE



Mg. Ing. Jefferson Ruiz Cachi
SECRETARIO



Mg. Ing. Claudia Emilia Benavidez Núñez
VOCAL



Dr. Ing. Luis Alberto Orbegoso Navarro
ASESOR

DEDICATORIA

Con todo nuestro amor y gratitud, dedicamos este trabajo de investigación sobre un plan de contingencia frente a inundaciones en los ciudadanos de Lajas. A lo largo de esta ardua labor, hemos comprendido profundamente la necesidad de proteger y preservar lo que más valoramos: nuestras familias, vecinos y nuestro hermoso entorno natural.

A nuestros padres, quienes desde nuestro primer suspiro nos alentaron a explorar el mundo y seguir nuestros sueños. Su apoyo incondicional y amor inquebrantable nos han dado la fuerza necesaria para enfrentar cada desafío y obstáculo que hemos encontrado en el camino.

A nuestros amigos y compañeros de estudio, quienes han sido nuestra fuente constante de motivación e inspiración. Su compañía alegre y palabras de aliento nos han recordado que no estamos solos en este viaje académico, y que juntos podemos lograr grandes cosas.

WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA

CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO

AGRADECIMIENTOS

Cuando embarcamos en la aventura de investigar un plan de contingencia frente a inundaciones en Lajas, nunca imaginamos la magnitud del aprendizaje que nos esperaba. Durante este arduo proceso, hemos tenido la inmensa fortuna de contar con el apoyo y colaboración de personas maravillosas que merecen nuestro más sincero agradecimiento.

Agradecemos de manera especial a los residentes de Lajas, quienes han compartido con nosotros sus experiencias y conocimientos locales. Vuestra hospitalidad, paciencia y sabiduría han sido vitales para la construcción de un plan de contingencia que realmente refleje las necesidades y particularidades de vuestra comunidad.

Expresamos también nuestro agradecimiento al Dr. Ing. Luis Alberto Orbegoso Navarro, asesor de tesis, cuyo respaldo y orientación nos han brindado una guía sólida para el desarrollo de este proyecto. Vuestras enseñanzas y comentarios constructivos nos han ayudado a superar obstáculos y a crecer como investigadores. Vuestra dedicación y compromiso con nuestra formación académica nos llenan de gratitud y admiración.

Por último, pero no menos importante, agradecemos a nuestras familias. Vuestra comprensión, paciencia y constante ánimo son verdaderamente invaluable. Gracias por creer en nosotros y por ser nuestro mayor sostén en cada paso de este proceso.

Con infinita gratitud,

WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA

CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	16
1.1. Planteamiento del problema	16
1.2. Formulación del problema	19
1.3. Justificación	19
1.4. Delimitación de la investigación	20
1.5. Limitaciones	22
1.6. Objetivos	23
1.6.1. Objetivo general.....	23
1.6.2. Objetivos específicos	23
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	24
2.1. Antecedentes	24
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	24
2.1.2. Antecedentes nacionales	30
2.1.3. Antecedentes regionales	33
2.2. Bases teórico – científicas	34
2.2.1. Teoría prospectiva para gestionar el riesgo	34
2.2.2. Teoría proactiva para gestionar el riesgo	36
2.3. Marco conceptual	38
2.3.1. Inundación fluvial	38
2.3.2. Hidrología de la cuenca y su red para modelar la inundación fluvial.....	40
2.3.3. Riesgo por inundación fluvial.....	52
2.3.4. Plan de contingencia frente a inundaciones	59
2.3.5. Medidas de control de inundación	60
2.4. Hipótesis	69
2.5. Operacionalización de variables	69

2.5.1. Variable independiente INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RÍO	70
2.5.2. Variable dependiente: PLAN DE CONTINGENCIA	70
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO	73
3.1. Tipo y nivel de investigación	73
3.2. Diseño de investigación	74
3.3. Métodos de investigación	75
3.4. Población, muestra y muestreo	77
3.4.1. Población	77
3.4.2. Muestreo	78
3.4.3. Muestra	78
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	79
3.5.1. Técnicas de recolección de los datos	79
3.5.2. Instrumentos para la recolección de los datos	80
3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	81
3.6.1. Proceso de obtención de los datos	81
3.6.2. Procesamiento de datos.....	114
3.6.3. Análisis de datos	115
3.7. Aspectos éticos	116
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	118
4.1. Descripción de resultados.....	118
4.1.1. Riesgo de inundación por desborde del río Chotano en Lajas.....	118
4.1.2. Identificación de propuestas para la contención del desborde del río Chotano	139
4.1.3. Eficiencia de la descolmatación del río Chotano en Lajas	143
4.1.4. Eficiencia de la propuesta estructural (muros de contención)	151
4.2. Contratación de hipótesis.....	160
4.3. Discusión de resultados.....	162
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	167
5.1. Conclusiones	167
5.2. Recomendaciones y/o sugerencias	168

CAPÍTULO VI. REFERENCIAS	169
CAPÍTULO VII. ANEXOS	180
Anexo A. Matriz de consistencia.....	180
Anexo B. Propuesta de plan de contingencia ante inundaciones por desborde del río Chotano, sector la Retama hasta la I.E.S. Anaximandro Vega	181
7.1. GENERALIDADES.....	181
7.1.1. Introducción.....	181
7.1.2. Objetivos.....	182
7.1.3. Responsabilidades.....	183
7.2. ANTES DE LA CONTINGENCIA	184
7.3. DURANTE LA CONTINGENCIA	190
7.3.1. Procedimientos de respuesta.....	190
7.4. DESPUÉS DE LA CONTINGENCIA.....	191
7.4.1. Plan de evacuación y refugio seguro	191
7.4.2. Plan de recuperación.....	193
7.5. IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE CONTINGENCIA.....	196
7.5.1. Validación y adopción del plan	196
7.5.2. Revisión del plan de prevención y mitigación.....	196
Anexo C. Panel fotográfico	197
Anexo D. Parámetros geomorfológicos de las cuencas.....	212
Anexo E. Análisis hidrológico de caudales máximos	213
Anexo F. Formato de “Identificación de Amenazas y Análisis de Vulnerabilidad Física” de INDECI (2011)	214
Anexo G. Análisis de Vulnerabilidad Física	215
Anexo H. Análisis del Riesgo.....	216
Anexo I. Estudio de mecánica de suelos	217
Anexo J. Diseño de muro de contención en voladizo.....	218
Anexo K. Planos	219

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Características según el tipo de cuenca	41
Tabla 2	Categoría de la Cuenca según el Índice de Compacidad.....	42
Tabla 3	Categoría de la Cuenca según la Pendiente	42
Tabla 4	Tr en base al Riesgo Admisible y la Vida Útil de las Obras	46
Tabla 5	Matriz de Determinación del Peligro	53
Tabla 6	Matriz de Peligro.....	53
Tabla 7	Matriz: Uso del Lote	55
Tabla 8	Matriz: Localización	55
Tabla 9	Matriz: Estado de Conservación	55
Tabla 10	Matriz: Sistema Constructivo.....	55
Tabla 11	Matriz: Material Predominante Piso.....	56
Tabla 12	Matriz: Material Predominante Techo	56
Tabla 13	Matriz: Material Predominante Pared	56
Tabla 14	Matriz: Número de Pisos de la Edificación.....	56
Tabla 15	Matriz: Servicios Básicos: Agua	56
Tabla 16	Matriz: Servicios Básicos: Desagüe.....	57
Tabla 17	Matriz: Servicios Básicos: Alumbrado.....	57
Tabla 18	Matriz: Obras de Mitigación	57
Tabla 19	Matriz de Vulnerabilidad	57
Tabla 20	Matriz de Riesgo (ponderaciones).....	58
Tabla 21	Matriz de Operacionalización	72
Tabla 22	Tipo de Investigación	74
Tabla 23	Parámetro Geomorfológicos de las Cuencas en Lajas	87
Tabla 24	Análisis de Modelos de Distribución, Estación Chota	91
Tabla 25	Análisis de Modelos de Distribución, Estación Chotano Lajas	91
Tabla 26	Precipitaciones Máximas de 24 h corregidas, Estación Chota	92
Tabla 27	Precipitaciones Máximas de 24 h corregidas, Estación Chotano Lajas	92
Tabla 28	Precipitaciones Traspuestas a la Subcuenca del Río Chotano.....	93
Tabla 29	Precipitaciones Traspuestas a la Microcuenca del Río Jalqueño	93
Tabla 30	Análisis de la Curva Número	94
Tabla 31	Insumos para la Formulación del Hidrograma Sintético de Diseño.....	96
Tabla 32	Caudales Máximos Obtenidos del Modelo Hidrológico en HEC-HMS.....	101
Tabla 33	Calificación y Cuantificación del Peligro a Inundación Fluvial	103
Tabla 34	Criterios de Ponderación de la Vulnerabilidad Física	104

Tabla 35	Calificación y Cuantificación de la Vulnerabilidad a Inundación Fluvial	105
Tabla 36	Calificación y Cuantificación del Riesgo a Inundación Fluvial.....	106
Tabla 37	Ubicación de las Calicatas en el Trayecto del Borde del Río Chotano en Lajas.....	107
Tabla 38	Propiedades Físico Mecánicas del Suelo del Borde del Río Chotano en Lajas	111
Tabla 39	Superficie de Inundación por Desborde del Río Chotano	118
Tabla 40	Nivel de Peligro por Inundación Fluvial del Río Chotano en Lajas.....	123
Tabla 41	Uso del Suelo o Lotes en la Llanura del Río Chotano en Lajas	127
Tabla 42	Localización del Lote en la Llanura del Río Chotano en Lajas	127
Tabla 43	Estado de Conservación de la Edificación en la Llanura del Río Chotano en Lajas.	128
Tabla 44	Sistema Constructivo de la Edificación en la Llanura del Río Chotano en Lajas	129
Tabla 45	Material Predominante del Piso de la Edificación en la Llanura del Río Chotano en Lajas	129
Tabla 46	Material Predominante del Techo de la Edificación en la Llanura del Río Chotano en Lajas	130
Tabla 47	Material Predominante de la Pared de la Edificación en la Llanura del Río Chotano en Lajas	131
Tabla 48	Número de Pisos de la Edificación en la Llanura del Río Chotano en Lajas	131
Tabla 49	Tipo de Sistema de Agua Potable del Lote en la Llanura del Río Chotano en Lajas.....	132
Tabla 50	Tipo de Sistema de Desagüe del Lote en la Llanura del Río Chotano en Lajas.....	133
Tabla 51	Tipo de Alumbrado del Lote en la Llanura del Río Chotano en Lajas.....	133
Tabla 52	Tipo de Obras de Protección del Lote en la Llanura del Río Chotano en Lajas	134
Tabla 53	Vulnerabilidad a Inundación por Desborde del Río Chotano en Lajas	135
Tabla 54	Riesgo de Inundación por Desborde del Río Chotano en Lajas	137
Tabla 55	Áreas de Inundación del Río Chotano, Sector La Retama – I.E.S. Anaximandro Vega en Lajas	140
Tabla 56	Superficies de Inundación en Cada Tramo de Descolmatación del Río Chotano en Lajas	143
Tabla 57	Parámetros de Descolmatación del Km 0+000 al Km 1+600 del Río Chotano, Lajas	148
Tabla 58	Comparación de las Áreas de Inundación con y sin Descolmatación del Río Chotano en Lajas	149
Tabla 59	Datos Hidrológicos para Diseño del Muro en Voladizo	154
Tabla 60	Datos de Mecánica de Suelos para Diseño del Muro en Voladizo.....	155
Tabla 61	Verificación de Estabilidad del Muro en Voladizo	156
Tabla 62	Comparación de las Áreas de Inundación con y sin Muros de Contención del Río Chotano en Lajas.....	158
Tabla 63	Datos para el Análisis Estadístico	161

Tabla 64 Estadísticas Descriptivas de la Eficiencia de Contención de la Inundación de las Propuestas Planteadas	161
Tabla 65 Prueba Estadística t-student de la Eficiencia de Contención de la Inundación de las Propuestas Planteadas	161
Tabla 66 Peligro, Vulnerabilidad, Riesgo a Inundación, Río Chotano, Lajas.....	186

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Zonas Críticas frente a Inundaciones en Lajas según SIGRID	18
Figura 2	Función de la Teoría Prospectiva de Kahneman & Tversky's	35
Figura 3	Modelo Reactivo y la Antifragilidad Asociada a Riesgos de Inundación	37
Figura 4	Vista de una Inundación Fluvial (a) en Elevación y (b) en el Plano Horizontal.....	38
Figura 5	Proceso del Modelamiento Hidrológico e Hidráulico de Inundaciones	39
Figura 6	Delimitación de una cuenca.....	40
Figura 7	Formas de Precipitación	44
Figura 8	Esquema de Formación de las Curvas IDF.....	47
Figura 9	Modelo de Simulación Hidráulica con HEC-RAS	51
Figura 10	Representación del Riesgo por Inundación Fluvial	52
Figura 11	Tipos de Vulnerabilidad frente a Inundaciones	54
Figura 12	Matriz de Riesgo (combinaciones)	58
Figura 13	Proceso de un Plan de Contingencia.....	59
Figura 14	Algunas Medidas de Control Frente a Inundaciones	60
Figura 15	Tipos de Medidas de Control de Inundaciones.....	61
Figura 16	Medidas Temporales: Descolmatación del río.....	62
Figura 17	Medidas Estructurales Permanentes	63
Figura 18	Dimensionamiento del Muro de Contención en Voladizo.....	64
Figura 19	Diagrama de Esfuerzos en Gaviones	67
Figura 20	Diseño de Investigación.....	76
Figura 21	Mapa de ubicación de la Ciudad de Lajas – Río Chotano	77
Figura 22	Ríos que, Confluyen en la Ciudad de Lajas.....	78
Figura 23	Vista de la Ciudad de Lajas en el Trayecto de Estudio.....	81
Figura 24	Mapa de Pendientes de la Ribera del Río Chotano.....	82
Figura 25	Mapa Geológico de la Ribera del Río Chotano	82
Figura 26	Mapa Geomorfológico de la Ribera del Río Chotano	83
Figura 27	Mapa de Uso del Suelo de la Ribera del Río Chotano.....	83
Figura 28	Proceso de Estacionamiento para el Levantamiento Topográfico	85
Figura 29	Toma de Puntos Topográficos en la Sección Transversal del Río.....	85
Figura 30	Proceso de Delimitación de Subcuenca del Río Chotano	86
Figura 31	Subcuenca del Río Chotano.....	88
Figura 32	Microcuenca del Río Jalqueño.....	88
Figura 33	Estación Chotano Lajas	89
Figura 34	Análisis de Datos Atípicos, Estación Chota	90

Figura 35	Análisis de Datos Atípicos, Estación Chotano Lajas.....	90
Figura 36	Número de Curva para Condiciones Húmedas – Subcuenca del Río Chotano	94
Figura 37	Número de Curva para Condiciones Húmedas – Microcuenca del Río Jalqueño	95
Figura 38	Definición de Parámetros para el Modelamiento Hidrológico de la Microcuenca del Río Jalqueño.....	96
Figura 39	Hidrograma para la Subcuenca del Río Chotano, Tr 10 años.....	97
Figura 40	Hidrograma para la Subcuenca del Río Chotano, Tr 50 años.....	97
Figura 41	Hidrograma para la Subcuenca del Río Chotano, Tr 100 años.....	98
Figura 42	Hidrograma para la Subcuenca del Río Chotano, Tr 500 años.....	98
Figura 43	Definición de Parámetros para el Modelamiento Hidrológico de la Microcuenca del Río Jalqueño.....	99
Figura 44	Hidrograma para la Microcuenca del Río Jalqueño, Tr 10 años.....	99
Figura 45	Hidrograma para la Microcuenca del Río Jalqueño, Tr 50 años.....	100
Figura 46	Hidrograma para la Microcuenca del Río Jalqueño, Tr 100 años.....	100
Figura 47	Modelo de Flujo del Río Chotano en HEC-RAS.....	102
Figura 48	Aplicación del Instructivo de INDECI (2011) en Lajas	103
Figura 49	Ubicación de Calicatas en el Río Chotano, Lajas	107
Figura 50	Excavación de la Calicata 3 en la I.E.S. Anaximandro Vega	108
Figura 51	Excavación de la Calicata 10 en la Progresiva 2+000 km.....	108
Figura 52	Ensayos Físico – Mecánicos al Suelo de la Rivera del Río Chotano.....	110
Figura 53	Superficie de Inundación para Tr 10 años	119
Figura 54	Superficie de Inundación para Tr 50 años	119
Figura 55	Superficie de Inundación para Tr 100 años	120
Figura 56	Superficie de Inundación para Tr 140 años	120
Figura 57	Superficie de Inundación para Tr 500 años	121
Figura 58	Mapa de Peligro por Inundación Fluvial del Río Chotano en Lajas.....	124
Figura 59	Uso del Suelo o Lotes en la Llanura del Río Chotano en Lajas.....	127
Figura 60	Localización del Lote en la Llanura del Río Chotano en Lajas.....	128
Figura 61	Estado de Conservación de la Edificación en la Llanura del Río Chotano en Lajas	128
Figura 62	Sistema Constructivo de la Edificación en la Llanura del Río Chotano en Lajas ..	129
Figura 63	Material Predominante del Piso de la Edificación en la Llanura del Río Chotano en Lajas	130
Figura 64	Material Predominante del Techo de la Edificación en la Llanura del Río Chotano en Lajas	130
Figura 65	Material Predominante de la Pared de la Edificación en la Llanura del Río Chotano en Lajas	131

Figura 66	Número de Pisos de la Edificación en la Llanura del Río Chotano en Lajas	132
Figura 67	Tipo de Sistema de Agua Potable del Lote en la Llanura del Río Chotano en Lajas	132
Figura 68	Tipo de Sistema de Desagüe del Lote en la Llanura del Río Chotano en Lajas	133
Figura 69	Tipo de Alumbrado del Lote en la Llanura del Río Chotano en Lajas	134
Figura 70	Tipo de Obras de Protección del Lote en la Llanura del Río Chotano en Lajas	134
Figura 71	Mapa de Vulnerabilidad a Inundación por Desborde del Río Chotano en Lajas.....	136
Figura 72	Mapa de Riesgo de Inundación por Desborde del Río Chotano en Lajas.....	138
Figura 73	Sección km 2+480 del Río Chotano, Sector La Retama – I.E.S. Anaximandro Vega en Lajas	140
Figura 74	Sección km 1+920 del Río Chotano, Sector La Retama – I.E.S. Anaximandro Vega en Lajas	141
Figura 75	Sección km 0+500 del Río Chotano, Sector La Retama – I.E.S. Anaximandro Vega en Lajas	141
Figura 76	Áreas de Inundación del Río Chotano, Sector La Retama – I.E.S. Anaximandro Vega en Lajas	142
Figura 77	Sección del Tramo 1, para Identificar Profundidad de Descolmatación en Base a la Altura de Agua Desbordada	144
Figura 78	Sección del Tramo 1, para Identificar Profundidad de Descolmatación en Base a la Altura de Agua Desbordada	144
Figura 79	Sección del Tramo 1, para Identificar Profundidad de Descolmatación en Base a la Altura de Agua Desbordada	145
Figura 80	Tramos de Descolmatación en el Río Chotano, del Km 0+000 al Km 1+600, Lajas	146
Figura 81	Inundación Después de la Descolmatación del Río Chotano, del Km 0+000 al Km 1+600, Lajas, para Tr 500 años	150
Figura 82	Ubicación del Muro de Contención	151
Figura 83	Tirante Máximo (7.50 m) del Agua Desborda del Río Chotano en el Tramo de Km 2+060 a Km 2+648, Lajas	153
Figura 84	Datos para Diseño del Muro en Voladizo.....	155
Figura 85	Predimensionamiento del Muro en Voladizo	156
Figura 86	Dimensiones del Muro en Voladizo (Diseño Final)	157
Figura 87	Inundación Después de la Descolmatación del Río Chotano, del Km 2+060 al Km 2+648, Lajas, para Tr 500 años	159
Figura 88	Peligro, Vulnerabilidad, Riesgo a Inundación, Río Chotano, Lajas	187
Figura 89	Evacuación y Albergues Temporales	193

RESUMEN

La inundación es un peligro natural que genera cuantiosas pérdidas humanas y económicas. El objetivo de la investigación fue elaborar el plan de contingencia ante inundaciones por desborde del río Chotano a partir del sector La Retama hasta la I.E.S. Anaximandro Vega en Lajas. El tipo de investigación fue básica y descriptiva. El método de trabajo consistió en el levantamiento topográfico de 2.648 Km del cauce del río Chotano desde el sector La Retama hasta la I.E. Anaximandro Vega. También se delimitó la subcuenca del río Chotano para determinar sus parámetros morfométricos y los caudales de aporte; se utilizó data de las estaciones meteorológicas Chota (50 años) y Chotano – Lajas (36 años), las que se ajustan a los modelos Gamma 3 parámetros y Gamma 2 parámetros. El modelamiento hidrológico se hizo a través del programa HEC-HMS, estimando caudales máximos en el punto de confluencia del río Jalqueño con el río Chotano: 627.70, 823.90, 901.10, 937.60 y 1069.10 m³/s, para diferentes tiempos de retorno: 10, 50, 100, 140 y 500 años, respectivamente. Con esta información se procedió a estimar el riesgo de inundación aplicando el Manual de INDECI. De esta manera, en función a que el riesgo de inundación es muy alto (28.77%) respecto al área de inundación, se propone la descolmatación del cauce del río en los kilómetros 0+000 a 1+600 y construcción de muros de contención a partir del Km 2+060 al 2+648, para un tiempo de retorno de 140 años, concluyendo que son las mejores propuestas para reducir y/o controlar los desbordes de las aguas pluviales extraordinarias del río Chotano. En términos finales, se concluye que, las propuestas del Plan de Contingencias reducirían los efectos de las inundaciones en un 90.39%.

Palabras clave: Descolmatación, muro de contención en voladizo, riesgo de inundación fluvial.

ABSTRACT

Flooding is a natural hazard that generates considerable human and economic losses. The objective of the research was to develop a contingency plan for floods caused by overflowing of the Chotano River from the La Retama sector to the I.E.S. Anaximandro Vega in Lajas. The type of research was basic and descriptive. The work method consisted of a topographic survey of 2,648 km of the Chotano riverbed from the La Retama sector to Anaximandro Vega High School. The Chotano river sub-basin was also delimited to determine its morphometric parameters and inflows; data from the Chota (50 years) and Chotano - Lajas (36 years) meteorological stations were used, which fit the Gamma 3-parameter and Gamma 2-parameter models. The hydrological modeling was done through the HEC-HMS program, estimating maximum flows at the confluence point of the Jalqueño river with the Chotano river: 627.70, 823.90, 901.10, 937.60 and 1069.10 m³/s, for different return times: 10, 50, 100, 100, 140 and 500 years, respectively. With this information, we proceeded to estimate the flood risk by applying the INDECI Manual. Thus, since the flood risk is very high (28.77%) with respect to the flooding area, it is proposed that the riverbed be drained from kilometers 0+000 to 1+600 and that retaining walls be built from km 2+060 to 2+648, for a return time of 140 years, concluding that these are the best proposals to reduce and/or control the overflows of extraordinary rainwater from the Chotano River. In final terms, it is concluded that the proposals of the Contingency Plan would reduce the effects of flooding by 90.39%.

Key words: Flood control, cantilevered retaining wall, fluvial flood risk.

CAPÍTULO I.

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

La inundación es el peligro natural más común y costoso en cuanto a pérdidas humanas y económicas en todo el mundo, se estima que, más de un tercio de la superficie terrestre del mundo es propensa a inundaciones (Mind'je et al., 2019). A principios del 2017, la zona noreste de Perú experimentó una serie de inundaciones devastadoras en Lima, Piura, Trujillo, Lambayeque, Cajamarca entre otras; los aguaceros sostenidos de ese año provocaron graves inundaciones y deslizamientos de tierra matando a 114 personas y afectando a otras 184 000 (Son et al., 2020); por tanto, la magnitud de los impactos y el carácter irreversible de los daños inducidos por las inundaciones hacen necesaria la ejecución de medidas de mitigación y control de inundaciones (Mind'je et al., 2019).

La provincia de Chota no está exenta del peligro de inundación; sus características geomorfológicas, geológicas y de pendiente, condicionan la ocurrencia de inundaciones, frente a precipitaciones pluviales extremas, sobre todo en aquellas ciudades en las que el río pasa cerca de la ciudad, tal como, el cauce del río Chotano (subcuenca del Chotano) pasa por la ciudad de Lajas.

Existen diversos antecedentes de lluvias extremas que, vienen produciendo inundaciones en el distrito de Lajas, entre estos eventos se destacan los suscitados: El 23 de marzo del 2009, el incremento del caudal del río Chotano a la altura del puente rojo provocó la interrupción de la vía al Túnel Conchano, afectando también a los sembríos de maíz y pastizales de todo su recorrido hacia la ciudad de Lajas (RTV Chota, 2009); el 26 de marzo 2009, el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI, 2009) informó del desborde del río Chotano que,

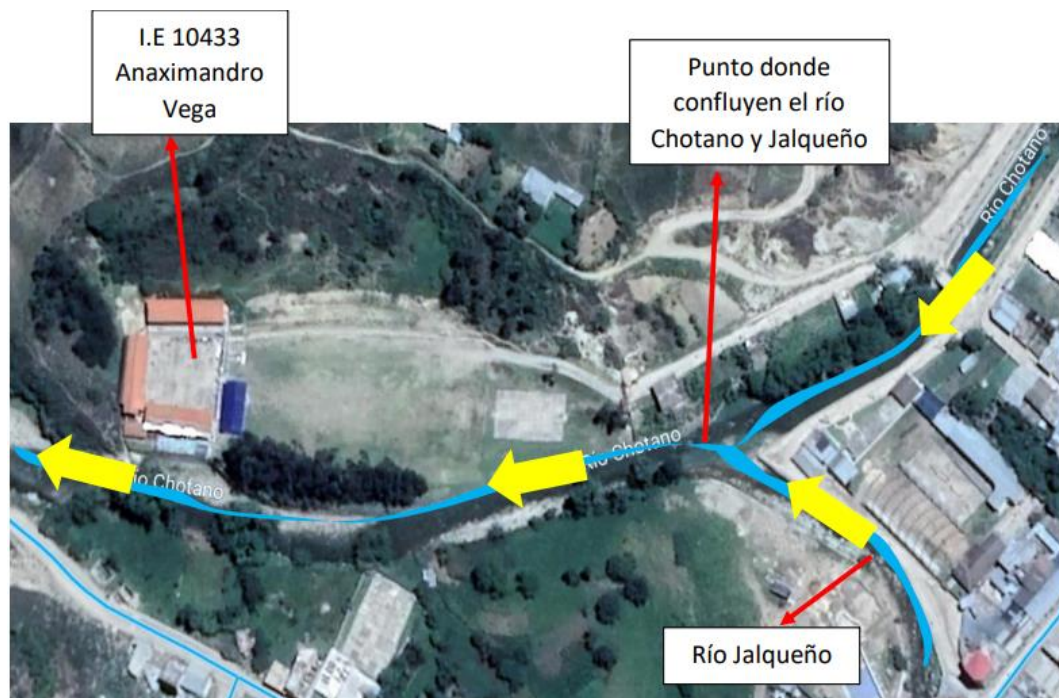
ocasionó el colapso de dos viviendas, 50 viviendas afectadas, pérdidas de animales menores, afectando a 250 personas y 200 m de carretera; el 17 de marzo del 2010, el desborde del río Jalqueño y el río Chotano generó la inundación de viviendas, pérdida de cultivos y animales menores en sus recorridos naturales, afectando significativamente a la I.E.S. Anaximandro Vega cuando sus aguas se unen a partir del puente La Retama y se desbordan hacia su margen derecha (Enlace Nacional, 2010); el 04 de marzo del 2013 el desborde del río Chotano, cubrió casi todo el primer piso de la I.E.S. Anaximandro Vega en la localidad de Lajas (Gobierno Regional de Cajamarca, 2013); el 26 de mayo 2017, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS, 2017) tuvo a bien ampliar el estado de emergencia en Lajas, por desastre a causa de las precipitaciones suscitadas durante los meses de abril a junio que, afectaron a 30 viviendas; por lo que, en el año 2018 la Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2018), catalogó al río Chotano y río Jalqueño, como puntos críticos de riesgo a inundación, no obstante, no se llevaron a cabo medidas de contención, por lo que el 03 de marzo del 2022, la torrencial lluvia que cayó en la sierra central de Cajamarca aumentó el caudal del río Chotano, el cual se desbordó en la parte baja de Lajas a partir del puente La Retama e inundó el colegio Anaximandro Vega (Machuca, 2022).

La inversiones en reducción del riesgo de desastres del 2005 al 2017 representan solo el 3.8% de la inversión total, mientras que, la mayoría de fondos se utilizaron para apoyar actividades de respuesta posteriores al desastre; esta brecha de inversión está impulsada por la falta de conocimiento y el sesgo hacia los beneficios y costos de la prevención y mitigación que, se relaciona principalmente con la escasez de información sobre el riesgo de desastres **Fuente especificada no válida..**

Estos eventos de inundación son reiterativos, ocurren cada cierto lapso de tiempo; además CENEPRED (2023) por medio del Sistema de Información para Gestión de Desastres (SIGRID) en su página web muestra a groso modo áreas susceptibles a eventos de inundación en el país (Es decir muestra un mapa de eventos de inundación recurrentes y sugiere estudios más específicos en esas áreas), donde en la provincia de Chota, el río Chotano y sus aportantes (río Jalqueño) presentan un nivel de susceptibilidad de moderado a alto, siendo una de estas áreas de susceptibilidad moderada el sector La Retama a las afueras de la ciudad de Lajas hasta la I.E.S. Anaximandro Vega (Fig. 1).

Figura 1

Zonas Críticas frente a Inundaciones en Lajas según SIGRID



Ante lo descrito, era prioritario plantear un plan de contingencia a nivel técnico frente a inundaciones por desborde del río Chotano en la ciudad de Lajas. Para ello, se ha realizado el análisis de tres propuestas de contención frente a inundaciones: (1) descolmatación del río, (2) gaviones y (3) muros de contención

para reducir significativamente el riesgo de inundación por desborde del río Chotano mediante un modelo digital que simula el entorno, determinado a partir de estudios de campo (análisis topográfico, determinación del coeficiente de Manning, estudio hidrológico (niveles máximos de agua para calibración) y estudio de suelos).

1.2. Formulación del problema

¿Es posible proponer un plan de contingencia que logre reducir las probables inundaciones por desborde del río Chotano a partir del puente La Retama hasta la I.E.S. Anaximandro Vega, parte baja de la ciudad de Lajas?

1.3. Justificación

La investigación versa sobre la identificación de eventos extraordinarios teóricos que podrían afectar en mayor o menor grado la infraestructura de la IES Anaximandro Vega, sobre la que existen evidencia de inundación cuando se presentan eventos extremos provenientes del desborde del río Chotano, estas acciones de la naturaleza, mantienen en zozobra a autoridades y ciudadanos del lugar, por lo que hemos escogido el tramo puente Retama – IES Anaximandro Vega, que hemos recogido a fin de analizar y plantear una solución técnica que permita contribuir con la paz y tranquilidad de los vecinos, especialmente cuidando y protegiendo los bienes del estado donde se educa el futuro del país.

En el aspecto teórico, la investigación parte del análisis de la incertidumbre del modelo hidrológico que, recalca que para plasmar un entorno real en un medio digital se tiene que tener especial control de las variables intervinientes en el modelo como, características topográficas, geológicas, geomorfológicas, hidrológicas, entre otras, siendo así, con la investigación se han analizado detalladamente las mismas para acercarse al contexto real y poder

evaluar la eficiencia en la contención de la inundación de tres propuestas de control, tales como: descolmatación del río, gaviones y muros de contención. Además, el presente estudio ayudará a comprender y entender mejor el fenómeno en estudio (inundación) debido a que, también se ha considerado como parte del análisis los caudales aportantes (caudal del río Jalqueño) a fin de que se tome en cuenta el caudal de salida y llegada en el modelo digital, fundamentando más aún la proximidad al escenario real de inundación.

En el aspecto técnico, el estudio permite tener un documento de gestión de desastres aplicando la metodología de riesgos del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) es bastante significativo para las inversiones que tengan que gestionar las autoridades municipales, en forma especial ante el gobierno regional y/o nacional. Se precisa que, este estudio está orientada a tener especial énfasis en la margen izquierda del río Chotano al discurrir sus aguas a partir del sector la Retama hasta aguas debajo de la I.E.S. Anaximandro Vega; de esta manera, entendemos que nuestra universidad estaría cumpliendo su rol de investigación al proponer alternativas técnicas que colaboren con la tranquilidad y bienestar de sus conciudadanos, especialmente en el ámbito de la zona altoandina.

1.4. Delimitación de la investigación

El presente trabajo se ha hecho sobre la base de una superficie correspondiente a 26.87 ha, ubicadas en el recorrido de 2.648 km del río Chotano con 25 m a cada lado del margen del río, desde el sector La Retama (750899.65 m E, 9275226.29 m S) hasta la I.E Anaximandro Vega (749654.01 m E, 9274439.28 m S) correspondiente al ámbito geográfico de la ciudad de Lajas. En el área hay 16 manzanas en las que se puede encontrar 167 edificaciones privadas, 02 institución educativas, 01 puestos de salud y 7.59 ha de cultivo o pastizales.

La delimitación de la subcuenca del río Chotano se realizó en el programa ArcGIS 10.8 en las coordenadas UTM WGS84 17S 750899.65 m E, 9275226.29 m S, además se delimitó la microcuenca del río Jalqueño (Afluente del Chotano) utilizando las cartas nacionales 14f y 13f obtenidas de la página web del Ministerio de Educación (MINEDU). Luego se importaron al programa HEC-HMS donde se definieron sus parámetros geomorfológicos.

Para el análisis de intensidades máximas se ha utilizado la información pluviométrica de la estación Chota para la subcuenca del río Chotano y la estación Chota para la subcuenca del río Jalqueño ubicadas respectivamente en Chota (760025.07 m E, 9275705.49 m S a 2468 msnm) y Lajas (750035.22 m E, 9274088.52 m S a 2163 msnm). La data de 1971-1982 y 1993-2022 (50 años) para la estación Chota y de 1985-2022 (36 años) para la estación Chotano Lajas fue procesada para identificar datos atípicos (outliers); luego se realizó el análisis de frecuencias verificando que, el modelo Gamma generalizado 3 parámetros se ajusta a los datos meteorológicos de la estación Chota y el modelo Gamma de 2 parámetros se ajusta a los datos meteorológicos de la estación Chotano Lajas. Después se realizó la corrección de datos por el factor 1.13 según la Organización Meteorológica Mundial, se transfirieron los datos a las microcuencas utilizando la diferencia de altitudes descrita por Ortiz (2016). Se encontró la escorrentía por medio de la curva número, y se determinó los caudales utilizando un hidrograma sintético de diseño en HEC-HMS para Tr de 10, 50, 100 y 500 años.

Se realizó el modelamiento hidráulico del río Chotano en HEC-RAS utilizando la batimetría del cauce y los hidrogramas de diseño, determinando así las áreas de inundación, mismas que se utilizaron para determinar el nivel de peligro en base al Manual de INDECI (2011), también se determinó la

vulnerabilidad con la aplicación del formato “Identificación de Amenazas y Análisis de Vulnerabilidad” de INDECI (2011). Encontrando así, el riesgo al relacionar el peligro y la vulnerabilidad en el programa ArcGIS 10.8.

También se realizó el estudio de mecánica de suelos para determinar las propiedades físico mecánicas del suelo sobre el que se cimentarían las propuestas de contención, siendo así, se determinó las propiedades físicas de clasificación (humedad, granulometría, límite líquido, límite plástico) y mecánicas (cohesión y ángulo de fricción) en el laboratorio del Grupo INGESA S.A.C. en Cajamarca para diez calicatas distribuidas homogéneamente en el trayecto de 2.648 km, dando prioridad a las áreas críticas de inundación.

Finalmente, se diseñaron previamente las propuestas de descolmatación del río (definición de altura y ubicación de sedimentos a eliminar) y construcción del muro de contención en voladizo (pre-dimensionamiento y análisis de estabilidad), para luego ser modeladas en el programa HEC-RAS a fin de definir su eficiencia en la contención de inundaciones fluviales por desborde del río Chotano en Lajas.

1.5. Limitaciones

Solamente se ha determinado la vulnerabilidad física conforme a la propuesta planteada en el proyecto de investigación, debido a que las demás vulnerabilidades descritas por INDECI (2011) requieren la aplicación de cuestionarios a la población local, por ende los resultados se basan en sus respuestas que son subjetivas debido a que dependen de su percepción, por ello buscando ser lo más objetivos posibles solamente se han analizado técnicamente las características físicas visibles de la geomorfológica que presenta el cauce del

río en esos tramos y sus partes aledañas, para definir la vulnerabilidad en el área de estudio.

1.6. Objetivos

1.6.1. *Objetivo general*

Elaborar el plan de contingencia ante inundaciones por desborde del río Chotano a partir del sector La Retama hasta la I.E.S. Anaximandro Vega, parte baja de la ciudad de Lajas.

1.6.2. *Objetivos específicos*

- Determinar el riesgo de inundación por desborde del río Chotano a partir del sector La Retama hasta la I.E.S. Anaximandro Vega parte baja de la ciudad de Lajas, mediante la metodología INDECI.
- Caracterizar la(s) propuesta(s) de contención que pueden reducir los riesgos de inundación por desborde del río Chotano a partir del sector La Retama hasta la I.E.S. Anaximandro Vega parte baja de la ciudad de Lajas.
- Determinar en qué porcentaje se reduce la inundación con la descolmatación de río Chotano a partir del sector La Retama hasta la I.E.S. Anaximandro Vega parte baja de la ciudad de Lajas.
- Determinar en qué porcentaje se reduce la inundación con una propuesta estructural (gaviones y/o muros de contención) del sector La Retama hasta la I.E.S. Anaximandro Vega parte baja de la ciudad de Lajas.

CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

Mahamane et al. (2023) tuvieron como objetivo mejorar la acción pública para mitigar las inundaciones del río en Niamey (Níger). Este estudio adoptó un enfoque socio-antropológico cualitativo. La recolección de datos se basa en la investigación documental, la observación y las entrevistas semidirigidas. El río Níger de 4200 km de longitud (cuenca de 2,000,000 km²) generó inundaciones en cinco ocasiones: 1998, 2010, 2012, 2013 y 2020. En 2012, el río, con un caudal de 2492 m³/s, alcanzó una altura de 6.18 m, casi un metro por encima del nivel de alerta estimado de 5.30 m, pero este nivel se superó en 2020 cuando alcanzó los 6.8 m. Entre 1998 y 2020, un total de 3.115.290 personas y 7100 localidades se vieron afectadas por inundaciones, con más de 225.000 viviendas destruidas, 205.000 ha de cultivos perdidos y unas 46.540 cabezas de ganado. La inundación de 2020 afectó al 52% de las localidades de Niamey, que registró 4619 casas derrumbadas, 255 chozas dañadas, 1039 viviendas afectadas y 72,638 personas afectadas, según estimaciones de octubre de 2020. Concluyeron que la acción pública para hacer frente a los efectos de las inundaciones adolece de muchas deficiencias, por ello, es urgente que las administraciones empiecen a gestionar de forma más eficiente la planificación de sus ciudades y la gestión de su territorio.

Oliva et al. (2023) tuvieron como objetivo elaborar mapas integrales de inundaciones basados en antecedentes de emergencias de septiembre 2019 en Vega Baja del Segura en España. Según la información proporcionada por el Sistema Automático de Información Hidrológica de la Cuenca del Segura, en el

término municipal de Orihuela se registraron más de 500 mm en tan solo 36 h. Las descargas máximas de lluvia torrencial ocurrieron el 12 de septiembre de 11:00 a 13:00 horas (Situación 1); y el 13 de septiembre, comenzando con mayor fuerza de 7:30 am a 11:00 am (Situación 2). Concluyeron que, los resultados obtenidos muestran que se trata del episodio de inundación con mayor número de llamadas de emergencia en la Comunidad Valenciana y comarca de la Vega Baja del Segura (2010-2022). Este estudio muestra la aplicabilidad de analizar las llamadas de emergencia (112) registradas, para conocer el avance de las lluvias intensas, así como la evolución de un evento de inundación en un territorio.

Asitatie et al. (2022) tuvieron como objetivo modelar la inundación del río Gumara aguas abajo en la subcuenca del lago Tana en Etiopía, para ello utilizaron el programa HEC-RAS determinando que, la profundidad del agua de hasta 1 m inundó una gran cantidad de área de 52.5134, 52.4756 y 52.4403 km² durante un período de retorno de 10, 100 y 1000 años, respectivamente. Gran parte del área inundada cubierta con un valor de velocidad de hasta 0.15 m/s en todos los eventos de inundación, que es 53.207, 52.656 y 52.064 km² para eventos de inundación de 10, 100 y 1000 años respectivamente. Finalmente, el resultado de este estudio es útil para alertas tempranas, propósitos de planificación municipal, planes de acción de emergencia, tarifas de seguros contra inundaciones y estudios ecológicos en el área de investigación.

Dhiwar et al. (2022) tuvieron como objetivo identificar el área vulnerable a inundaciones de la cuenca del río Kharun mediante técnicas GIS. Este estudio ofrece un enfoque fundamental mediante el uso de métodos HEC-RAS y GIS para clasificar las áreas propensas a inundaciones de la cuenca del río Kharun. La descarga máxima liberada tanto del medidor como del sitio de descarga de la

cuenca del río Kharun se ha tomado para el modelado de inundaciones. Los resultados del modelo promueven la detección del área propensa a inundaciones y la magnitud de la inundación para varias condiciones de flujo a través de los mapas de inundación.

Vijaayachandran & Singh (2023) tuvieron como objetivo evaluar el riesgo de inundación en la cuenca del río Karamana, Kerala utilizando HEC-RAS. En este estudio, se estimaron los niveles de agua de probabilidad de retorno de inundación para los años 5, 10, 25, 50, 100, 250 y 500 para la subregión de Karamana. Además, se realizó la zonificación de riesgo de inundación para el área de estudio y se elaboró un mapa de riesgo muy alto, alto, moderado y bajo para las diferentes zonas de la subregión. En general, el estudio es útil para identificar las áreas más vulnerables a las inundaciones en la región de Karamana.

Popoola et al. (2022) tuvieron como objetivo determinar los indicadores de vulnerabilidad ante desastres por el desbordamiento del río Níger en asentamientos contiguos en la ciudad de la confluencia de Lokoja, Nigeria. Determinaron que, los datos de precipitación para las épocas de estudio revelaron que el valor de precipitación más alto se registró en 2012, con un valor de precipitación máximo de 103.86 mm y un promedio de 101.53 mm. El escenario de 2012 se repitió en 2020, con altas precipitaciones en Lokoja que dieron lugar a una inundación repentina en esta misma época, se registró un valor máximo de precipitaciones de 100.25 mm y una media de 97.88 mm. Concluyeron que, esta inundación repentina desplazó a los residentes e incomunicó a Lokoja con algunas partes del país; la carretera de Ajaokuta, que conduce al sudeste y a algunas partes del sur de Nigeria quedaron intransitables.

Sejati et al. (2021) tuvieron como objetivo mitigar los desastres por inundaciones utilizando la aplicación HEC-RAS para determinar los niveles de agua del río en el área de la ciudad vieja de Yakarta. Utilizaron el método de Nakayasu y el método de Snyder para calcular el caudal de crecida, con un periodo de retorno de hasta 100 años, mientras que, para modelizar el nivel de agua del río utilizaron la aplicación HEC-RAS 5.0.07. Determinaron que los caudales máximos para los Tr de 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años con el modelo Nakayasu era 90.05, 113.96, 130.16, 148.98, 166.54 y 182.87 m³/s, y con el modelo Snyder era 55.10, 64.74, 71.27, 78.86, 85.94 y 92.52 m³/s, correspondientemente, siendo el área de inundación 43.02 m² para Tr de 25 años del Km 14+500 a 15+000. Concluyeron que, no se producen desbordamientos para tiempos de retorno de 10 años y 25 años, sin embargo, debido a la sección más estrecha del canal, la región aguas arriba es más propensa a las inundaciones que la zona media aguas abajo.

Tacuña (2022) en su tesis “Plan de contingencia ante riesgo de inundación en el municipio de Viacha, departamento la Paz” elaboró un Plan de Contingencia, considerando que la principal amenaza recurrente en el municipio de Viacha es la inundación, estableciendo un plan de procedimientos y articulación para orientar un conjunto de acciones estratégicas para prevenir, reducir, atender y reparar los daños de la población en general, ante la presencia de inundaciones.

Villca (2022) en su tesis “Plan de contingencia de inundación del distrito E del municipio de Colcapirhua” de acuerdo al diagnóstico realizado el distrito E se encuentra expuesto a amenazas de origen natural como inundaciones por precipitaciones excesiva, de igual manera se identifica una vulnerabilidad determinada por la limitada capacidad de recuperación y adaptación de la población frente al impacto de las amenazas.

Colque (2021) en su tesis “Plan de resiliencia ante el riesgo de inundación en la comunidad ichoa en el municipio de Villa Tunari” en el municipio de Villa Tunari encontró un nivel de riesgo “Alto”, lo que refleja una alta probabilidad de inundaciones anuales. El nivel de amenaza obtenido en cada parámetro evaluado tiene una probabilidad de impacto y amenaza alto. Por otro lado, la calificación de vulnerabilidad es “Alta”, reflejando una baja capacidad de respuesta ante el evento. Finalmente, se identificó un nivel socioeconómico “bajo” y un nivel de exposición “alto”. En este sentido, el plan propone la construcción de gaviones en lugares estratégicos y la reforestación a lo largo de las márgenes del río Ichoa para prevenir y reducir el riesgo de inundación, reduciendo así la vulnerabilidad y aumentando la resiliencia de los hogares ante el riesgo de inundación.

Carner y Galíndez (2021) en su artículo científico “Hacia la gestión del riesgo: Evaluación de daños por inundaciones urbanas e implementación de medidas estructurales” determinaron la ponderación de los niveles de agua esperados y las velocidades de flujo no solo anualmente sino también a lo largo de períodos de tiempo relevantes para la gestión de riesgos (GIRH) permite una determinación más realista de los posibles escenarios para actuar sobre los riesgos y su planificación de contingencia: lo que se espera que suceda en los próximos 'n' años desde una perspectiva hidrológica. En las consideraciones de manejo, se le dio mayor peso a la probabilidad de recurrencia mayor, observándose el porcentaje más alto de lesiones (80 %) para n=1 hasta la recurrencia de 10 años, recurrencia de 50 años para n=10 y recurrencia de 100 años para n=20. Concluyeron que, cada una de las medidas que puedan ser implementadas merecen un análisis proactivo desde los enunciados de la Gestión del Riesgo,

específico sobre inundaciones, que incluyen evaluación de daños y víctimas, asociados a los eventos pluviales que les dan origen.

Perigó et al. (2020) en su investigación “Inundaciones costeras en Guantánamo” determinó que las inundaciones costeras en la provincia fueron provocadas por los anticiclones migratorios, su interacción con las bajas presiones extratropicales y el impacto de los ciclones tropicales, siendo el litoral baracoense la zona más vulnerable. Los resultados se pueden utilizar para mejorar la conciencia sobre el riesgo de los impactos de las inundaciones costeras, actualizar la investigación del peligro de PVR relacionado con este peligro y la planificación de contingencia en las agencias gubernamentales y de protección civil como una herramienta para la toma de decisiones y para abordar el cambio climático.

Pettao (2019) en su tesis de maestría “Análisis del riesgo e identificación de medidas estructurales y no estructurales para eventos de inundación en el Cantón Mocache, provincia de Los Ríos Ecuador” analiza el comportamiento de las precipitaciones de 1970 a 2015 y la amenaza de inundaciones para identificar medidas estructurales y no estructurales siguiendo la metodología CEDRIG. Identificó 13 áreas propensas a inundaciones, tanto rurales como urbanas, calificadas con riesgo alto, es decir que requieren atención prioritaria para mitigar la situación, por lo que fue en estas áreas de estudio donde propuso medidas específicas para el control de la inundación. Concluyó con la propuesta de trece medidas no estructurales que abarcan políticas de desarrollo, capacitaciones y programas de sensibilización, normativas y leyes destinadas a controlar la construcción en el sector local y una medida estructural para cada sector identificado con riesgo alto, siendo la construcción de muros de contención.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Belón (2022) en su tesis tuvo por fin analizar el riesgo de inundación para proponer la mejora de la infraestructura de protección en Jayllihuaya – Puno. Determinó que la vulnerabilidad de la zona de estudio es de 36.58% para Tr 50 años y 11.5% para Tr 20 años; por otro lado, la población potencial en riesgo se ubica en la urbanización Ciudad Jardín, donde se encuentra en riesgo el 40% de su población; por último, propone encauzar el canal Jayllihuaya de 350 m de longitud, con estructura cajonera y el canal Vizcachani, de 1100 m de doble cajón. Concluyó que el diseño adecuado y la ejecución completa de las obras de protección han jugado un papel importante en la reducción de desastres, así mismo, establecer un mapa de riesgo de desastres es crucial para la prevención y mitigación de desastres y, finalmente, el desarrollo de planes de mejora y proyectos para planes de emergencia también son importantes.

Manríque (2021) en su tesis de maestría determinó el nivel y área de riesgo de inundación para el corregimiento de Santa Rosa de Shapajilla, ubicado en el distrito de Lujando, provincia de Leoncio Prado, provincia de Huánuco. Para ello utilizó el método CENEPRED con una ligera modificación del cálculo de peligrosidad, donde utilizó el método INDECI. Para el análisis de vulnerabilidad, recolectó información socioeconómica sobre población e infraestructura y muestreó aleatoriamente una población limitada (242 encuestas). Determinó que, por peligro de inundación, el número de parcelas afectadas fue de 180, pertenecientes a las categorías bajo, medio, alto y muy alto en el 18.9% (34), 18.3% (33), 48.3% (87) y 14.4% (26), correspondientemente. Para el nivel de vulnerabilidad encontró que el 58.7% (142) de las parcelas son de vulnerabilidad alta y el 41.3% (100) de las parcelas de vulnerabilidad media. En cuanto a los

niveles de riesgo, de las 180 parcelas edificadas afectadas por inundaciones, 107 (60.3%) eran de riesgo medio, 55 (30.5%) de riesgo alto y 18 (9.2%) de riesgo muy alto. Concluyó que Santa Rosa de Chapaguila no es seguro, sobre todo en épocas de altas precipitaciones.

Mamani y Llanchipa (2020) en su investigación “Definición de zonas de inundación mediante el modelo de simulación Hec-Ras en la cuenca baja del río Coata – Puno” usaron ArcGis y HEC-GeoRAS para digitalizar el lecho del río, la orilla del río y el cauce del flujo de agua de acuerdo con el modelo digital de elevación (DEM), expresando los resultados en forma de un mapa de inundación de acuerdo con los resultados obtenidos en el software HEC-RAS. Identificaron la inundación con un período de retorno de 5 años y un caudal de 428.06 m³/s en la cuenca baja del río Coata, siendo el área total afectada de 134 ha, donde 119 ha de tierras cultivadas eran las más afectadas por las inundaciones, seguidas de las áreas pobladas aledañas (70 ha). Concluyeron que, en base a los resultados, las inundaciones en el área pueden manejarse adecuadamente.

Irigoin (2020) tuvo como objetivo modelar hidráulica e hidrológicamente eventos pluviométricos para predecir escenarios de riesgo en la quebrada Juninguillo. Determinó un caudal pico de 24, 29.20, 32.5 y 44 m/s para Tr 50, 100, 150 y 500 años correspondientemente; con los cuales estimó que el mayor nivel de agua 6.16 m se da en la progresiva 640 m para Tr de 150 años. Concluyeron que el modelo de inundación puede servir como un elemento de apoyo en la gestión de riesgos por la presentación de mapas de inundación aguas arriba de la captación proyectada de abastecimiento de agua en la ciudad de Moyobamba.

Arenas (2019) en su tesis de maestría “Plan de gestión para mitigación de riesgo por inundación en el sector torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma - Puente Concordia) Distrito de Cayma 2006-2017” determinó que, el plan de manejo propuesto que incluye: Un plan de respuesta a emergencias para guiar las acciones de respuesta inmediata en caso de una emergencia o desastre debido a fuertes lluvias e inundaciones en el área de estudio y un plan de recuperación para guiar las acciones de restauración luego de una emergencia o desastre causado por fuertes lluvias e inundaciones en el área de estudio.

Loyola (2019) en su tesis de maestría evaluaron el nivel de riesgo de inundación del Río Grande desde el Puente Candopata hasta el Puente Cumbicus en Huamachuco utilizando el manual INDECI. Realizó la evaluación de peligrosidad del Río Grande siendo alta debido al área de extensión de la inundación frente a una probable máxima avenida. Analizó la vulnerabilidad de 31 viviendas vecinas ubicadas dentro de la zona marginal determinando que el 38.71% eran edificaciones de estera, el 67.74% ubicadas cerca al río, el 40.39% sobre suelos muy pedregosos donde el 83.87% no cumplen con las normas pertinentes por lo que, la vulnerabilidad física era alta, aun cuando 25 jefes de familiar tienen como medida preventiva en caso de inundación la colocación de sacos de arena al margen del río y 18 personas indican contar con barreras de contención, mientras que el resto solo se alejarían de la inundación como medida preventiva; por lo que el riesgo es alto. Concluyó que, la medida estructural a implementar es un enrocado lateral en ambas márgenes del río.

Mundaca (2020) tuvo como objetivo simular las áreas de inundación del río Yuracyacu en Nueva Cajamarca, determinando que a un caudal de 394.536 m³/s (200 años) el río inunda la zona de Monterey.

2.1.3. Antecedentes regionales

Ydrogo (2021) tuvo por fin determinar la inundación de las comunidades cercanas a la zona urbana de Chota por la crecida del río Chotano. Determinó que la cuenca del río Chotano delimitada en el inicio del sector 2 tenía 125.32 km² de área con altitud media de 3200.59 msnm, pendiente de 23.83% y 18.22 km de río primario. Utilizó la data de la Estación Chota de 1968-1977, formulando hietogramas con los que determinó caudales de 99.6, 132.1, 161.5, 195.5 y 248.6 m³/s para Tr de 20, 50, 100, 200 y 500 años obteniendo 18.6, 26.7, 33, 37.82 y 43.29 ha de inundación donde para Tr de 20 años el área inundada en Agaisbamba, Iraca, Toril, Pingobamba y Chororco era 1.54, 0.442, 0.78, 7.1 y 8.71 ha correspondientemente, por lo que, afectaría al 10% de viviendas y 80% de cultivos aledaños. Concluyó que es necesario usar gaviones en el río Chotano.

Ticlla (2022) tuvo por fin evaluar el riesgo de inundación del río San Mateo en Chota en base a CENEPRED, determinó que la microcuenca delimitada en el puente San Mateo tenía un área de 2.53 km², con 18.7% de pendiente y longitud del río primario de 3.59 km, así mismo utilizó la data pluviométrica de la estación Chotano Lajas determinando caudales máximos de 32.8, 39.3, 45.0, 51.5 m³/s para Tr de 10, 25, 50 y 100 años con lo que obtuvo áreas de inundación de 2.6, 2.77, 2.92 y 3.13 ha. Concluyó que el peligro es moderado en 52.24% y la vulnerabilidad en 119 lotes, alta, por lo que el riesgo es alto en 6.15 ha.

Aparicio (2021) tuvo como fin identificar las áreas de inundación por desborde río Las Quinuas en La Quispa. Delimitó la cuenca del río Quinuas (45.23 km²) y usó datos de la estación “La Encañada” para estimar los caudales máximos para Tr de 15, 25 y 40 años (110.7, 123.9 y 136.84 m³/s). Concluyendo, que el área inundada para un Tr de 40 años era 479 m² del pueblo y 7537 m² de cultivos.

2.2. Bases teórico – científicas

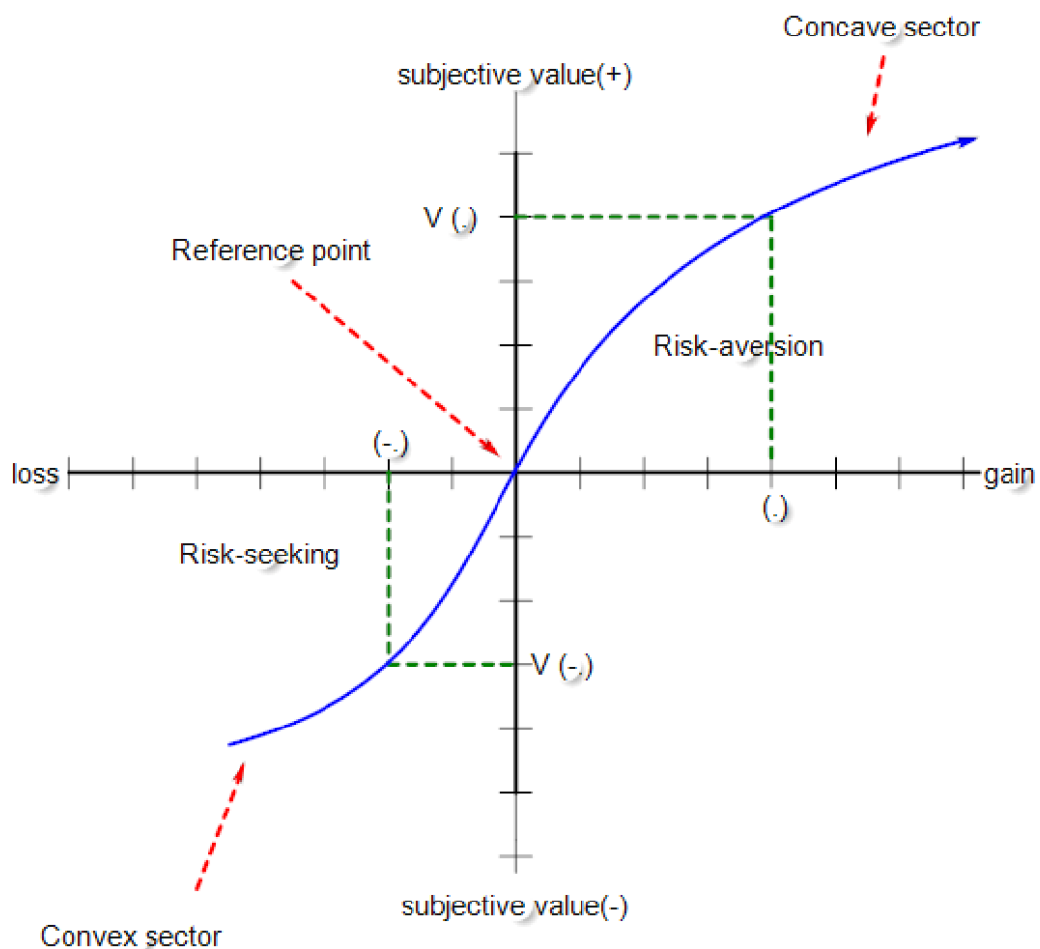
2.2.1. Teoría prospectiva para gestionar el riesgo

La teoría prospectiva es un enfoque que se utiliza para gestionar el riesgo de inundación de manera eficaz y eficiente, se basa en la idea de que es posible anticipar los posibles escenarios de inundación y tomar medidas preventivas antes de que ocurran. Kahneman y Tversky (1987) plantearon la teoría prospectiva, como alternativa para determinar la probabilidad de elección, en base a dos fases, preparación y evaluación; siendo así, para Sewchurran y Brown (2011) consiste en predecir lo que puede ocurrir e influir para generar el mejor futuro posible. Lozano (2017), argumenta que, en gestión, atiende a la preocupación por la creación del riesgo futuro, por tanto, está íntimamente relacionada con los procesos de planificación del desarrollo y la oportunidad de incidir en el riesgo. Según Baena (2015) citado por Mondragon (2020), la teoría prospectiva tiene el propósito de cooperar con las personas que toman decisiones desde el ámbito público y privado, promoviendo un mayor acercamiento de la realidad actual. En esta misma línea Moniz (2006) citado por Mondragon (2020), sostiene que el análisis de escenarios futuros son métodos innovadores que, permite a los gobernantes adoptar un enfoque estratégico, pero dependerá de ellos tomar decisiones políticas para plantear de manera conveniente alternativas de solución. Por tanto, la teoría prospectiva utiliza diferentes herramientas y metodologías para analizar y evaluar el riesgo de inundación, como modelos hidráulicos, estudios de inundabilidad y análisis de tendencias climáticas. Siendo uno de los aspectos fundamentales la identificación de los escenarios probables de inundación, a partir de los cuales se pueden tomar decisiones informadas sobre las medidas de mitigación y prevención más adecuadas. Además, la teoría prospectiva también

contempla la evaluación de las consecuencias y vulnerabilidades asociadas a los diferentes escenarios de inundación. Esto implica analizar los posibles impactos en la salud humana, la infraestructura, los ecosistemas y la economía local. Con esta información, se pueden desarrollar estrategias de gestión del riesgo adaptadas a cada situación específica.

Figura 2

Función de la Teoría Prospectiva de Kahneman & Tversky's



Nota: (Abdulnabi, 2014).

En resumen, la teoría prospectiva se basa en la anticipación y prevención de los posibles escenarios de inundación, a través de herramientas de análisis y evaluación, la identificación de soluciones adaptadas a cada situación, y la evaluación de las consecuencias y vulnerabilidades para la toma de decisiones.

2.2.2. Teoría proactiva para gestionar el riesgo

La teoría proactiva para gestionar el riesgo de inundación se basa en la idea de que es más efectivo prevenir o minimizar los impactos de una inundación antes de que ocurra, en lugar de simplemente responder a ella una vez que ha sucedido. Esta teoría se centra en la toma de medidas anticipadas y estratégicas para reducir la vulnerabilidad de una comunidad o área a las inundaciones. Moliní (1999) dio noción de la teoría proactiva (método científico de Karl Popper), precisando, que es, la propuesta de hipótesis de actuación sobre las oportunidades de cambio todavía no generadas (o menos fomentadas o desaprovechadas) que existen en la actualidad (o que se piensa que pueden provocarse en el futuro), como las ideas creativas, los factores de transformación latentes y las tendencias emergentes. Smith y Merritt (2020), argumentan que la teoría proactiva, en gestión de riesgos, define modelos de gestión, con estrategias futuras, que suponen la mitigación del probable riesgo de desastre. La gestión proactiva del riesgo de inundación implica una serie de acciones y estrategias, que incluyen:

Análisis de riesgo: Se realiza un diagnóstico detallado de la zona para identificar las áreas propensas a inundaciones y evaluar la probabilidad y magnitud de los eventos de inundación.

Medidas estructurales: Se implementan obras e infraestructuras de protección y mitigación, como diques, presas, canales de desvío y sistemas de drenaje, con el objetivo de reducir la cantidad de agua que llega a las zonas habitadas y minimizar los daños en caso de inundación.

Ordenamiento territorial: Se establecen regulaciones y normas para limitar el desarrollo urbano en áreas de alto riesgo de inundación y fomentar la construcción

en zonas seguras. También se promueve la preservación y restauración de áreas naturales que pueden actuar como zonas de amortiguamiento.

Educación y concientización: Se llevan a cabo campañas de información y educación para concientizar a la comunidad sobre los riesgos de inundación, las medidas de autoprotección y las estrategias de manejo del riesgo.

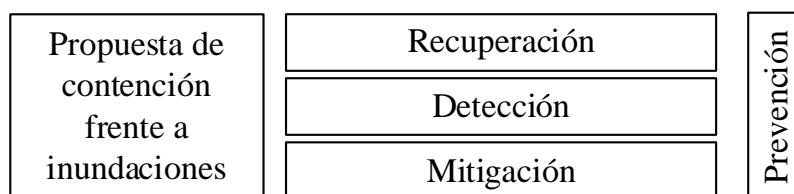
Planificación de emergencia: Se elaboran planes de respuesta y contingencia, que incluyen la identificación de refugios temporales, rutas de evacuación y sistemas de alerta temprana, para minimizar el impacto de las inundaciones y garantizar una respuesta eficiente y ordenada.

Monitoreo y alerta temprana: Se establecen sistemas de monitoreo hidrológico y meteorológico para detectar las condiciones propicias para inundaciones y emitir alertas oportunas a la población. Estos sistemas permiten tomar medidas preventivas y evacuar áreas en riesgo antes de que la inundación ocurra.

La teoría proactiva para gestionar el riesgo de inundación se basa en la combinación de medidas estructurales, de planificación y educativas para reducir la vulnerabilidad y minimizar los impactos de las inundaciones. Al anticiparse a los eventos de inundación, se busca proteger a las comunidades y preservar sus recursos naturales y económicos.

Figura 3

Modelo Reactivo y la Antifragilidad Asociada a Riesgos de Inundación



Nota: (Abzolocalmx, 2023).

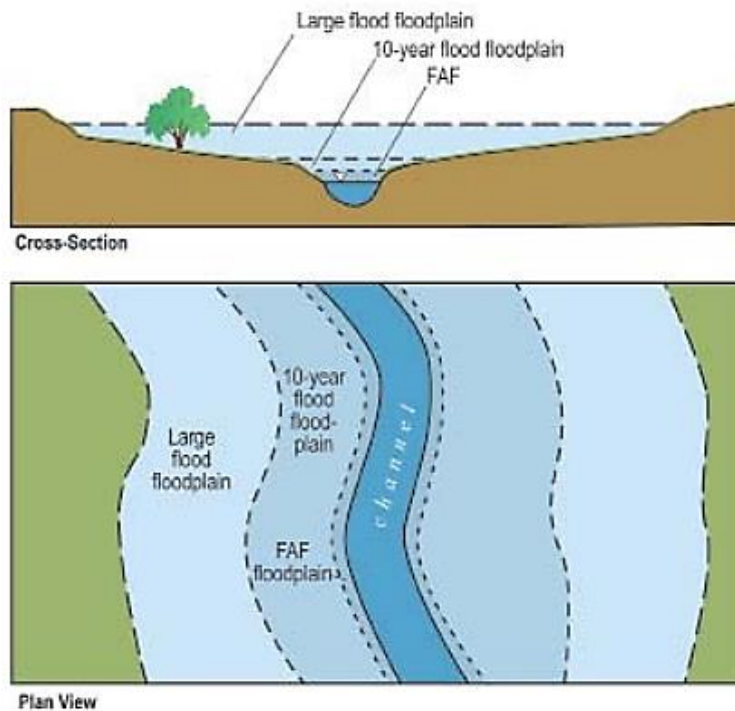
2.3. Marco conceptual

2.3.1. Inundación fluvial

Una inundación fluvial es un fenómeno natural caracterizado por el desbordamiento de un río o cuerpo de agua debido a un incremento significativo en su caudal (Maza et al., 2023). Ocurre cuando la cantidad de agua que fluye por el río excede su capacidad de carga y se desborda hacia las zonas que normalmente no están cubiertas de agua, provocando daños y posibles peligros para las comunidades cercanas (Beltré y Santos, 2018). Cuando el río se desborda, el agua fluye hacia las áreas cercanas que normalmente no están inundadas, como llanuras aluviales, valles y zonas bajas. Estas inundaciones pueden ser repentinas y rápidas o gradualmente lentas, dependiendo de la cantidad y velocidad del agua que fluye en el río (Estanilao y Huang, 2017).

Figura 4

Vista de una Inundación Fluvial (a) en Elevación y (b) en el Plano Horizontal



Nota: (Williams et al., 2009)

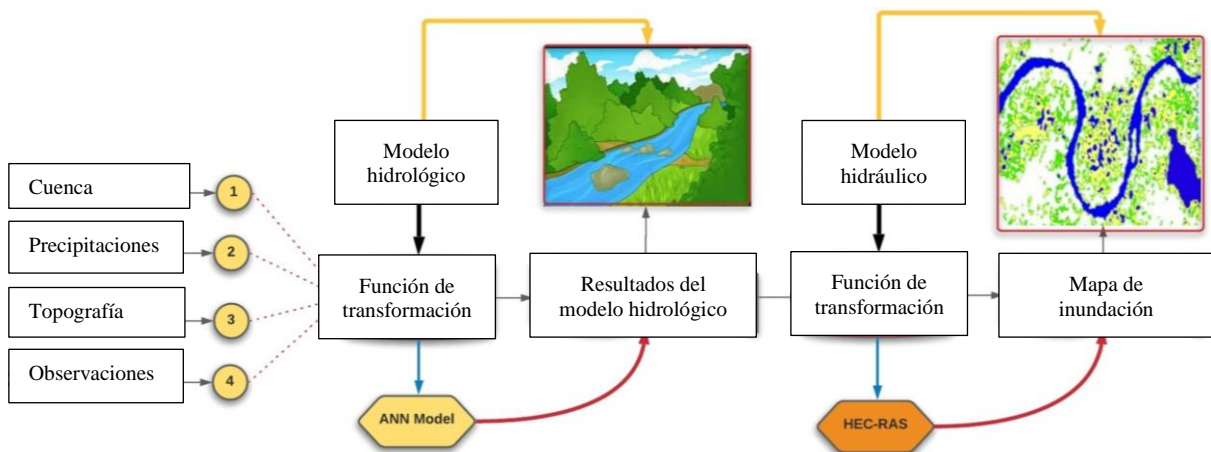
El estudio de las inundaciones fluviales se puede llevar a cabo por: (Nkwunonwo et al., 2020)

Monitoreo de niveles de agua y precipitación: Se usan estaciones de monitoreo que registran datos en tiempo real sobre los niveles de agua en los ríos y la cantidad de precipitación caída, lo que lleva a detectar inundaciones.

Modelado hidrológico y de inundaciones: Se utilizan modelos matemáticos para simular el comportamiento de las cuencas hidrográficas, el flujo de agua en los ríos y la propagación de las inundaciones evaluando varios escenarios.

Figura 5

Proceso del Modelamiento Hidrológico e Hidráulico de Inundaciones



Nota: Adaptado de (Tamiru & Dinka, 2021).

La importancia de determinar la inundación fluvial radica en poder tomar medidas de prevención y mitigación de riesgos. El conocimiento sobre las zonas propensas a inundaciones y la capacidad para pronosticar y evaluar el impacto de las inundaciones permiten tomar acciones como el desarrollo de planes de evacuación, la construcción de infraestructuras resistentes a las inundaciones y la implementación de medidas de gestión del riesgo. Esto contribuye a proteger vidas, reducir los daños materiales y minimizar los impactos económicos y sociales causados por este tipo de desastres naturales (Collaguazo et al., 2023).

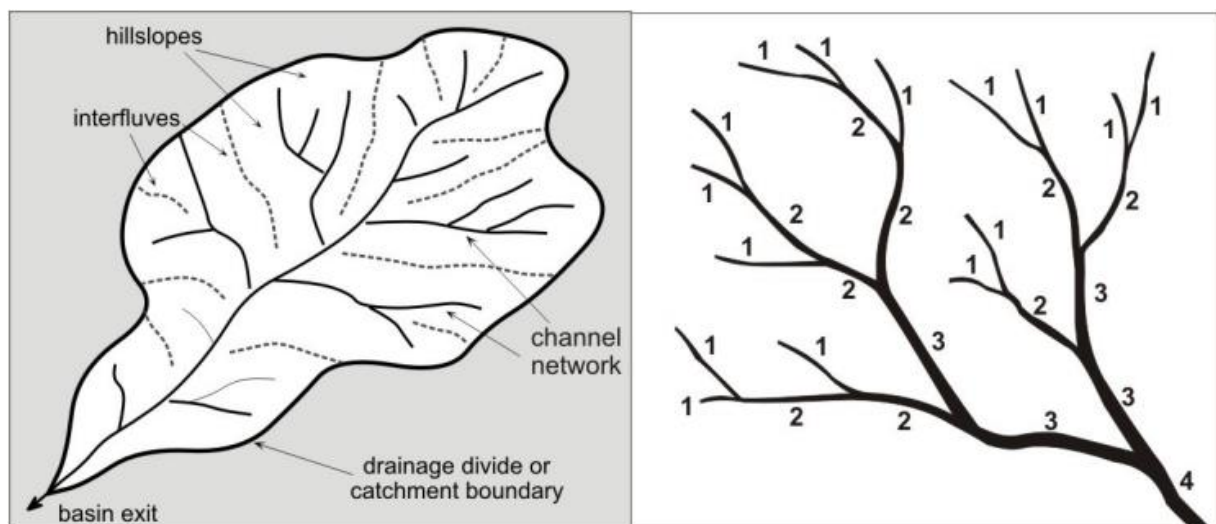
2.3.2. Hidrología de la cuenca y su red para modelar la inundación fluvial

2.3.2.1. Cuenca hidrográfica

El área de drenaje natural donde todas las aguas pluviales fluyen hacia un colector de descarga común se le denomina cuenca hidrográfica, por tanto, una cuenca fluvial es una zona de terreno donde se une toda el agua que cae de las precipitaciones para formar un solo cauce (Villón, 2001). Cada río, quebrada o arroyo tiene una cuenca dada, donde los límites están definidos por el “divortio aquarum” o línea divisoria de aguas, que es una curva cerrada que comienza y llega al punto de captación conectando todos los puntos altos e interceptando todas las curvas de elevación perpendiculares al mapa topográfico, por lo que esta línea divisoria también se denomina línea de corriente neutra; la longitud del divortio aquarum es el perímetro de la cuenca y la superficie dentro de la curva es el área de la cuenca proyectada en un plano horizontal (Ortiz, 2004).

Figura 6

Delimitación de una cuenca



Nota: (a) delimitación de la cuenca (b) criterio de Horton para determinar el número de orden de la cuenca (Rosa, 2004).

2.3.2.2. Parámetros geomorfológicos

Área (A). Es la superficie de la cuenca contenida dentro de la curva de delimitación que afecta en mayor o menor medida la escorrentía (Ortiz, 2004). Para Villón (2002) una cuenca puede ser grande cuando su área es mayor a 250 km² o pequeña cuando varían en tamaño desde unas pocas hectáreas hasta un límite (250 km² en la práctica); pero según Ortiz (2004) en base a su tamaño pueden ser microcuencas, subcuencas o cuencas hidrográficas (Tabla 1).

Tabla 1

Características según el tipo de cuenca

Unidad	Microcuenca	Subcuenca	Cuenca
Área (km ²)	10-100	101-700	Más de 700
Nº de orden	1 a 3	4 a 5	6 a más

Nota: (Ortiz, 2004, p. 3).

Perímetro (P). Borde de la forma de la proyección de la cuenca sobre el plano horizontal, su forma es muy irregular y se obtiene después de delimitar la cuenca (Villón 2002, p. 32).

Factor de Forma (F). Parámetro adimensional que representa la forma circular o alargada de la cuenca, así mismo mide su tendencia a inundarse de rápida e intensa a lenta y persistente, dependiendo de si su factor de forma tiende a extremos grandes o pequeños (Ortiz, 2004).

$$F = \frac{A}{L^2} \quad (1)$$

Donde, el área de captación A y la distancia máxima del cauce (L).

Coefficiente de Gravelius (Kc). Parámetro adimensional que relaciona el perímetro de la cuenca con el perímetro de un círculo con la misma área, describe la geometría de la cuenca y está estrechamente relacionado con el tiempo de concentración del sistema hidrológico (Ortiz, 2004).

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

Tabla 2

Categoría de la Cuenca según el Índice de Compacidad

Clase	I	II	III
Kc	1-1.25	1.26-1.5	1.51-1.75
Forma	Casi redonda	Oval redonda-oblonga	Rectangular-oblonga

Nota: (Ortiz, 2004, p. 3).

Altitud Media (H). Es un parámetro de ponderación de la altura de la cuenca obtenida en la curva hipsométrica (Ortiz, 2004).

$$H = \frac{1}{A} \sum_{i=1}^n H_i \times A_i \quad (3)$$

Donde, Hi correspondientes al área parcial Ai.

Pendiente de la cuenca (Sc). Inclinación de una cuenca que influye en otros parámetros de drenaje y geomorfológicos (Villón, 2002, p. 50)

$$S_c = \frac{C}{A} \sum_{i=1}^n l_i \quad (4)$$

Donde, C equidistancia entre curvas de nivel, Li longitud de cada curva de nivel.

Tabla 3

Categoría de la Cuenca según la Pendiente

Clase	1	2	3	4	5	6	7	8
Pendiente	0-3	3-7	7-12	12-20	20-35	35-50	50-75	> 75
Forma	Plano	Suave	Mediano	Accidentado	Fuerte	Muy fuerte	Escarpado	Muy escarpado

Nota: (Ortiz, 2004, p. 3).

Pendiente del cauce primario (So). Inclinación del río primario, está relacionado con el grado de socavación o erosión y el transporte de sedimentos (Ortiz, 2004).

$$S_o = \left[\frac{\sum_{i=1}^{n_o} l p_i}{\sum_{i=1}^{n_o} \left(\frac{l p_i}{S_i} \right)^{1/2}} \right]^2 \quad (5)$$

Donde, lpi amplitud de cada tramo de pendiente Si, no tramos de igual pendiente.

Longitud de Máximo Recorrido (L). Es una medida de la trayectoria más larga de una partícula que fluye entre el punto más bajo del colector común (llamado punto de emisión) y el punto más alto en la línea del acuario Divortio o el inicio del viaje. Este parámetro está directamente relacionado con el tiempo de concentración de la cuenca, el cual depende de la geometría de la cuenca, la pendiente del recorrido y la cobertura vegetal (Ortiz, 2004).

Tiempo de concentración (Tc). Lapso que tarda una gota en viajar desde el punto hidráulicamente más alejado hasta la salida de la cuenca (MTC, 2018).

$$T_c = 0.3 \left(\frac{L}{S^{0.25}} \right)^{0.76} \quad (6)$$

Coefficiente Orográfico (Co). Es una medida que indica la influencia de la topografía en el comportamiento de la atmósfera (Ortiz, 2004).

$$C_o = \frac{H^2}{A} \quad (7)$$

Número de orden de la cuenca (N). Número de ramales de la red de drenaje. Cuanto mayor sea el orden, mayor será el potencial de erosión, mayor será el transporte de sedimentos, y por lo tanto la componente de escorrentía directa es mayor que la de otra cuenca en un área similar (Ortiz 2004)

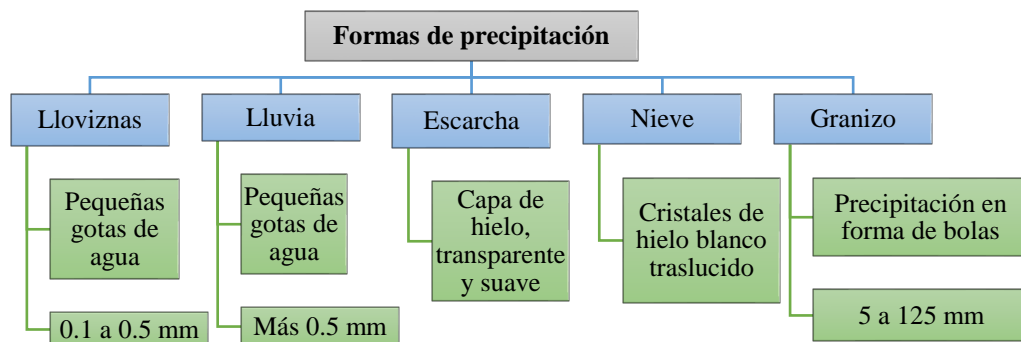
Coefficiente de escorrentía. Representa la proporción de agua en la precipitación total que realmente produce escorrentía superficial después de que el suelo está saturado y determina la medida en que el agua se infiltra en el suelo. Para cuencas con área menor a 10 km² se determina por medio de tablas ponderadas dadas por el MTC (2018) en base a las características de vegetación, topografía y textura del suelo, mientras que, para cuencas de área mayor a 10 km² se determina por medio de la curva número obtenida a partir de la base de datos de la Autoridad Nacional del Agua (ANA) para condiciones húmedas, normales o secas, según corresponda las condiciones de la cuenca.

2.3.2.3. Precipitación y estudio de tormentas

La precipitación es cualquier forma de humedad (líquida o sólida) que llega al suelo desde las nubes. Según esta definición, la precipitación puede ser de la forma: lluvia, granizo, garúa y/o nevadas (Villón, 2002, p. 69).

Figura 7

Formas de Precipitación



Nota: (Villón, 2002).

Una tormenta es un temporal o tempestad a un conjunto de precipitaciones que están sujetas a una misma perturbación meteorológica, en consecuencia, pueden durar desde minutos hasta horas o incluso días y pueden cubrir un terreno pequeño o extenso. Siendo, la lluvia el inicio de una tormenta, es la forma más común de precipitación y se refiere a la caída de gotas de agua líquida desde las nubes hacia la superficie, puede variar en: (Villón, 2002).

Densidad, cantidad de agua que cae por unidad de tiempo, es decir, la altura máxima de caída de agua por unidad de tiempo

$$i_{\text{máx}} = P/t \quad (8)$$

Donde: $i_{\text{máx}}$ intensidad máxima, P precipitación en altura de agua, t tiempo.

Duración, tiempo que transcurre entre el inicio y el fin de la tormenta.

Frecuencia, es el número de veces que se repite una tormenta, se caracterizan por un periodo de tiempo más o menos largo (normalmente medido en años).

2.3.2.4. Análisis estadístico de datos hidrológicos

Proceso mediante el cual se utilizan técnicas estadísticas para analizar y examinar los datos relacionados con las precipitaciones pluviales en diferentes contextos.

a) Modelos de distribución

El objetivo del análisis de frecuencia es estimar la cantidad máxima de lluvia para diferentes periodos de retorno mediante un modelo probabilístico: (MTC, 2018)

$$f(x) = \frac{1}{S\sqrt{(2\pi)}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{S}\right)^2} \quad (9)$$

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

$$P(x \leq x_i) = \frac{1}{S\sqrt{(2\pi)}} \int_{-\infty}^{x_i} e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2S^2}} \quad (10)$$

Modelo de distribución Log Normal 2 parámetros, donde \bar{x} y S parámetros de distribución.

$$f(x) = \frac{1}{(x-x_0)\sqrt{(2\pi)S_y}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln(x-x_0)\mu_y}{S_y}\right)^2} \quad (11)$$

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.

b) Pruebas de bondad de ajuste

Son pruebas de hipótesis que evalúan si un conjunto de datos es una muestra independiente de una distribución elegida: (Villón, 2016)

$$D = \text{máx}|F_o(xm) - F(xm)| \quad (12)$$

$$F_o(xm) = 1 - \frac{m}{n+1} \quad (13)$$

En prueba Komologrov – Smirnov, D es el máximo valor de la diferencia entre la función de distribución de probabilidad observada $F_o(xm)$ y la estimada $F(xm)$.

2.3.2.5. Periodo de retorno (Tr)

Según Villón (2002) el periodo de retorno Tr se define como el intervalo de tiempo medio en años durante el cual, en promedio, un evento de magnitud x puede ser igual o superado al menos una vez.

$$P(X \geq x) = \frac{1}{Tr} \quad (14)$$

$$P(X < x) = 1 - P(X \geq x) \quad (15)$$

Donde: Tr periodo de retorno, P(X≥x) probabilidad de excedencia, P(X<x) probabilidad de no excedencia.

Para emplear períodos de retorno en el diseño de ingeniería, es necesario considerar la relación entre la probabilidad de exceder el evento, la vida útil de la estructura y el riesgo permisible de falla (MTC, 2018). El riesgo de falla admisible está dado por:

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{Tr}\right)^n \quad (16)$$

Donde: R riesgo o falla, Tr periodo de retorno, n = vida útil del proyecto.

Tabla 4

Tr en base al Riesgo Admisible y la Vida Útil de las Obras

Tr	n (años) vida útil									
	1	2	3	5	10	20	25	50	100	200
0.01	100	199	299	498	995	1990	2488	4975	9950	19900
0.02	50	99	149	248	495	990	1238	2475	4950	9900
0.05	20	39	59	98	195	390	488	975	1950	3900
0.10	10	19	29	48	95	190	238	475	950	1899
0.20	5	10	14	23	45	90	113	225	449	897
0.25	4	7	11	18	35	70	87	174	348	695
0.5	2	3	5	8	15	29	37	73	154	289
0.75	1.3	2	2.7	4.1	7.7	15	18	37	73	144
0.99	1	1.11	1.27	1.66	2.7	5	5.9	11	22	44

Nota: Para defensas ribereñas se recomienda un riesgo admisible de 22% (MTC, 2018).

2.3.2.6. Intensidades máximas

Es la tasa temporal de precipitación, es decir, la profundidad por unidad de tiempo (mm/h), puede ser la intensidad instantánea o el promedio sobre la duración de la lluvia. Generalmente se usa la intensidad media: (MTC, 2018)

$$i = \frac{P}{Td} \quad (17)$$

Donde P es la profundidad de lluvia (mm), Td la duración en horas, siendo la frecuencia expresada en función del período de retorno, Tr.

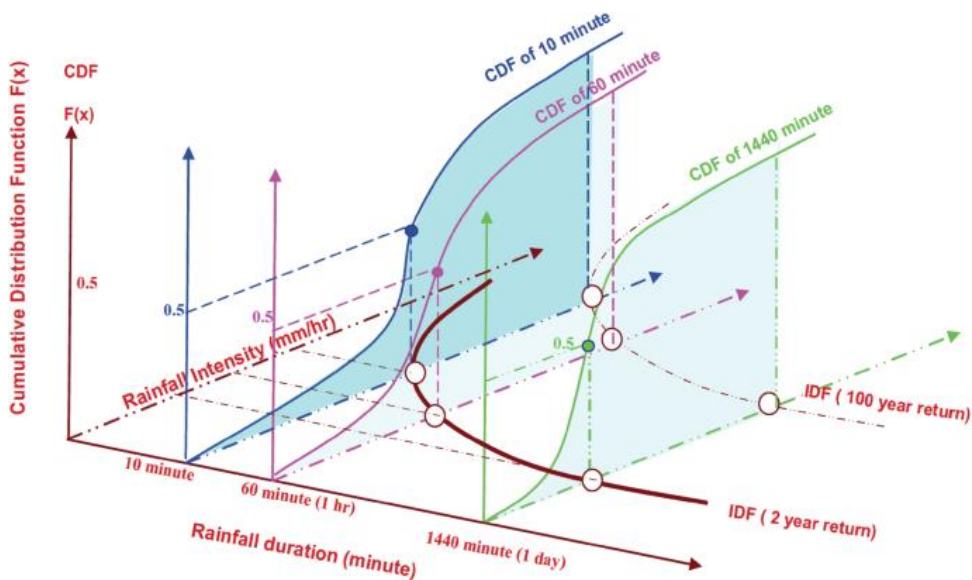
Para determinar estas curvas intensidad-duración-frecuencia IDF se debe contar con registros de lluvia para seleccionar las lluvias más fuertes de cada año. Si la tormenta dura menos de 1 hora o si no hay un registro de lluvia de máxima intensidad, se puede usar el método de Dick Peschke (MTC, 2018).

$$Pd = P_{24h} \left(\frac{d}{1440} \right)^{0.25} \quad (18)$$

Donde: Pd precipitación total (mm), d duración en minutos, P_{24h} precipitación máxima en 24 horas (mm).

Figura 8

Esquema de Formación de las Curvas IDF



Nota: (Sun et al., 2019).

2.3.2.7. Caudales máximos

El caudal de una cuenca se refiere a la cantidad de agua que fluye a través de un río o arroyo en un período de tiempo determinado. Es una medida de la cantidad de agua que transporta un sistema hidrológico y se expresa en m³/s, así mismo, los caudales máximos de un río son los valores más altos de caudal registrados en un período de tiempo determinado; estos caudales máximos pueden ocurrir durante eventos extremos como tormentas que generalmente están asociados con crecidas e inundaciones. En base al MTC (2018) hay diferentes métodos para determinar el caudal máximo de una cuenca en un punto emisor:

a) Método racional

Adecuado para pequeñas cuencas agrícolas de menos de 10 km² (MTC, 2018).

$$Q = 0.278 \times C \times I \times A \quad (19)$$

Donde, Q descarga máxima (m³/s), I intensidad de precipitación máxima horaria (mm/hr), A área de la cuenca (km²), C coeficiente de escorrentía (se obtiene a partir de la tabla N° 8 del manual del MTC, 2018).

b) Método racional modificado

Se usa para estimar caudales en cuencas con área mayor a 10 km², pero menor a 770 km², con (Tc) entre 0.25 a 24 h (MTC, 2018).

$$Q = 0.278 \times C \times I \times A \times K \quad (20)$$

Donde, Q caudal m³/s, C coeficiente de escorrentía, I intensidad de precipitación máxima horaria (mm/h), A área de la cuenca km², K coeficiente de uniformidad.

$$T_c = 0.3 \left(\frac{L}{S^{0.25}} \right)^{0.76} \quad (21)$$

En la ecuación 21, el tiempo de concentración en horas (Tc) se determina a partir de la fórmula de Témez (1987) citado por el MTC (2018), donde. L es la longitud del cauce mayor en Km, y S es la pendiente media del cauce mayor en m/m.

$$K = 1 + \frac{T_c^{1.25}}{T_c^{1.25} + 14} \quad (22)$$

Ecuación 22, para estimar el coeficiente de uniformidad, donde T_c es el tiempo de concentración en horas.

$$K_A = 1 + \left(\log_{10} A / 15 \right) \quad (23)$$

Ecuación 23, para determinar el coeficiente de simultaneidad o factor reductor K_A , donde A es el área de la cuenca en km^2 .

$$P = K_A P_d \quad (24)$$

Ecuación 24, P la precipitación máxima corregida sobre la cuenca (P), es igual a la multiplicación del factor reductor K_A , y la precipitación máxima diaria P_d .

$$I = \left(\frac{P}{24} \right) \times (11)^{\frac{28^{0.1} - T_c^{0.1}}{28^{0.1} - 1}} \quad (25)$$

Ecuación 25, para estimar la intensidad de precipitación I , donde P es la precipitación máxima corregida, y T_c es el tiempo de concentración en horas.

$$C = \frac{(P_d - P_o) \times (P_d + 23 \times P_o)}{(P_d + 11 \times P_o)^2} \quad (26)$$

Ecuación 26, para estimar el coeficiente de escorrentía C , donde P_d es la precipitación máxima diaria, P_o es el umbral de escorrentía.

$$P_o = \left(\frac{5000}{CN} \right) - 50 \quad (27)$$

Ecuación 27, para estimar el umbral de escorrentía P_o , donde CN curva número.

c) Hidrograma unitario

El hidrograma unitario es una representación gráfica del escurrimiento en función del tiempo para una lluvia unitaria de 1 cm de altura y una duración de 1 hora. Es utilizado para analizar y predecir el comportamiento hidrológico de una cuenca. El hidrograma unitario se construye mediante la convolución de la curva de duración de una lluvia y la función de infiltración, que describe cómo una cuenca responde a una lluvia determinada. La función de infiltración puede ser obtenida

por métodos empíricos o mediante la aplicación de modelos matemáticos. Existen diferentes fórmulas para calcular el hidrograma unitario. Algunas de las más utilizadas son: (MTC, 2018)

Método de Kirpich: utiliza una fórmula simplificada para obtener una estimación rápida del hidrograma unitario.

Método de SCS (Service Curve): desarrollado por el Servicio de Conservación de Suelos de Estados Unidos, utiliza la curva de escurrimiento del SCS para obtener el hidrograma unitario.

Método de Snyder: utiliza la función exponencial para describir la respuesta hidrológica de una cuenca.

Método del hidrograma triangular: utiliza la forma triangular para representar el hidrograma unitario.

d) Modelamiento hidrológico con HMS (Hydrologic Modeling System)

Es un proceso de simulación del comportamiento de una cuenca hidrográfica para predecir su respuesta ante diferentes eventos de lluvia. Para plantear el modelamiento se debe tener en cuenta principalmente: (MTC, 2018)

Definición del modelo: se establecen las características y parámetros del modelo en HEC-HMS, como el método de transformación de lluvia a escurrimiento.

Simulación hidrológica: con los datos y parámetros definidos, se ejecuta la simulación hidrológica en HEC-HMS. Este proceso implica el cálculo del escurrimiento en la cuenca. El software utiliza algoritmos y modelos matemáticos para calcular la respuesta hidrológica de la cuenca ante un evento de lluvia.

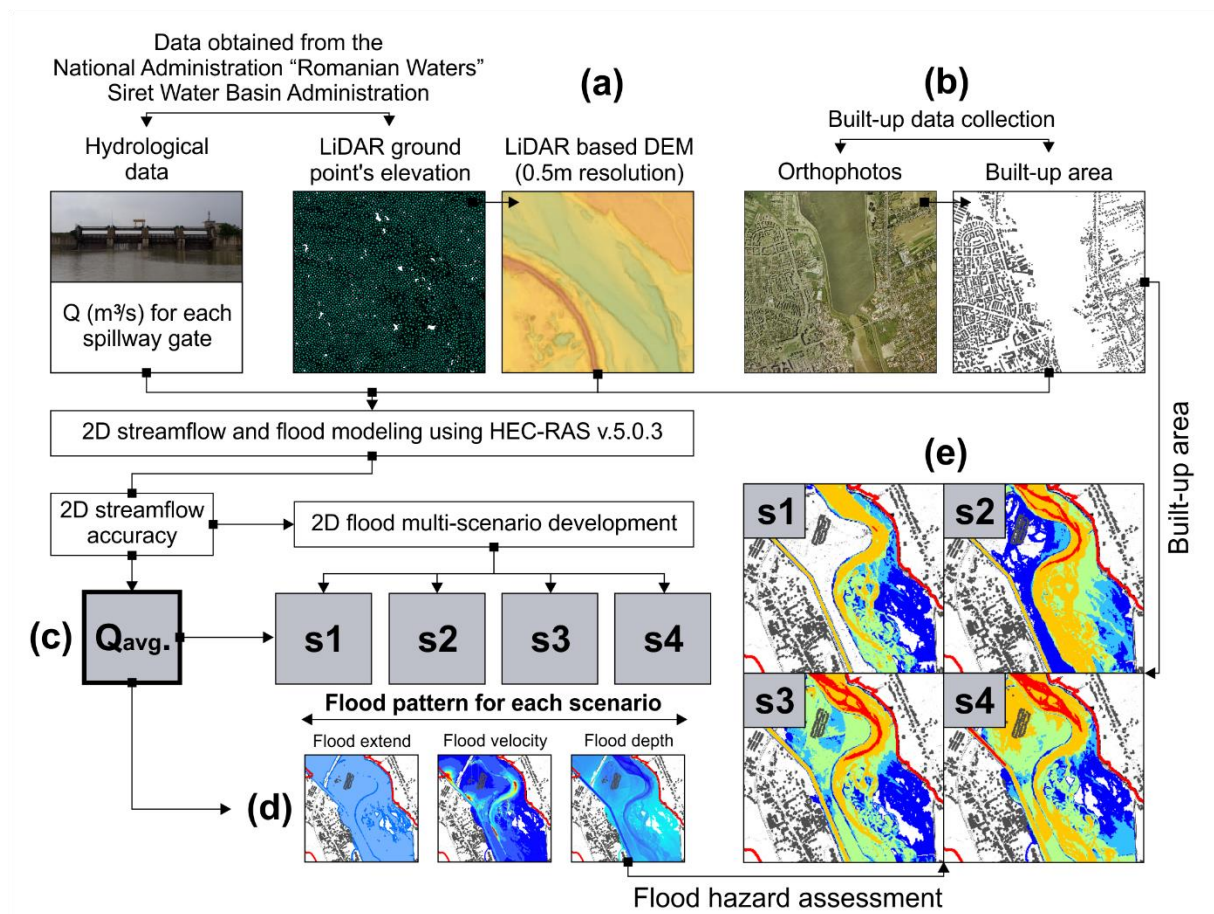
Calibración y validación: se realizan ajustes en los parámetros del modelo y en los datos de entrada, con el fin de que la simulación se acerque lo más posible a los datos observados.

2.3.2.8. Simulación hidráulica para determinar inundaciones

La simulación hidráulica para determinar las áreas de inundación es una técnica que se utiliza para predecir y analizar el comportamiento del flujo de agua durante eventos de inundación en una determinada área. Esta técnica se basa en la aplicación de modelos matemáticos y algoritmos específicos para simular el flujo de agua en ríos, canales y sistemas de drenaje. El modelamiento hidráulico es un proceso que utiliza convencionalmente el software HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center's River Analysis System) para simular y analizar el comportamiento del flujo de agua en ríos, con el fin de predecir y evaluar los riesgos de inundaciones (Timbe & Willems, 2011).

Figura 9

Modelo de Simulación Hidráulica con HEC-RAS



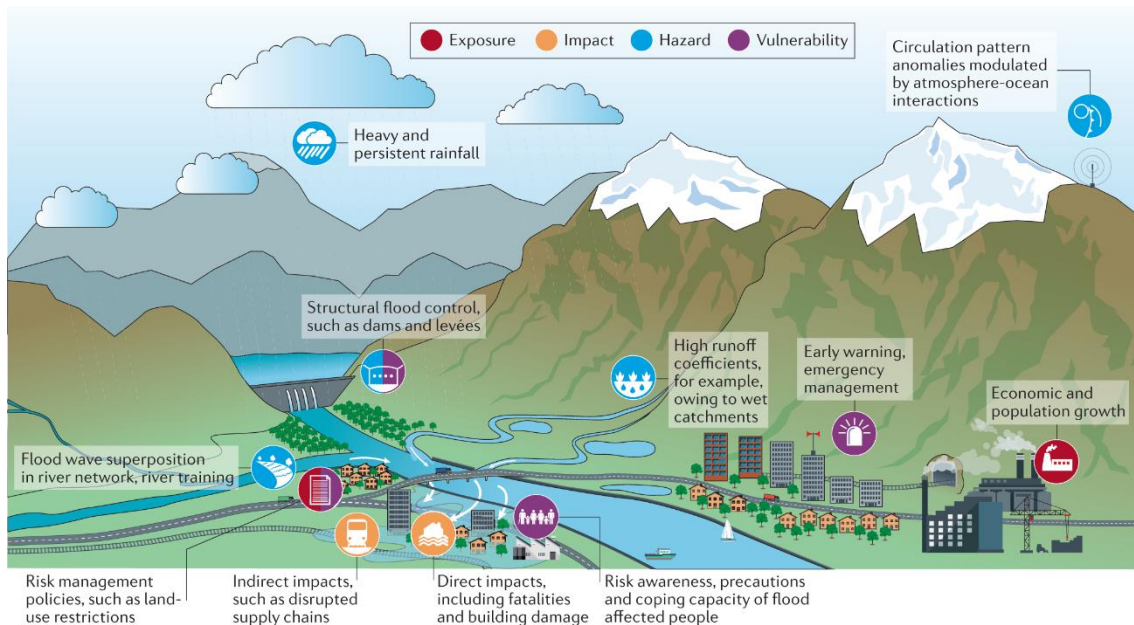
Nota: (Mihu-Pintilie et al., 2019).

2.3.3. Riesgo por inundación fluvial

El riesgo por inundación fluvial es la posibilidad de que ocurran daños o pérdidas humanas, materiales y ambientales debido al desbordamiento de un río o cauce de agua. Cuando ocurre una inundación fluvial, el agua del río se desplaza fuera de su cauce normal y se extiende por las áreas adyacentes. Estos eventos pueden ser causados por intensas lluvias, que resulten en un aumento significativo del flujo de agua en el río (Doménech et al., 2015). Las inundaciones fluviales pueden ser bastante devastadoras, ya que el agua puede causar daños estructurales a los edificios, destruir cultivos, arrastrar vehículos y objetos, y poner en peligro la vida de las personas, por lo tanto, es crucial que las comunidades ubicadas cerca de ríos estén preparadas con medidas necesarias para protegerse de una inundación.

Figura 10

Representación del Riesgo por Inundación Fluvial



Nota: (Merz et al., 2021).

El riesgo de inundación fluvial surge cuando existe una interacción entre dos elementos principales: el peligro de inundación y la vulnerabilidad de los elementos expuestos (CENEPRED, 2014, pp. 7-8).

2.3.3.1. Peligro de inundación fluvial

El peligro de inundación fluvial se refiere a la probabilidad o frecuencia con la que un río o cauce de agua puede desbordarse y causar una inundación. Es una medida de la amenaza que representa un río en términos de su capacidad para generar flujos de agua que superen los límites normales y provoquen inundaciones en áreas cercanas (INDECI, 2011). Este peligro se determina mediante estudios hidrológicos e hidráulicos que analizan el comportamiento del río en distintos escenarios, estimando las probabilidades de desbordamiento. Estos estudios representan las áreas susceptibles a inundaciones en función de su grado de intensidad y el nivel de probabilidad de ocurrencia.

$$\text{Peligro inundación} = f(\text{intensidad} \times \text{Probabilidad de ocurrencia}) \quad (28)$$

$$\text{Intensidad} = f(\text{profundidad de agua, duración, velocidad}) \quad (29)$$

$$\text{Probabilidad} = f(\text{precipitaciones, tormentas}) \quad (30)$$

Tabla 5

Matriz de Determinación del Peligro

Intensidad (Profundidad del flujo de inundación (m))	Mayor 1.5	Muy alta	PM 0.25	PA 0.5	PMA 0.75	PMA 1
	0.5-1.5	Alta	PB 0.19	PM 0.38	PA 0.56	PMA 0.75
	0.25-0.50	Media	PB 0.13	PM 0.25	PM 0.38	PA 0.5
	Menor 0.25	Baja	PB 0.06	PB 0.13	PB 0.19	PM 0.25
			Baja 101-500	Medio 51-100	Alta 11-50	Muy Alta 1-10
Periodo de retorno (Tr) en años						

Nota: Adaptado de (INDECI, 2011).

Tabla 6

Matriz de Peligro

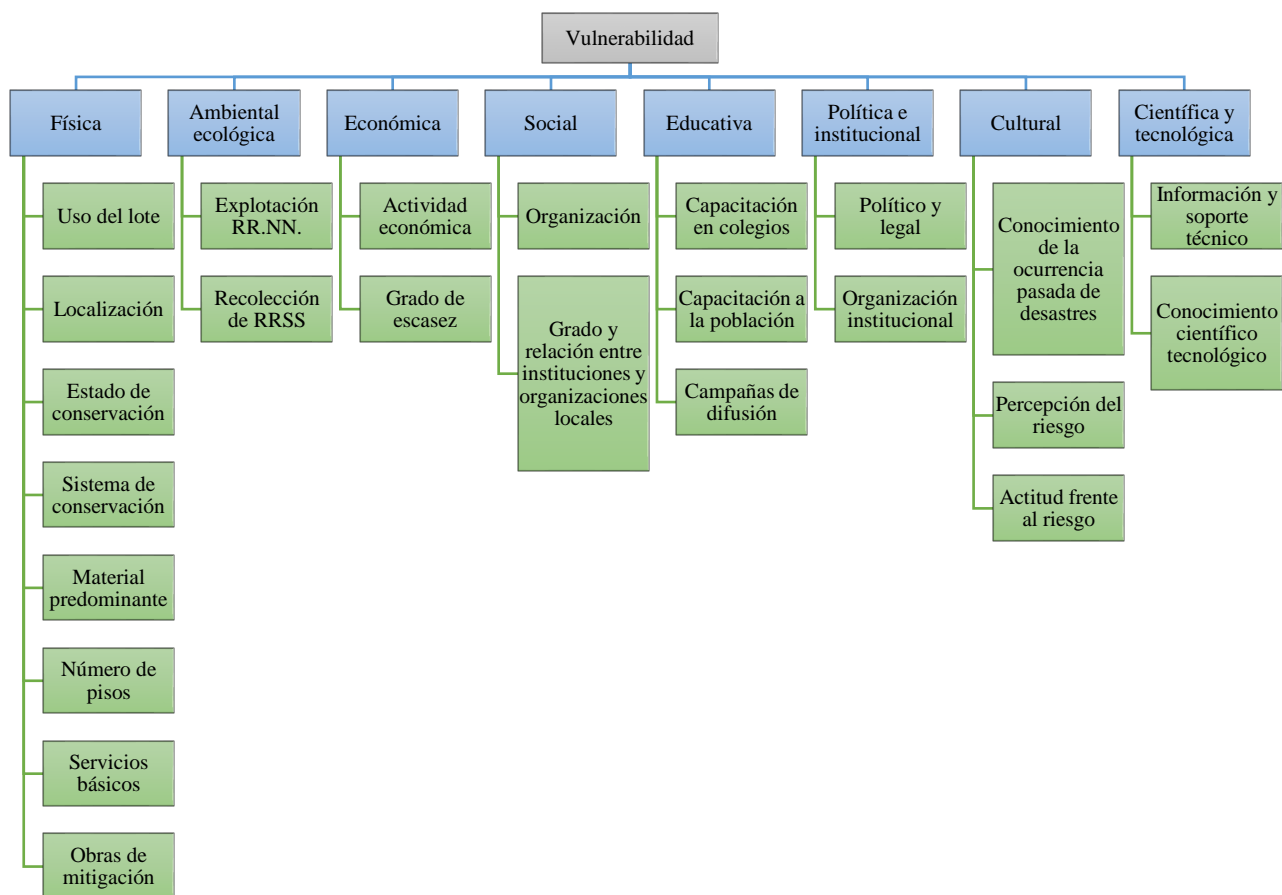
Nivel de peligro (NP)	Muy alto (PMA)	Alto (PA)	Medio (PM)	Bajo (PB)
Rango	$0.75 < NP \leq 1$	$0.50 < NP \leq 0.75$	$0.25 < NP \leq 0.50$	$0 < NP \leq 0.25$

Nota: (INDECI, 2011).

2.3.3.2. Vulnerabilidad fluvial y vulnerabilidad física

La vulnerabilidad frente a inundaciones se refiere a la susceptibilidad de una comunidad, infraestructura o ecosistema a sufrir daños o impactos negativos debido a las inundaciones. Consiste en la capacidad de una entidad de resistir, absorber o recuperarse de los efectos de las inundaciones (INDECI 2011). La vulnerabilidad relaciona la exposición (relaciones inapropiadas con el medio ambiente, que pueden resultar de procesos de crecimiento demográfico no planificado), fragilidad (condiciones materiales de una comunidad o sociedad) y resiliencia (asimilación de los seres humanos y sus medios de vida en caso de peligro) por tanto a mayor exposición y fragilidad mayor vulnerabilidad, mientras que a mayor resiliencia menor vulnerabilidad (CENEPRED, 2014).

Figura 11 Tipos de Vulnerabilidad frente a Inundaciones



Nota: Adaptado de (INDECI, 2011).

La vulnerabilidad frente a las inundaciones no solo se limita a la dimensión física, sino que también incluye aspectos sociales, económicos y ambientales, pero para un plan de contingencia que se centra en la reducción del peligro como en el presente estudio basta con conocer la vulnerabilidad física. La vulnerabilidad física es una de las dimensiones de la vulnerabilidad frente a las inundaciones y se refiere a la exposición directa de los elementos físicos a los efectos de las inundaciones. Esto incluye edificaciones, infraestructuras, cultivos, terrenos y otras formas de uso del suelo que pueden sufrir daños físicos o destrucción debido a la entrada de agua. La vulnerabilidad física depende de varios factores, como:

Tabla 7 *Matriz: Uso del Lote*

Uso del lote	Vivienda	Comercio	Gubernamental	Sin construcción
Rango	$0.75 < V \leq 1$	$0.50 < V \leq 0.75$	$0.25 < V \leq 0.50$	$0 < V \leq 0.25$
Vulnerabilidad	Muy alto	Alto	Medio	Bajo

Nota: Adaptado de (INDECI, 2011).

Tabla 8 *Matriz: Localización*

Localización	0 a 10 m	11 a 25 m	26 a 250 m	Más de 250 m
Rango	$0.75 < V \leq 1$	$0.50 < V \leq 0.75$	$0.25 < V \leq 0.50$	$0 < V \leq 0.25$
Vulnerabilidad	Muy alto	Alto	Medio	Bajo

Nota: Adaptado de (INDECI, 2011).

Tabla 9 *Matriz: Estado de Conservación*

Estado	Muy mala	Mala	Regular	Buena
Rango	$0.75 < V \leq 1$	$0.50 < V \leq 0.75$	$0.25 < V \leq 0.50$	$0 < V \leq 0.25$
Vulnerabilidad	Muy alto	Alto	Medio	Bajo

Nota: Adaptado de (INDECI, 2011).

Tabla 10 *Matriz: Sistema Constructivo*

Sistema	Adobe	Madera	Albañilería	Concreto armado
Rango	$0.75 < V \leq 1$	$0.50 < V \leq 0.75$	$0.25 < V \leq 0.50$	$0 < V \leq 0.25$
Vulnerabilidad	Muy alto	Alto	Medio	Bajo

Nota: Adaptado de (INDECI, 2011).

Tabla 11*Matriz: Material Predominante Piso*

Piso	Tierra	Madera	Cerámica	Concreto
Rango	$0.75 < V \leq 1$	$0.50 < V \leq 0.75$	$0.25 < V \leq 0.50$	$0 < V \leq 0.25$
Vulnerabilidad	Muy alto	Alto	Medio	Bajo

Nota: Adaptado de (INDECI, 2011).

Tabla 12*Matriz: Material Predominante Techo*

Techo	Teja	Eternit	Calamina	Aligerado
Rango	$0.75 < V \leq 1$	$0.50 < V \leq 0.75$	$0.25 < V \leq 0.50$	$0 < V \leq 0.25$
Vulnerabilidad	Muy alto	Alto	Medio	Bajo

Nota: Adaptado de (INDECI, 2011).

Tabla 13*Matriz: Material Predominante Pared*

Pared	Madera/ esteras	Tapial/ adobe	Ladrillo/bloque	Concreto
Rango	$0.75 < V \leq 1$	$0.50 < V \leq 0.75$	$0.25 < V \leq 0.50$	$0 < V \leq 0.25$
Vulnerabilidad	Muy alto	Alto	Medio	Bajo

Nota: Adaptado de (INDECI, 2011).

Tabla 14*Matriz: Número de Pisos de la Edificación*

N° de pisos	1	2	3	4 a +
Rango	$0.75 < V \leq 1$	$0.50 < V \leq 0.75$	$0.25 < V \leq 0.50$	$0 < V \leq 0.25$
Vulnerabilidad	Muy alto	Alto	Medio	Bajo

Nota: Adaptado de (INDECI, 2011).

Tabla 15*Matriz: Servicios Básicos: Agua*

Agua	Otro tipo de abastecimiento	Agua de quebrada	Red pública fuera de la vivienda	Red pública en la vivienda
Rango	$0.75 < V \leq 1$	$0.50 < V \leq 0.75$	$0.25 < V \leq 0.50$	$0 < V \leq 0.25$
Vulnerabilidad	Muy alto	Alto	Medio	Bajo

Nota: Adaptado de (INDECI, 2011).

Tabla 16*Matriz: Servicios Básicos: Desagüe*

Desagüe	Campo abierto	Letrina	Red pública fuera de la vivienda	Red pública en la vivienda
Rango	$0.75 < V \leq 1$	$0.50 < V \leq 0.75$	$0.25 < V \leq 0.50$	$0 < V \leq 0.25$
Vulnerabilidad	Muy alto	Alto	Medio	Bajo

Nota: Adaptado de (INDECI, 2011).

Tabla 17*Matriz: Servicios Básicos: Alumbrado*

Alumbrado	No tiene	Vela, mechero o lampara	Alumbrado compartido	Red pública de alumbrado
Rango	$0.75 < V \leq 1$	$0.50 < V \leq 0.75$	$0.25 < V \leq 0.50$	$0 < V \leq 0.25$
Vulnerabilidad	Muy alto	Alto	Medio	Bajo

Nota: Adaptado de (INDECI, 2011).

Tabla 18*Matriz: Obras de Mitigación*

Obras de mitigación	No tiene	Sacos de arena	Vegetación ribereña	Muros de contención
Rango	$0.75 < V \leq 1$	$0.50 < V \leq 0.75$	$0.25 < V \leq 0.50$	$0 < V \leq 0.25$
Vulnerabilidad	Muy alto	Alto	Medio	Bajo

Nota: Adaptado de (INDECI, 2011).

Al promediar la sumatoria de todas ponderaciones de las dimensiones de la vulnerabilidad física se obtiene un valor general mismo que se puede cualificar según el rango en el que se encuentre, así mismo si se desea dar un valor general para toda la zona de estudio se puede cualificar según estratificación (Tabla 18).

Tabla 19*Matriz de Vulnerabilidad*

Vulnerabilidad (V)	Muy alto (VMA)	Alto (VA)	Medio (VM)	Bajo (VB)
Rango	$0.75 < V \leq 1$	$0.50 < V \leq 0.75$	$0.25 < V \leq 0.50$	$0 < V \leq 0.25$
Estratificación	75 – 100%	51 – 75%	26 – 50%	< 25%

Nota: (INDECI, 2011).

2.3.3.3. Riesgo de inundación

Una vez identificadas las amenazas (P) a las que está expuesto un núcleo de población y determina la vulnerabilidad (V), se puede realizar una evaluación conjunta para calcular el riesgo (R), es decir, la probabilidad estimada de pérdidas y daños esperados ante un fenómeno de inundación (INDECI, 2006, p. 26).

$$R = P \times V \quad (31)$$

En esta ecuación cada variable: amenaza (P), vulnerabilidad (V) y riesgo (R), se formula como una probabilidad.

Figura 12

Matriz de Riesgo (combinaciones)

Peligro (P)	Muy alto 1	RA 0.25	RA 0.5	RMA 0.75	RMA 1
	Alto 0.75	RM 0.19	RM 0.38	RA 0.56	RMA 0.75
	Medio 0.5	PB 0.13	RM 0.25	RM 0.38	RA 0.5
	Bajo 0.25	PB 0.06	PB 0.13	RM 0.19	RA 0.25
		Baja 0.25	Medio 0.5	Alta 0.75	Muy Alta 1
		Vulnerabilidad			

Nota: Adaptado de (INDECI, 2011).

Tabla 20

Matriz de Riesgo (ponderaciones)

Riesgo (R)	Muy alto (RMA)	Alto (RA)	Medio (RM)	Bajo (RB)
Rango	$0.75 < R \leq 1$	$0.50 < R \leq 0.75$	$0.25 < R \leq 0.50$	$0 < R \leq 0.25$
Estratificación	75 – 100%	51 – 75%	26 – 50%	< 25%

Nota: (INDECI, 2011).

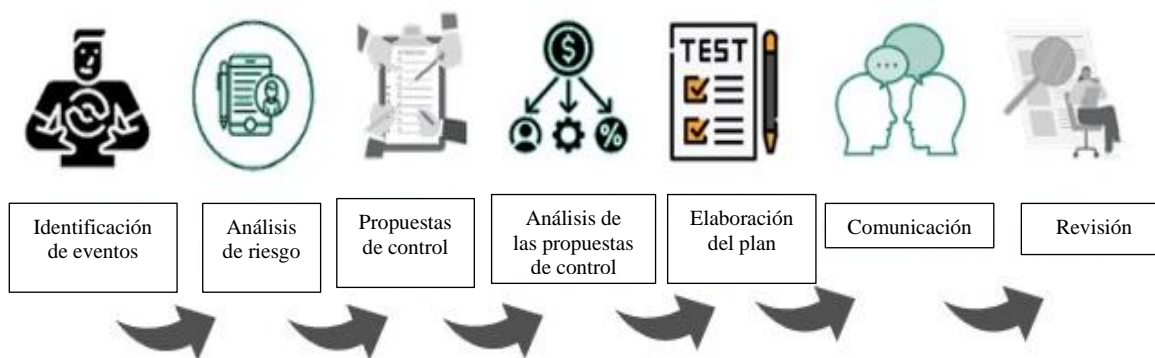
El conocimiento de las áreas con diferentes niveles de riesgo se utiliza en el proceso de ordenamiento y planificación, por lo que estas deben representar los usos que se le pueden dar y los daños potenciales que este uso puede causar, así como las propuestas de control de la inundación (INDECI, 2006).

2.3.4. Plan de contingencia frente a inundaciones

Un plan de contingencia frente a inundaciones es un conjunto de medidas y procedimientos que se establecen de manera anticipada con el fin de minimizar los impactos negativos que pueden suceder durante una inundación. Este plan tiene como objetivo principal proteger vidas humanas, preservar los bienes materiales y minimizar las interrupciones en los servicios esenciales (Cruz, 2016).

Figura 13

Proceso de un Plan de Contingencia



Nota: (Vaidya, 2023).

La elaboración de un plan de contingencia implica la identificación y mapeo de las áreas propensas a inundaciones, así como la determinación del nivel de amenaza y los posibles escenarios de inundación. Además, se lleva a cabo la evaluación de la vulnerabilidad de la comunidad, infraestructuras y servicios, con el fin de determinar las necesidades y prioridades (da Silva et al., 2018). También incluye una serie de acciones preventivas, como la construcción de infraestructuras de protección (Ramil-Rego et al., 2019).

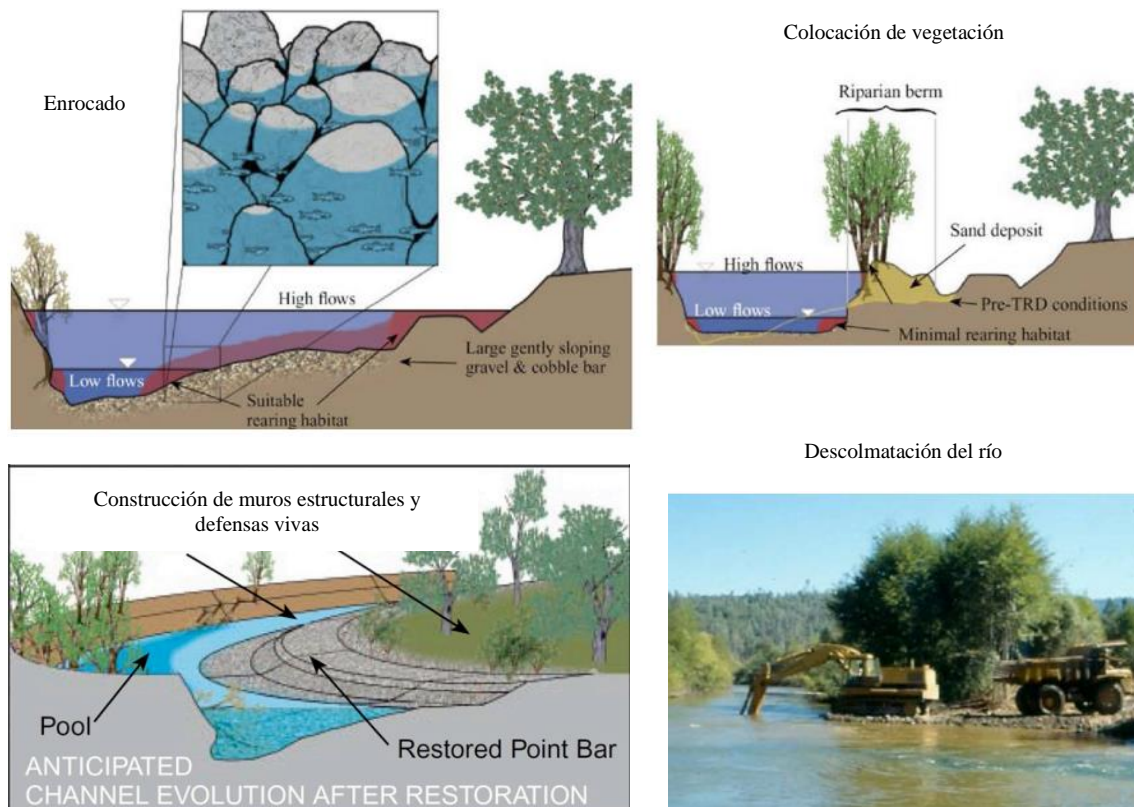
En resumen, un plan de contingencia frente a inundaciones es una estrategia integral que busca preparar y responder de manera efectiva ante la amenaza de inundaciones, con el fin de reducir los riesgos y proteger a la población y los bienes materiales.

2.3.5. Medidas de control de inundación

Las medidas de control de inundaciones son acciones y estrategias implementadas para prevenir, mitigar o reducir los daños causados por la inundación de áreas urbanas o rurales. Las medidas de control de inundaciones pueden incluir el mantenimiento de sistemas de drenaje, la descolmatación del cauce, así como, la construcción de diques, presas, canales y pozos de absorción, con el fin de regular el flujo de agua y evitar su acumulación excesiva. También pueden implicar la implementación de políticas de uso del suelo que limiten la ocupación de zonas propensas a inundaciones, así como la promoción de prácticas de conservación del agua y restauración de ecosistemas, pero todas estas medidas deben ser analizadas por medio de un plan de contingencia (López, 2005).

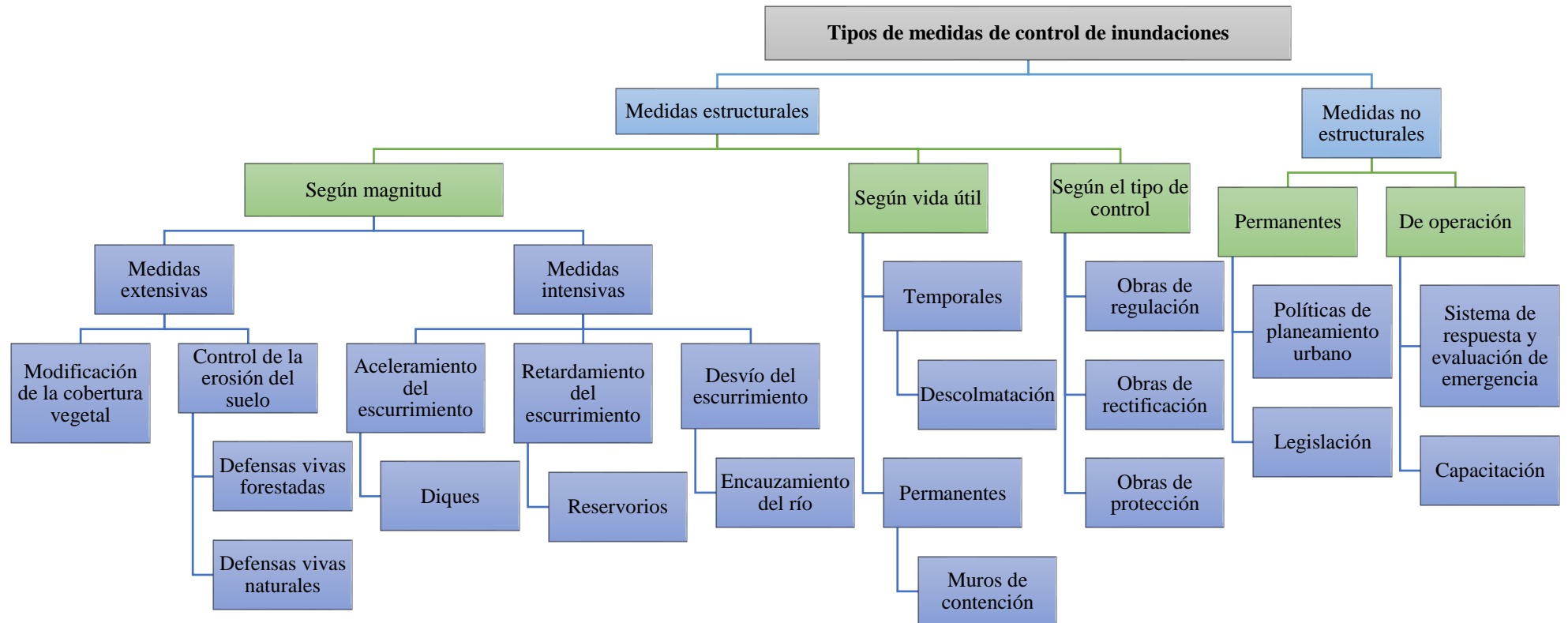
Figura 14

Algunas Medidas de Control Frente a Inundaciones



Nota: (World Meteorological Organization, 2017).

Figura 15 Tipos de Medidas de Control de Inundaciones



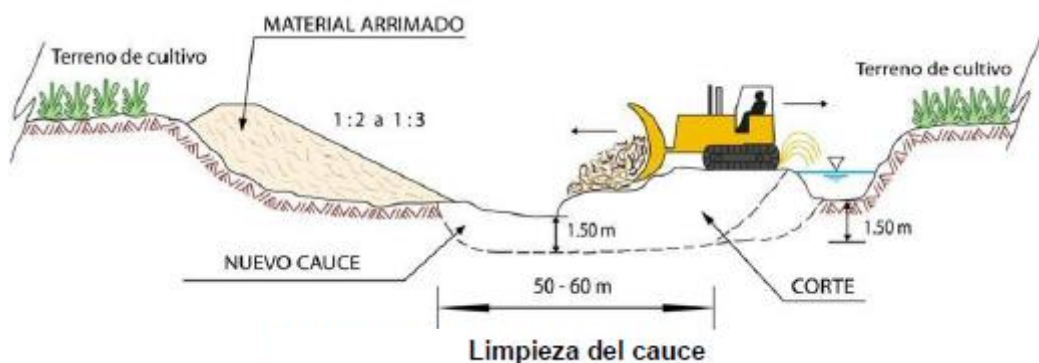
Nota: Adaptado de (Vásquez et al, 2016).

2.3.5.1. Encauzamiento (descolmatación del río)

Se entiende por encauzamiento el conjunto de obras necesarias para establecer el cauce de un río dentro de unos límites predeterminados de manera que los taludes transversales y longitudinales resultantes permitan el paso del caudal máximo, lo que se denomina caudal de ingeniería. También puede entenderse como el proceso de limpieza del fondo de ríos donde se han acumulado residuos sólidos. Al analizar los efectos de dichas obras sobre el equilibrio y evolución del cauce, se debe tener en cuenta que el estrechamiento del cauce natural aumenta la capacidad de transporte de sedimentos debido a la mayor velocidad, por lo que el efecto inicial será una ligera erosión del tramo del cauce, que queda protegido y aguas abajo más fuerte contra los sedimentos aguas arriba; posteriormente, cuando el cauce se estabilice, la pendiente longitudinal del río aguas arriba será la misma que la del río anterior en el tramo correspondiente y será más suave, sin embargo, en ambos casos el cauce será más bajo que el cauce original (Herrerias y Marín, 2000). El encauzamiento hidráulicamente se modela cambiando la geometría del cauce según las modificaciones que se realizarían en campo, a fin de verificar si con estos cambios se logra reducir el área de inundación.

Figura 16

Medidas Temporales: Descolmatación del río



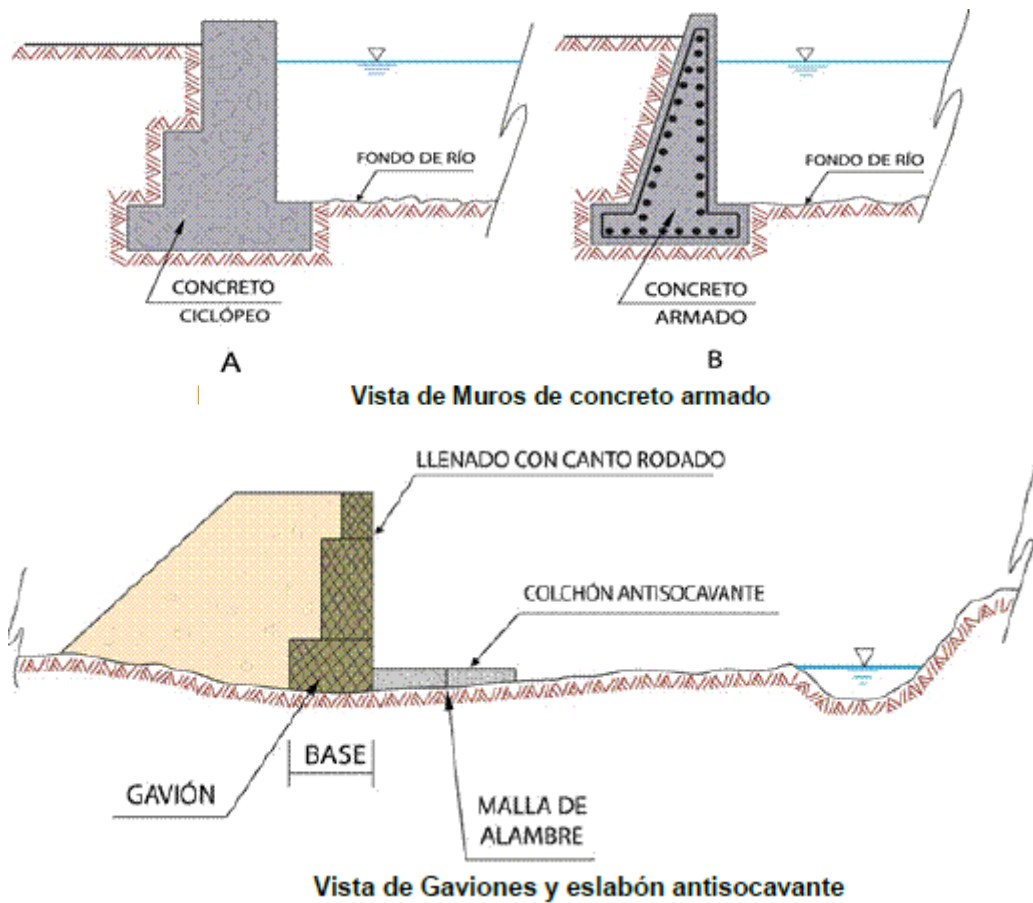
Nota: (Vásquez et al, 2016).

2.3.5.2.Muro de contención

Son obras construidas para reducir o evitar los posibles efectos de inundaciones mediante el control del caudal de agua, incluyen estructuras diseñadas como defensas ribereñas (muros, diques, gaviones, etc.) y medidas complementarias, como zonas de amortiguamiento naturales (Vásquez et al., 2016). Cuando se trata de infraestructura de agua, los muros de contención contra inundaciones son uno de los principales tipos de estructuras de control de inundaciones que se usan hoy en día. Sin embargo, hay variaciones del muro de contención contra inundaciones, y el tipo que se use depende de las características de la estructura y el área circundante (ACICOR, 2023).

Figura 17

Medidas Estructurales Permanentes



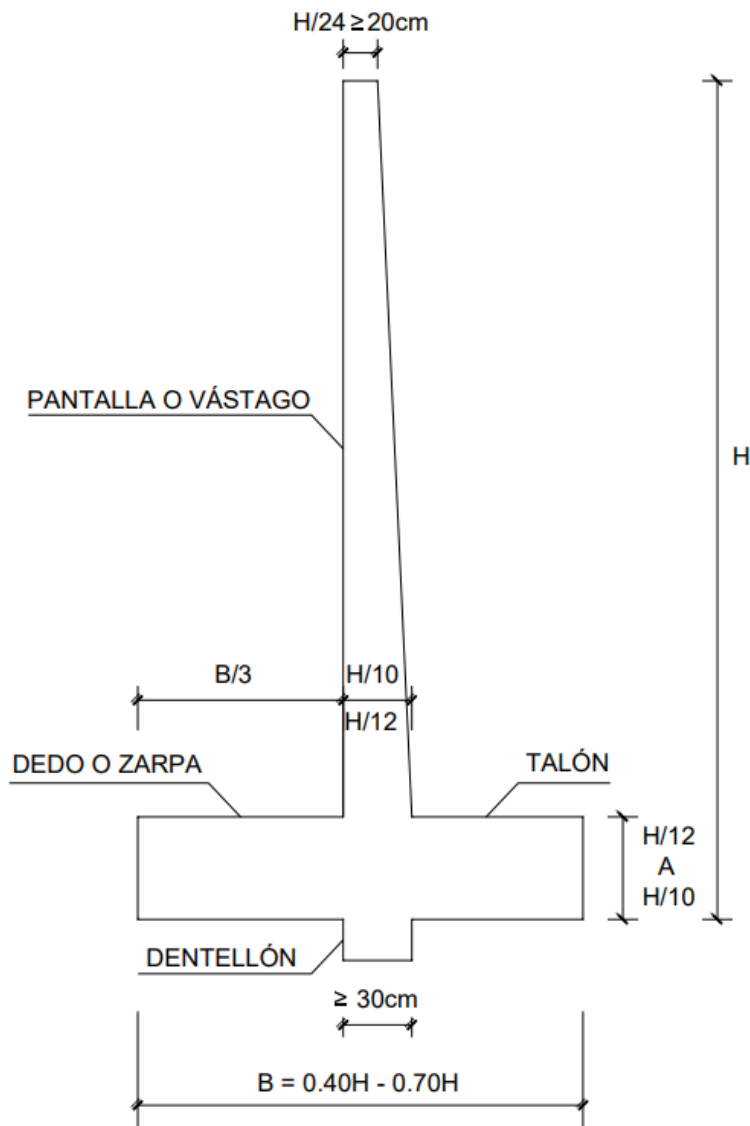
Nota: (Vásquez et al, 2016).

a) Muros de contención en voladizo

Es una estructura construida en una posición horizontal o inclinada que sobresale de la superficie a la que está unido. Este tipo de muro se caracteriza por no tener apoyo en su parte inferior, lo que le permite colgarse o extenderse en el aire. Por lo general, están hechos de concreto armado, su diseño se parece más a una “T” invertida; la punta y el talón del muro en voladizo están enterrados debajo de la pendiente existente, con el pie mirando hacia la fuente de agua (ACICOR, 2023).

Figura 18

Dimensionamiento del Muro de Contención en Voladizo



Nota: (Pardo et al., 2012).

Cuando se realiza el diseño de un muro de contención en voladizo, existen algunas fórmulas comúnmente usadas para determinar las dimensiones y la capacidad de carga de este (Núñez, 2020).

Presión de tierra activa: La presión de tierra activa se calcula utilizando la fórmula de Rankine, que se puede expresar de la siguiente manera: (Núñez, 2020)

$$Ea = \frac{1}{2} \times \gamma \times H^2 \times Ka \quad (32)$$

$$Ep = \frac{1}{2} \times \gamma \times H^2 \times Kp \quad (33)$$

Donde: Ea presión de tierra activa, Ka coeficiente de presión lateral de la tierra, γ peso unitario del suelo, H altura del muro sobre el suelo, Ep empuje pasivo, Kp coeficiente de presión pasiva.

Estabilidad global: Para evaluar la estabilidad global del muro y evitar su volcamiento, se utiliza la fórmula de equilibrio de momentos. (Núñez, 2020)

$$M_{resistente} \geq M_{carga} \quad (34)$$

$$Fsv = \frac{Mr + M_{rp \text{ estabilizante}}}{M_v \text{ desestabilizante}} \geq 2.0 \quad (35)$$

$$FDS = \frac{P \times \mu + E_{ph} \text{ fuerzas resistentes}}{E_i \text{ fuerzas actuantes}} \geq 1.5 \quad (36)$$

Donde: Fsv factor de seguridad a volcamiento, FDS factor de seguridad a deslizamiento, Mr momento resistente, Mrp momento resistente pasivo, Mv momento de volteo, P momento resistente, μ coeficiente de fricción, .Eph momento resistente pasivo, Ei momento de deslizamiento

Capacidad de carga del suelo: La capacidad de carga del suelo se puede determinar mediante la fórmula de Terzaghi.

$$Q_{ult} = c \times A + q \times A \quad (37)$$

Donde: Qult capacidad de carga última del suelo, c: cohesión del suelo, A área de la base del muro, q carga distribuida sobre la base del muro.

b) Gaviones

Los gaviones son estructuras que se construyen usando cestas o jaulas metálicas llenas de piedras, grava u otros materiales similares. Estas cestas se colocan juntas para formar una estructura sólida y resistente que se utiliza comúnmente en la construcción de muros de contención, revestimientos de ríos y restauración de terrenos erosionados. Son muros de gran resistencia, ya que, al ser totalmente permeables, alivian las tensiones acumuladas en la capa exterior de los muros tradicionales. Además, por su gran flexibilidad, soportan movimientos y asentamientos diferenciados sin pérdida de eficiencia, además su costo es bajo, pero su vida útil es menor (más de 5 años) (ACICOR, 2023).

Lindo (2016) describe el proceso de diseño del muro de gaviones, el cual considera las siguientes ecuaciones:

$$H = y + BL \quad (38)$$

Donde, H altura del muro de gaviones en m, BL borde libre en m, y tirante en m.

H resultante se aproxima a una altura comercial.

$$BL = \emptyset \times \left(\frac{V^2}{2g}\right) \quad (39)$$

Donde, \emptyset coeficiente que depende del caudal máximo para 1000 a 2000 m³/s es 1.4 y para 500 a 1000 m³/s es 1.2, V velocidad, g aceleración de la gravedad.

$$B \geq \frac{H}{2} \quad (40)$$

Donde, B ancho de la base del muro de protección en m.

$$L \geq 1.5 a 2e \quad (41)$$

Donde, L longitud del colchón antisocavante en m, e profundidad máxima de socavación en m.

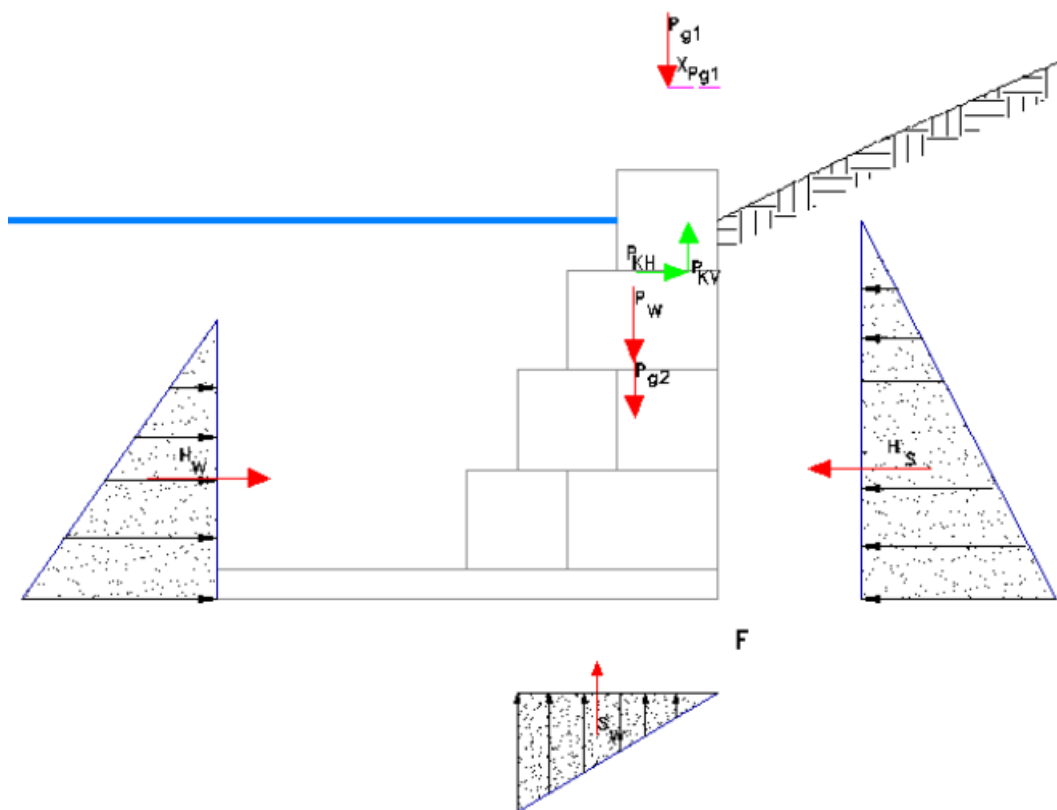
$$Hs = \left(\frac{\alpha \times Ho^{5/3}}{0.68 \times B \times dm^{0.28}}\right)^{\frac{1}{1+x}} \quad (42)$$

$$\alpha = \frac{Qd}{Hm^{5/3} \times Be \times \mu} \quad (43)$$

Donde, H_s tirante después de la erosión, H_o tirante antes de la erosión, B coeficiente del período de retorno, d_m diámetro medio de los granos de fondo, Q_d caudal de diseño, H_m tirante medio de la sección, Be ancho efectivo, μ coeficiente contracción, x coeficiente que depende del diámetro medio de las partículas.

Figura 19

Diagrama de Esfuerzos en Gaviones



Nota: (Lindo, 2016).

Así mismo, cuando se realiza el diseño de un gavión, existen algunas fórmulas comúnmente utilizadas para verificar su estabilidad, las cuáles también se han descrito en el estudio de Lindo (2016).

$$St = \frac{Ms}{Mr} > 1.3 \quad (44)$$

Donde, S_t coeficiente de volteo, M_s momento de fuerzas estabilizantes, M_r momento de fuerzas volcantes.

$$S_s = \frac{\sum V \times tg \phi}{\sum H} > 1.3 \quad (45)$$

Donde, S_s verificación frente a deslizamiento, V suma de fuerzas verticales, H suma de fuerzas horizontales.

$$OB = 6 \frac{V \times \overline{XM}}{100 \times AB^2} > 1.3 \quad (46)$$

Donde, V (Kg) es la componente vertical de R , OB es expresada en Kg/cm² y XM y AB en cm.

Piñar (2008) argumenta que, los gaviones deben pasar también por otras verificaciones de estabilidad, tales como:

1. Fórmula de capacidad de carga del suelo:

La capacidad de carga del suelo se puede determinar utilizando la fórmula de Terzaghi, que se expresa de la siguiente manera:

La estabilidad interna del gavión se puede evaluar mediante la fórmula de esfuerzo cortante del suelo en la base, que se expresa de la siguiente manera:

$$\tau = \frac{T}{B} \quad (47)$$

$$\sigma_{max} = \frac{N}{2d} \quad (48)$$

Donde: T Fuerza de corte que actúa sobre la sección analizada, B Ancho de la sección analizada, N Fuerza normal que actúa sobre la sección analizada, d

Para evaluar la estabilidad global del gavión y evitar su desplazamiento, se debe verificar el equilibrio de fuerzas y momentos.

$$FS = \frac{\sum \left(\frac{cb + P \tan \phi}{\cos \alpha + \frac{S \sin \alpha \times \tan \phi}{FS}} \right)}{\sum (P \sin \alpha)} \quad (49)$$

2.4. Hipótesis

Ho: Las propuestas del plan de contingencias reducen el riesgo de inundación por desborde del río Chotano a partir del sector La Retama hasta la I.E.S. Anaximandro Vega, parte baja de la ciudad de Lajas en menos del 50%.

H1: Las propuestas del plan de contingencias reducen el riesgo de inundación por desborde del río Chotano a partir del sector La Retama hasta la I.E.S. Anaximandro Vega, parte baja de la ciudad de Lajas en más del 50%.

2.5. Operacionalización de variables

La variable independiente en una investigación es la que se supone que tiene un impacto o influencia sobre la variable dependiente. En este caso, las inundaciones por desborde del río son consideradas la variable independiente, ya que tienen un efecto sobre el nivel de profundidad del plan de contingencia. Las inundaciones por desborde del río son causadas por las lluvias intensas, obstrucciones en el curso del río, entre otros. Estas inundaciones tienen un impacto significativo en las áreas afectadas, provocando daños materiales, riesgos para la vida humana, interrupción de los servicios básicos, entre otros. El plan de contingencia, por otro lado, es una serie de medidas y acciones planeadas anticipadamente para hacer frente a situaciones de emergencia, como las inundaciones. Pero para generar dicho plan se tiene que conocer la inundación, modelar la misma e identificar las áreas propensas a este fenómeno, ya que de ello dependerán las medidas que se tomen. Por lo tanto, la variable dependiente en este caso es el plan de contingencia, ya que se espera que este plan sea influenciado por la magnitud y frecuencia de las inundaciones por desborde del río. Es decir, se espera que las medidas del plan de contingencia sean elaboradas en relación a las características de la inundación

y que se adapten a evitar el desborde del agua en las áreas modeladas mediante el análisis de la variable independiente "inundaciones por desborde del río".

2.5.1. Variable independiente INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RÍO

Son fenómenos, que surgen por las fuertes precipitaciones pluviales, cuando estas sobrepasan la magnitud del firme superficial o por el desborde de ríos o quebradas, afectando más a las áreas urbanas de una ciudad, donde el pavimento, no permite el paso del flujo hídrico, causando daños, donde hay vulnerabilidad (Green, 2004).

Las dimensiones de estudio de la variable son:

Parámetros geomorfológicos de la subcuenca. Parámetros derivados del tratamiento cartográfico de la zona de estudio. Los parámetros geomorfológicos son un conjunto de características utilizadas para la clasificación de una masa de agua basándose en cálculos, consisten en fórmulas matemáticas (Marín, 2018).

Análisis de tormenta. Hace mención a los parámetros hidrometeorológicos que se requieren para la estimación de caudales máximos, mediante procedimientos técnicos, siguiendo los lineamientos propuestos por los manuales de los organismos respectivos como es el MTC (2018) y materiales académicos de valor científico.

Inundación fluvial. Las inundaciones fluviales, son el objeto de análisis, éstas son causadas por el desbordamiento de los ríos. Es atribuida al aumento brusco del volumen de agua más allá de lo que un lecho o cauce es capaz de transportar sin desbordarse, durante lo que se denomina crecida, siendo consecuencia del exceso de lluvias (Mora y Ochoa, 2016).

2.5.2. Variable dependiente: PLAN DE CONTINGENCIA

El plan de contingencia es aquel documento donde se plasma el proceso de gestión de riesgos que, se plantea para minimizar, eludir y evitar los daños causados al

concretarse un peligro en una zona de estudio; el plan de contingencia debe adaptarse a las condiciones del lugar, y debe analizarse fundamentalmente en tres aspectos: la identificación del riesgo, la reducción del riesgo, y el manejo de desastres; por tanto, las dimensiones de estudio son:

Identificación del riesgo por inundación. Hace referencia a los riesgos que puede ocasionar el desborde del río Chotano definidos en base a la peligrosidad y vulnerabilidad física (INDECI, 2011), para verificar los daños que ocasionaría una máxima avenida a fin de proponer planes de prevención y mitigación.

Reducción del riesgo de inundación. Intervenciones prácticas para el impacto potencial de un peligro con el desarrollo de obras para hacer que un sistema sea resistente para proteger al público y sus bienes (CENEPRED, 2014).

Manejo de desastres. Son aquellas acciones que, se deben seguir post suceso de inundación, a fin de tener una línea base del proceso que, se debe realizar para ayudar a las personas damnificadas y poder salvaguardar a los pobladores.

Tabla 21

Matriz de Operacionalización

Variable	Definición conceptual	Dimensión	Definición conceptual	Indicador	Ítem		
VI Inundaciones por desborde del río Chotano	Son fenómenos, que surgen por las fuertes precipitaciones pluviales, cuando estas sobrepasan la magnitud del firme superficial o por el desborde de ríos o quebradas.	Parámetros geomorfológicos de la sub cuenca	Constantes derivadas del tratamiento de la data cartográfica.	Área	km ²		
				Altitud media	msnm		
				Tiempo de concentración	min		
				Longitud del cauce principal	km		
		Análisis de la tormenta	Parámetros hidrometeorológicos que se requieren para la estimación de caudales máximos.	Acumulación de agua en terrenos generalmente seco por desborde del río.	Precipitaciones máximas	mm/h	
					Intensidades máximas	mm/h	
					Período de retorno	años	
					Caudal máximo	m ³ /s	
					Área	km ²	
					Velocidad	m/s	
VD Plan de contingencia	El plan de contingencia es aquel documento donde se plasma el proceso de gestión de riesgos que, se plantea para minimizar, eludir y evitar los daños causados al concretarse un peligro en una zona de estudio.	Identificación del riesgo de inundación (INDECI, 2011)	Hace referencia a los riesgos de peligrosidad, vulnerabilidad física, que puede ocasionar un posible desborde del río Chotano.	Análisis del peligro	%		
				Vulnerabilidad física	%		
				Riesgo de inundación	%		
				Reducción del riesgo de inundación	Son intervenciones prácticas para reducir o eliminar el impacto potencial de un peligro mediante el desarrollo o el refuerzo de obras.	Con el modelo actual	%
		Con descolmatación del río	%				
		Con muros de contención y/o gaviones	%				
		Manejo de desastres	Acciones que, se deben seguir post suceso de inundación.			Durante la inundación	...
						Después de la inundación	...

CAPÍTULO III.

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y nivel de investigación

El enfoque es mixto, se han encontrado valores cuantificables, como los parámetros de la cuenca, las intensidades máximas, las áreas de inundación, el dimensionamiento de las medidas de contingencia y el efecto de estas en el control de la inundación, pero también se han cualificado diferentes aspectos, como el nivel de peligro, vulnerabilidad y riesgo frente a inundación, y el manejo de desastres en base a la descripción de las medidas.

El tipo de investigación es básica, no existían planes de contingencia frente a inundaciones en el río Chotano de la ciudad de Lajas, por tanto, se ha planteado la línea base desde cero, a partir de los datos recolectados en campo, sobre peligrosidad y vulnerabilidad física, a fin de reducir la inundación con propuestas de contención en base a la metodología INDECI (2011).

Según Hernández et al. (2014, p. 92) la investigación descriptiva implica describir fenómenos, situaciones, contextos y eventos, es decir, especificar su naturaleza y forma de manifestación. Se ha descrito la situación de peligro a la que se encuentran expuestos los pobladores y medios de vida aledaños a la ribera del río Chotano en la ciudad de Lajas, así como sus características de vulnerabilidad física en base a la encuesta de INDECI (2011) con lo que se ha determinado el nivel de riesgo, pero también, se han descrito las propuestas de contingencia ante máximas avenidas en los dos puntos críticos de inundación por desborde del río Chotano del puente La Retama a la I.E.S. Anaximandro Vega, Lajas.

Tabla 22*Tipo de Investigación*

Criterio	Tipo de investigación
Estrategia o enfoque metodológico	Mixta
Finalidad	Básica
Objetivos	Descriptiva
Control de diseño de la prueba	no experimental
Temporalidad	Transversal (sincrónica)
Fuente de datos	Mixta
Contexto donde sucede	Biblioteca, laboratorio, campo

3.2. Diseño de investigación

El diseño del estudio se dio de acuerdo con el método de Hernández et al. (2014), quien afirma que los investigadores deben ser capaces de definir o al menos visualizar qué se va a medir (qué conceptos, variables, componentes, etc.), y este tipo de investigación ayuda a mostrar con precisión el ángulo o dimensión de un fenómeno, evento, comunidad, contexto o situación. Siendo así

El diseño fue no experimental descriptivo predictivo; no experimental, porque no se han alterado las condiciones reales de riesgo en campo; descriptivo, porque se han descrito cada uno de los procesos y resultados alcanzados en base al proceso del manual de INDECI (2011); predictivo porque predice la probabilidad de inundación por desborde del río Chotano a fin de contralarlo con propuestas de contención en un medio digital, lo que, además le da un carácter cuasi experimental porque se está cambiando el entorno del modelo mediante la simulación de escenarios de contención.

$$M \quad \begin{array}{l} GC: M \leftarrow O \\ GE: X \leftarrow Y \end{array} \quad (50)$$

Donde, M muestra, GC grupo de control, O observación, GE grupo experimental, X plan de contingencia con propuestas técnicas, Y riesgo de inundación.

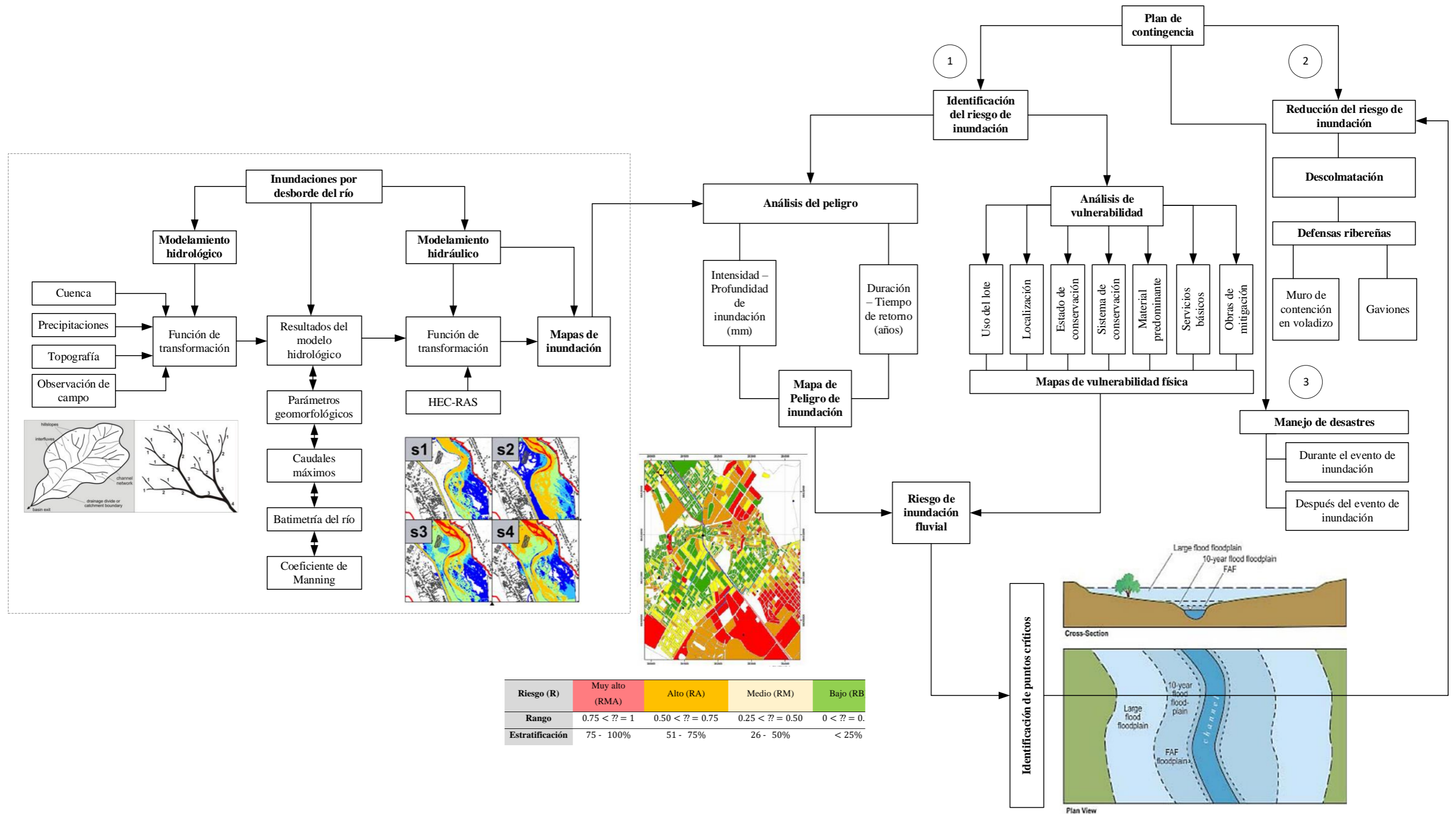
3.3. Métodos de investigación

El método deductivo inductivo y sintético analítico se han utilizado complementariamente para crear estrategias efectivas y adecuadas para la evaluación de la inundación y medidas de contención en el área del río Chotano.

El método deductivo se aplica para proponer planes de contingencia frente al riesgo de inundación al seguir una secuencia lógica de razonamiento. Implica partir de premisas generales o principios establecidos previamente y, a partir de ellos, deducir conclusiones específicas. En este caso, se ha iniciado con la premisa de que existe un riesgo de inundación y se han seguido pasos lógicos para llegar a definir las medidas de contingencia que se pueden implementar. Por otro lado, el método inductivo se utiliza para a partir de observaciones o casos particulares generalizar conclusiones para aplicarlas a otros casos similares. En este caso, se ha recopilado información y datos sobre inundaciones previas, se han observado los efectos y las medidas tomadas durante esas situaciones y se han generalizado las conclusiones para formular planes de contingencia efectivos frente al riesgo de inundación.

En cuanto al método sintético analítico, este se ha utilizado para analizar en detalle las causas y efectos de las inundaciones, así como las medidas de prevención y mitigación existentes. Luego, se ha sintetizado esos análisis para formular un plan de contingencia coherente que aborde múltiples aspectos, como la preparación, la respuesta y la recuperación frente a las inundaciones.

Figura 20 Diseño de Investigación



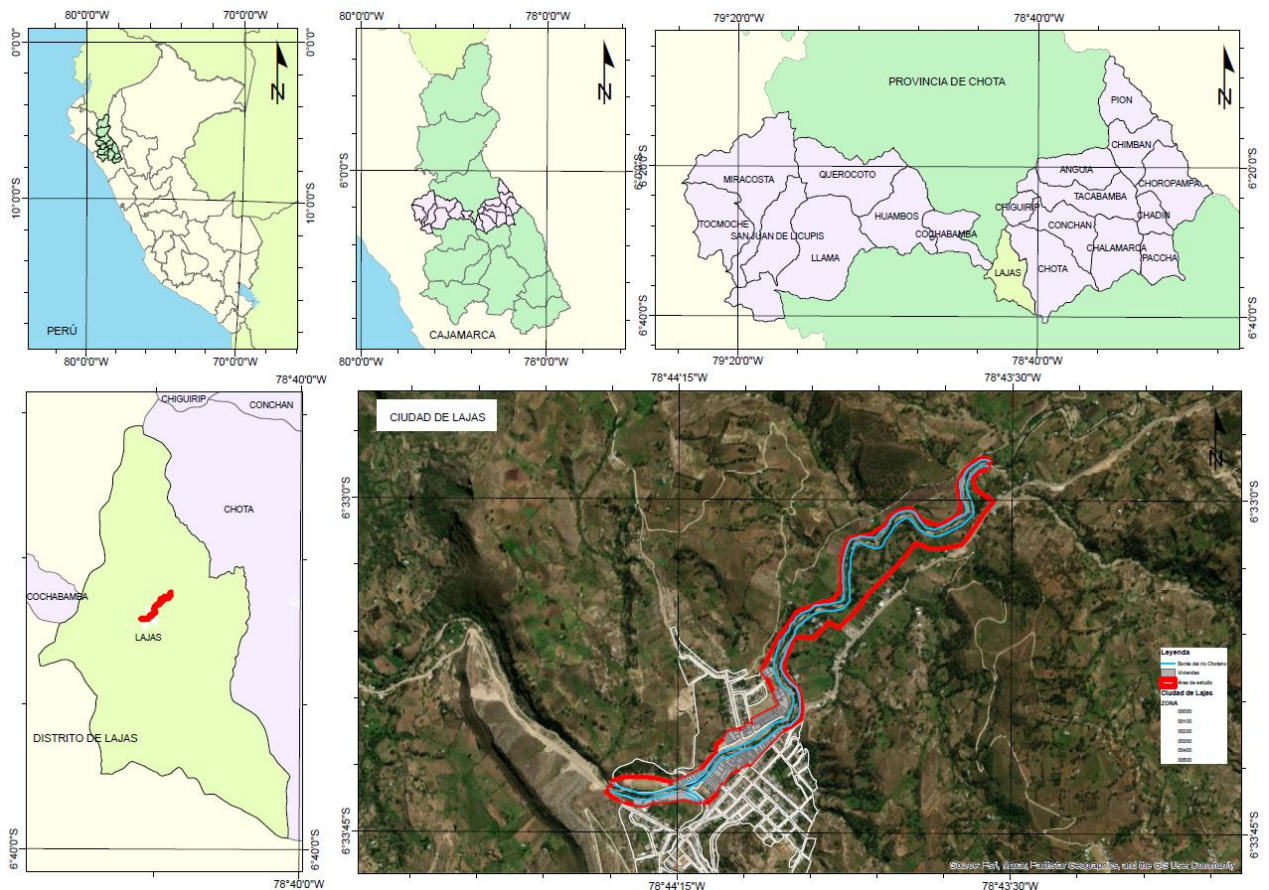
3.4. Población, muestra y muestreo

3.4.1. Población

26.87 ha de superficie de la ciudad de Lajas que comprende 25 m a cada lado de las orillas del río Chotano en el trayecto de 2.648 km del puente La Retama, (en las coordenadas UTM WGS84 17S 750899.65 m E, 9275226.29 m S) hasta la I.E Anaximandro Vega (en las coordenadas UTM WGS84 17S 749654.01 m E, 9274439.28 m S) debido a los antecedentes de inundaciones recurrentes por desborde del río Chotano (Enlace Nacional, 2010; Gobierno Regional de Cajamarca, 2013; MVCS, 2017; ANA, 2018; Machuca, 2022). Siendo así, el objeto de estudio es plantear dos propuestas de contención de la inundación: (1) descolmatación y (2) defensas ribereñas.

Figura 21

Mapa de ubicación de la Ciudad de Lajas – Río Chotano



3.4.2. Muestreo

El muestreo ha sido no probabilístico determinado a criterio del autor. Se ha trabajado con muestra poblacional registrando información visual de todos los lotes y edificaciones ubicadas dentro de las 26.87 ha de superficie de terreno.

3.4.3. Muestra

La superficie (26.87 ha) de 2.648 km del río Chotano con 25 m a cada lado del margen del río, desde el sector La Retama hasta la I.E Anaximandro Vega en la ciudad de Lajas, tomando en cuenta la confluencia con el río Jalqueño en las coordenadas UTM WGS84 17S 750207.07 m E, 9274235.78 m S. En el área hay 16 manzanas en las que se puede encontrar 167 edificaciones privadas, 02 institución educativas, 01 puestos de salud, 7.59 ha de cultivo o pastizales en los cuales no existe infraestructura expuesta.

Figura 22

Ríos que, Confluyen en la Ciudad de Lajas



3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1. Técnicas de recolección de los datos

Observación y medición. Se ha aplicado la visualización directa sistemática de todos los procesos de toma de datos. Según Villón (2002) la medición de datos se hace en el sitio mediante la identificación de la huella hídrica, no obstante, en la investigación se ha realizado el levantamiento topográfico del eje del río, borde, sección transversal y demás puntos de interés a 25 m a cada lado del borde del río Chotano, lo que ha permitido contar no solo con la medición de la huella hídrica, sino también la batimetría del río, que han ayuda a generar un modelo hidráulico más preciso.

Estudio de mecánica de suelos. Se toma muestras en todo el trayecto del borde del río para conocer las características físicas y mecánicas del suelo, no obstante, se tiene mayor consideración en los puntos críticos de inundación.

Registro de datos. El registro de datos es la noción de consignar determinada información en un soporte físico o digital; en este caso para el planteamiento de tesis, se ha realizado el registro de las características físicas de la infraestructura y los medios de vida de los ciudadanos situados en las márgenes del río Chotano, a fin de determinar la vulnerabilidad.

Modelación hidrológica e hidráulica. Por medio de esta técnica se determina la superficie de inundación por desborde del río Chotano, a través de la aplicación del manual de hidrología y drenaje del MTC (2018).

Análisis de contenido. Es la técnica para plantear las medidas de contingencia frente al riesgo de inundaciones para ello, se ha seguido en base al manual de INDECI (2011) tres estándares básicos: la identificación del riesgo, la reducción del riesgo y el manejo de desastres.

3.5.2. *Instrumentos para la recolección de los datos*

Cuaderno de campo. Se ha utilizado para registrar las observaciones y resultados obtenidos durante un estudio de campo. En él se han anotado datos como la ubicación, la fecha, las condiciones climáticas, las actividades realizadas, los datos de los equipos y las mediciones realizadas (BMS, puntos fijos) durante el levantamiento topográfico.

Informe de mecánica de suelos. Documento que recopila los resultados y análisis de las pruebas realizadas en el suelo. Incluye información sobre su composición, densidad, resistencia y otras características relevantes. Este informe se ha utilizado para determinar la capacidad de carga del suelo y su idoneidad para la construcción de las propuestas de contención.

Formato de vulnerabilidad física. Herramienta utilizada para evaluar y registrar la vulnerabilidad de las edificaciones, cultivos, lotes, entre otros, ante eventos de inundación por desborde del río Chotano. Se ha aplicado el instructivo “Identificación de Amenazas y Análisis de Vulnerabilidad” de INDECI (2011).

Modelo hidrológico e hidráulico. Es la representación del medio real evaluado en un medio digital por medio de programas de simulación. Este modelo se ha utilizado para estudiar el flujo de agua y las inundaciones en las condiciones actuales del río Chotano, para después en el mismo medio digital demostrar en qué medida se reduce la inundación con las propuestas de contención.

Plan de contingencia. Documento que detalla las acciones y procedimientos a seguir en caso de emergencias o desastres, con el fin de minimizar los daños y proteger la vida y la propiedad. Incluye información sobre la identificación de riesgos, las propuestas de contención de inundaciones y el manejo de desastres, a través de mapas y diseños hidráulicos – estructurales.

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

3.6.1. Proceso de obtención de los datos

3.6.1.1. Descripción del área de estudio

Abarca la parte baja de la ciudad de Lajas, una de las 19 ciudades de la provincia de Chota bajo jurisdicción del gobierno de la región de Cajamarca en el norte del Perú, de coordenadas UTM WGS84 17S 750491.01 m E y 9274288.83 m S, a una altitud de 2134 msnm con una superficie aproximada de 120.73 km². Siendo la zona de estudio 26.87 ha de área ubicada a orillas del río Chotano en el trayecto de 2.648 km del puente La Retama a la I.E.S. Anaximandro Vega, debido a que se tiene antecedentes de inundaciones recurrentes en el área (Machuca, 2022).

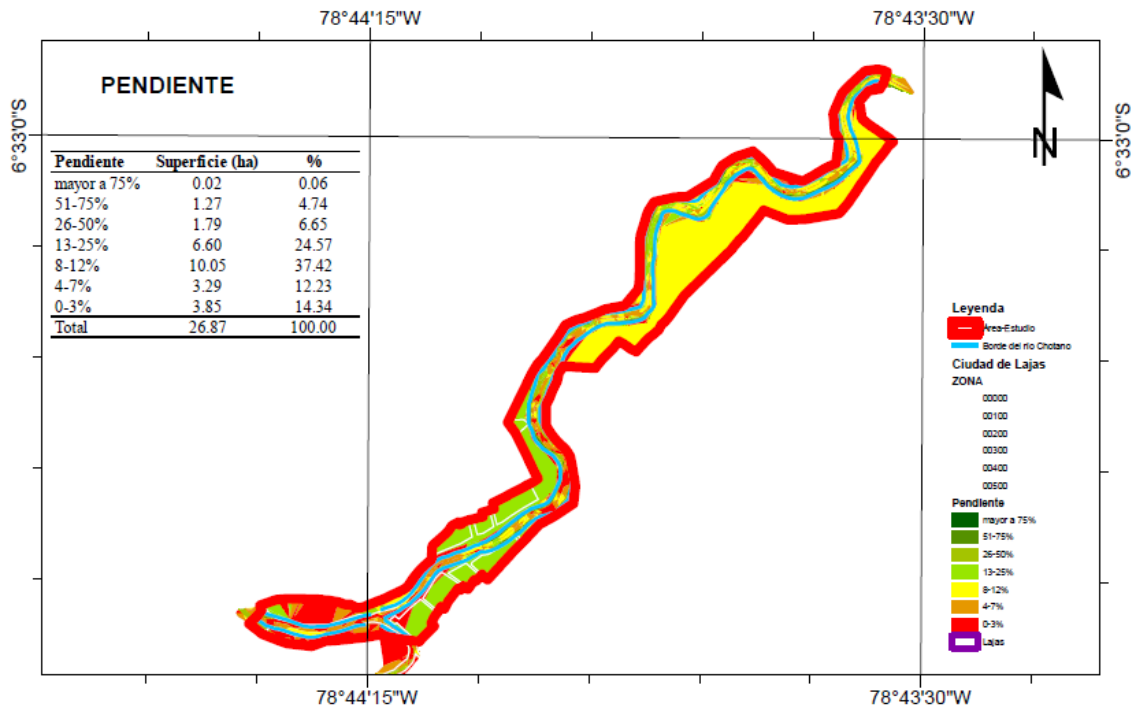
Figura 23

Vista de la Ciudad de Lajas en el Trayecto de Estudio



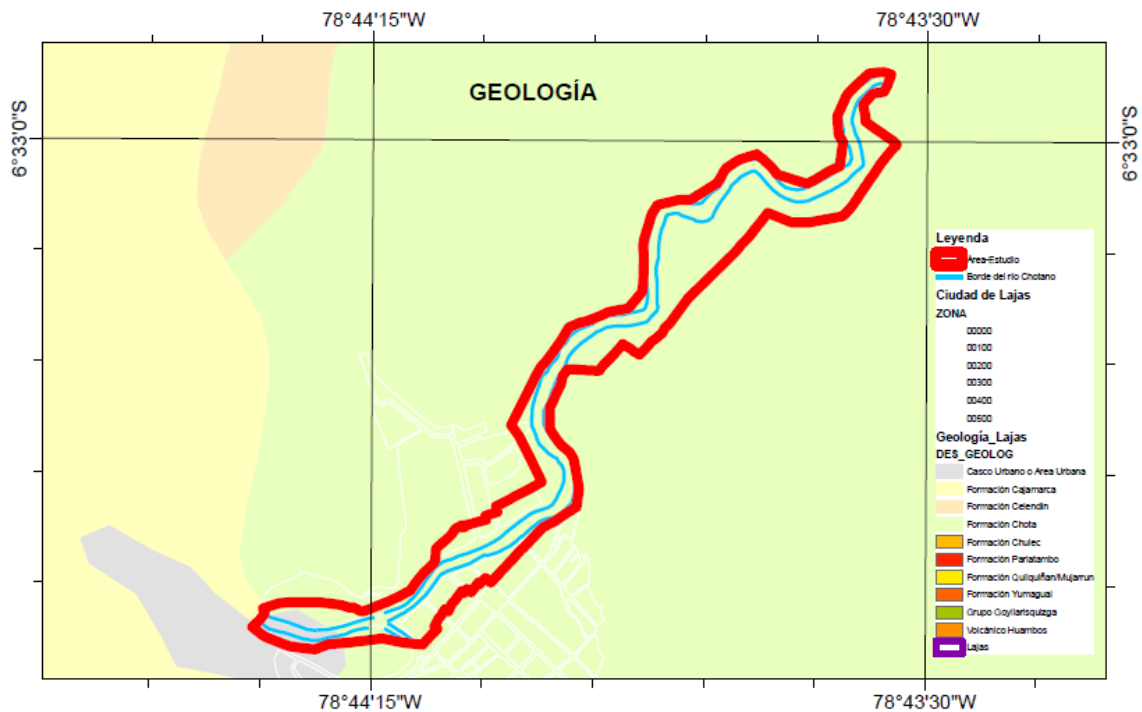
La superficie en estudio tiende a tener pendientes de 3% a 12% en más del 50% de su extensión, geomorfológicamente son planicies inundables, dentro de la formación geológica Chota, siendo el uso del suelo generalmente zonas de cultivo o área agrícola que actualmente forman áreas de expansión urbana y la urbe.

Figura 24 Mapa de Pendientes de la Ribera del Río Chotano



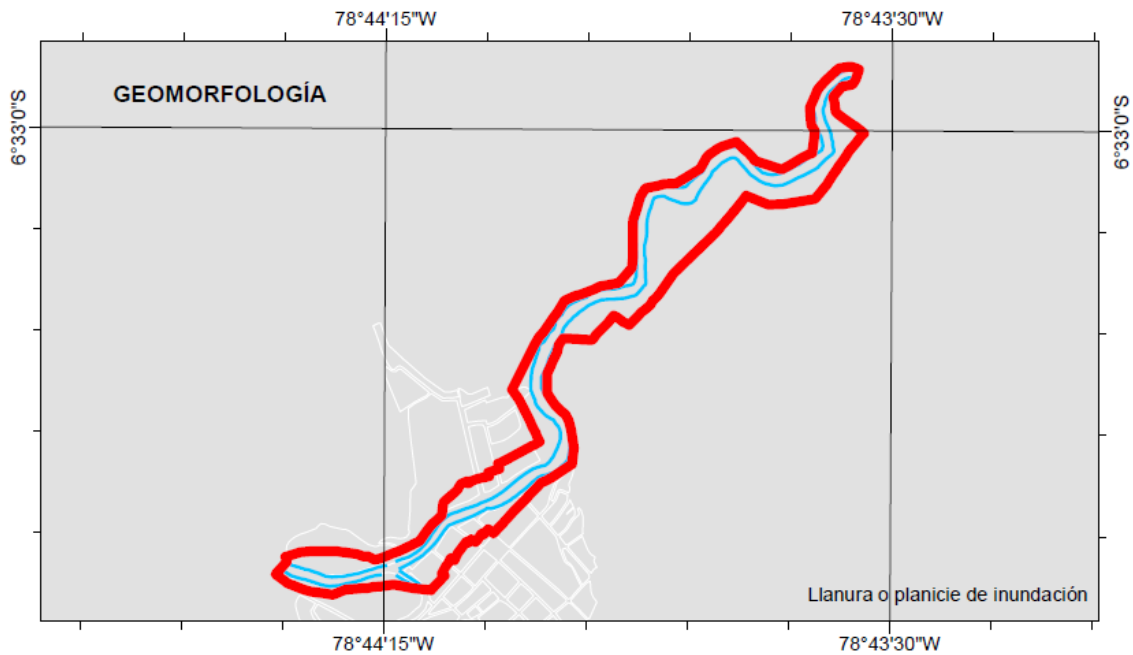
Nota: El mapa de pendientes se ha elaborado a partir de la data topográfica.

Figura 25 Mapa Geológico de la Ribera del Río Chotano



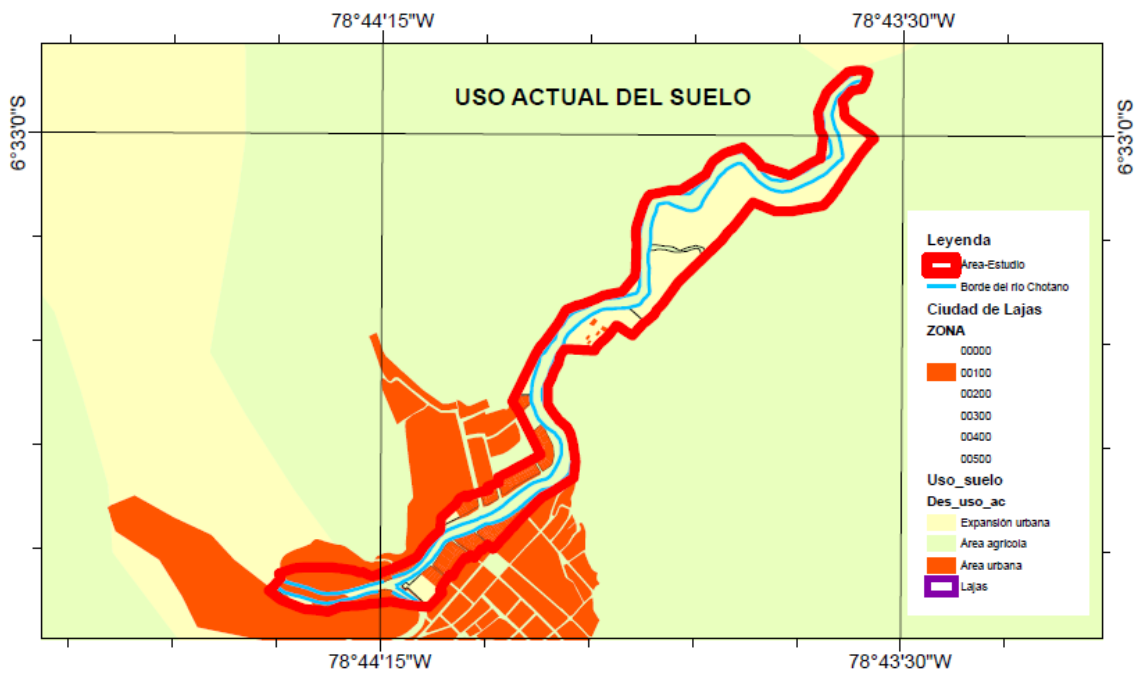
Nota: El mapa geológico se ha obtenido a partir del shapefile del Instituto Geológico, Mínero y Metalúrgico del Perú (INGEMENT) pero en campo ha sido verificado por medio de análisis de campo con el geólogo de la Municipalidad Distrital de Lajas.

Figura 26 Mapa Geomorfológico de la Ribera del Río Chotano



Nota: El mapa geomorfológico se ha obtenido a partir del shapefile del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico del Perú (INGEMENT) pero en campo ha sido verificado por medio de análisis de campo con el geólogo de la Municipalidad Distrital de Lajas.

Figura 27 Mapa de Uso del Suelo de la Ribera del Río Chotano



Nota: El mapa de uso del suelo se ha elaborado a partir de la data topográfica, en la cual se ha recolectado información de viviendas, áreas agrícolas, y áreas de lotización.

3.6.1.2. Levantamiento topográfico

Para el levantamiento topográfico desde el sector La Retama ubicado en las coordenadas UTM WGS84 17S 750899.65 m E, 9275226.29 m S hasta pasar unos metros de la I.E.S. Anaximandro Vega de Lajas con coordenadas UTM WGS84 17S 749654.01 m E, 9274439.28 m S, registrando puntos también en la confluencia con el río Jalqueño en las coordenadas UTM WGS84 17S 750207.07 m E, 9274235.78 m S siguiendo el proceso descrito por Reyes (2017).

Se tomo un punto fijo cerca al río con GPS de mano Garmin Etrex® 10 para colocar la estación total Leica TS06 en el trípode nivelado y utilizar este como punto de control para establecer la base de coordenadas. Una vez se ha generado la línea de referencia, se procede a realizar mediciones adicionales en diferentes puntos a lo largo de la extensión del río. Estas mediciones se realizan moviendo la estación total a lo largo de la orilla y apuntando el instrumento a un prisma sumergido en el agua en diferentes puntos. Se han tomado puntos en el eje, orillas, borde de río y a 25 m a cada lado del borde del río, tomando también puntos a elementos como viviendas, chacras, carreteras, caminos e infraestructura urbana que formen parte de los 50 m de sección transversal de análisis en un recorrido de 2.648 km longitudinales del río Chotano. Así mismo, se han registrado puntos y zonas que requieran descolmatación (cambio geométrico).

Una vez que se ha completado la medición de todos los puntos deseados a lo largo del río, se procesan y analizan los datos para generar una representación bidimensional y tridimensional del lecho del río, a partir del uso de software especializado como Civil 3D 2022 en el que se ha triangulado la data topográfica para asemejar la geometría del río formando su plano batimétrico que será el insumo para simular hidráulicamente la inundación.

Figura 28

Proceso de Estacionamiento para el Levantamiento Topográfico



Figura 29

Toma de Puntos Topográficos en la Sección Transversal del Río

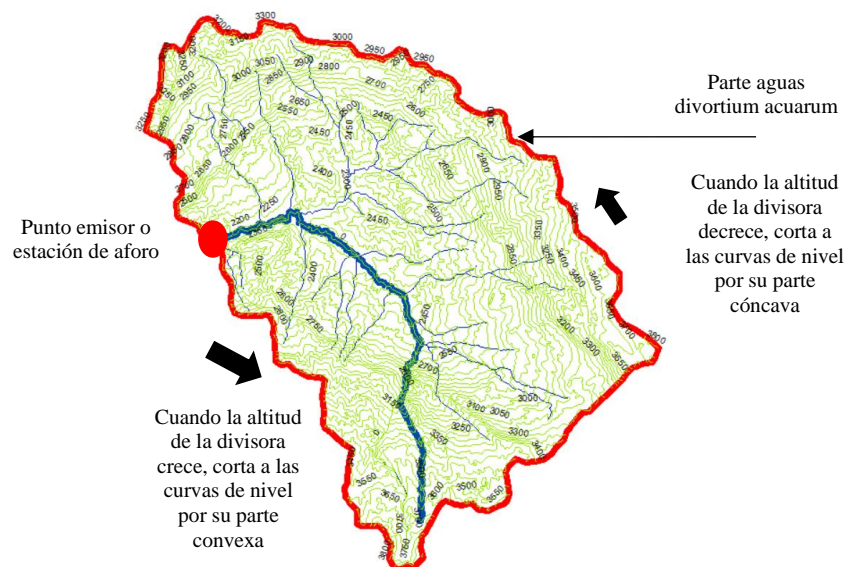


3.6.1.3. Delimitación de la subcuenca y los parámetros geomorfológicos

Se ha delimitado inicialmente en el programa ArcGIS 10.8 la subcuenca del río Chotano en el punto emisor en el sector La Retama con coordenadas UTM WGS84 17S 750899.65 m E, 9275226.29 m S, y la microcuenca aportante del río Jalqueño en las coordenadas UTM WGS84 17S 750207.07 m E, 9274235.78 m S para ello se han utilizado las cartas nacionales 14 f y 13 f obtenidas de la página web del Ministerio de Educación (MINEDU). Luego se ha importado las cuencas hidrográficas en formato GIS, como un archivo shapefile, que contiene los límites de la cuenca y la red de drenaje, al programa HEC-HMS, donde se han definido sus propiedades de superficie como la longitud de la cresta, la pendiente media, la altitud mínima y máxima, y el área, también se han definido los atributos de los puntos de salida, como la elevación, el tiempo de concentración y el coeficiente de almacenamiento (Anexo D). Finalmente, se genera la red de drenaje en HEC-HMS utilizando el archivo shapefile importado anteriormente y se asigna el Cauce Principal a la subcuenca del río Chotano y a la microcuenca del río Jalqueño.

Figura 30

Proceso de Delimitación de Subcuenca del Río Chotano



La subcuenca del río Chotano recibe dicha denominación según Villón (2002) debido a que su área de extensión es mayor a 100 km², siendo 295.56 km², mientras que la microcuenca del río Jalqueño tan solo tiene un área de 52.86 km². En ambos casos presentan un índice de compacidad de 1.334, lo que, significa que, su forma es oval redonda a oval oblonga (clase II) según Ortiz (2004). La altitud media de la subcuenca del río Chotano es 2,849.88 msnm, mientras que, la microcuenca del río Jalqueño que tiene zonas más empinadas tiene una altitud media de 2,914.28 msnm, por lo que, mientras que, la pendiente de la subcuenca del río Chotano es 8.5% (pendiente media), la pendiente de la subcuenca del río Jalqueño es 26.37% (relieve fuerte). La longitud del máximo recorrido de la subcuenca del río Chotano es 24.24 km, mientras que la microcuenca Jalqueño tiene un curso principal de 12.88 km, donde sus pendientes son 2.78% y 10.18% correspondientemente, mientras que, el tiempo de concentración es mayor en la subcuenca del río Chotano (400.46 minutos).

Tabla 23

Parámetro Geomorfológicos de las Cuencas en Lajas

Parámetro hidro geomorfológico	Subcuenca del río	Microcuenca del río
	Chotano	Jalqueño
Área (km ²)	295.56	52.86
Perímetro (km)	81.89	34.65
Coefficiente de compacidad	1.334	1.334
Altitud media (msnm)	2,849.88	2,914.28
Pendiente de la cuenca (%)	8.50	26.37
Número de orden	6	4
Longitud de la red hídrica (km)	479.47	20.72
Longitud del máximo recorrido (km)	24.24	12.88
Pendiente del cauce principal (%)	2.78	10.18
Pendiente del cauce principal (m/m)	0.0278	0.1018
Tiempo de concentración (minutos)	400.46	193.72

Figura 31

Subcuenca del Río Chotano

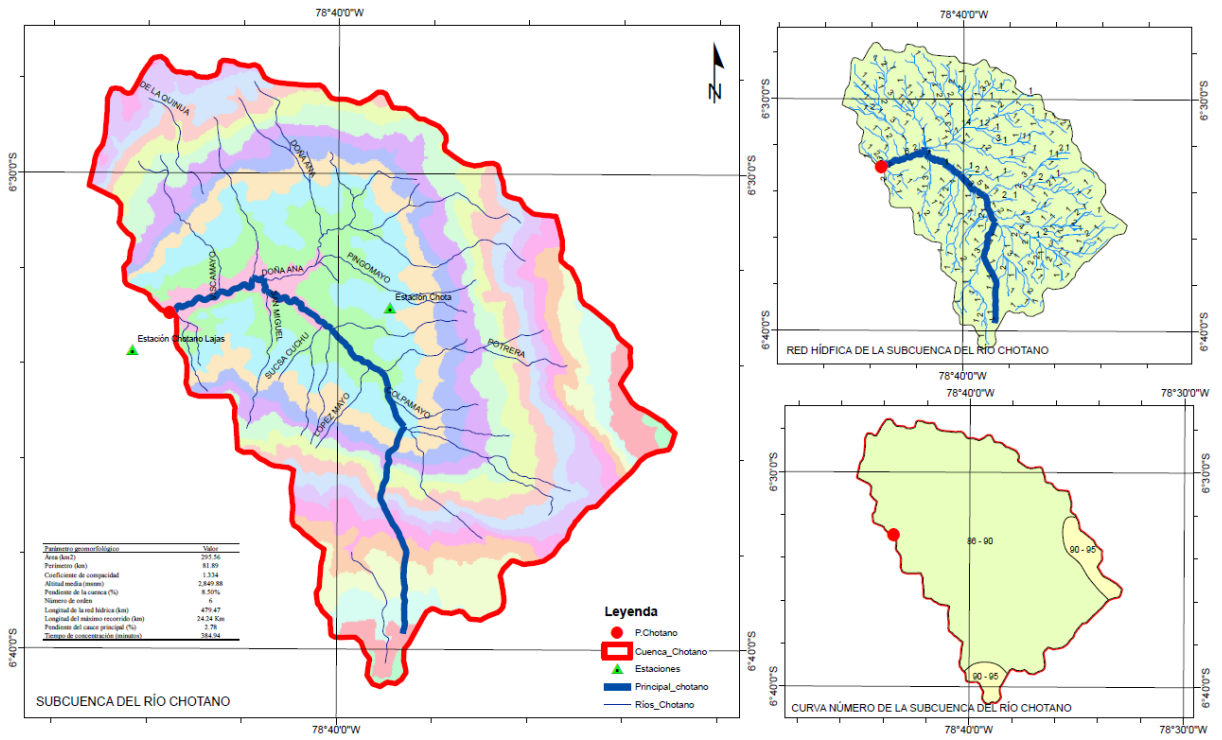
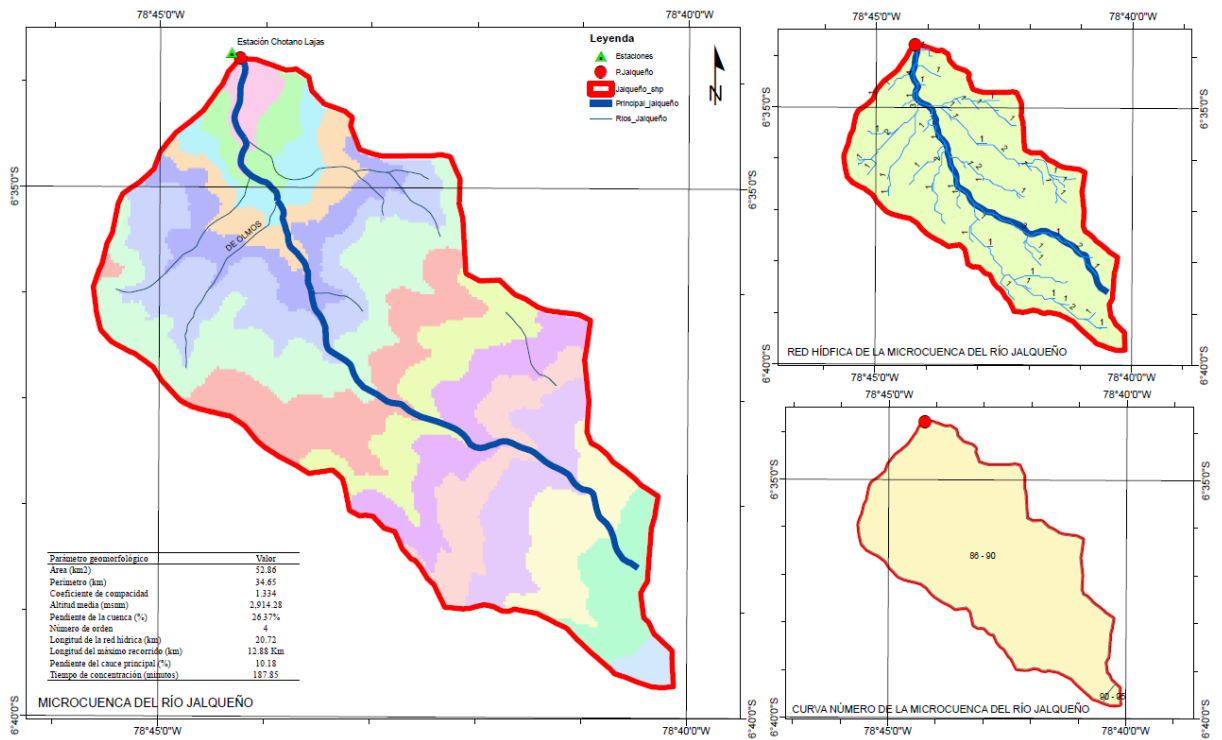


Figura 32

Microcuenca del Río Jalqueño

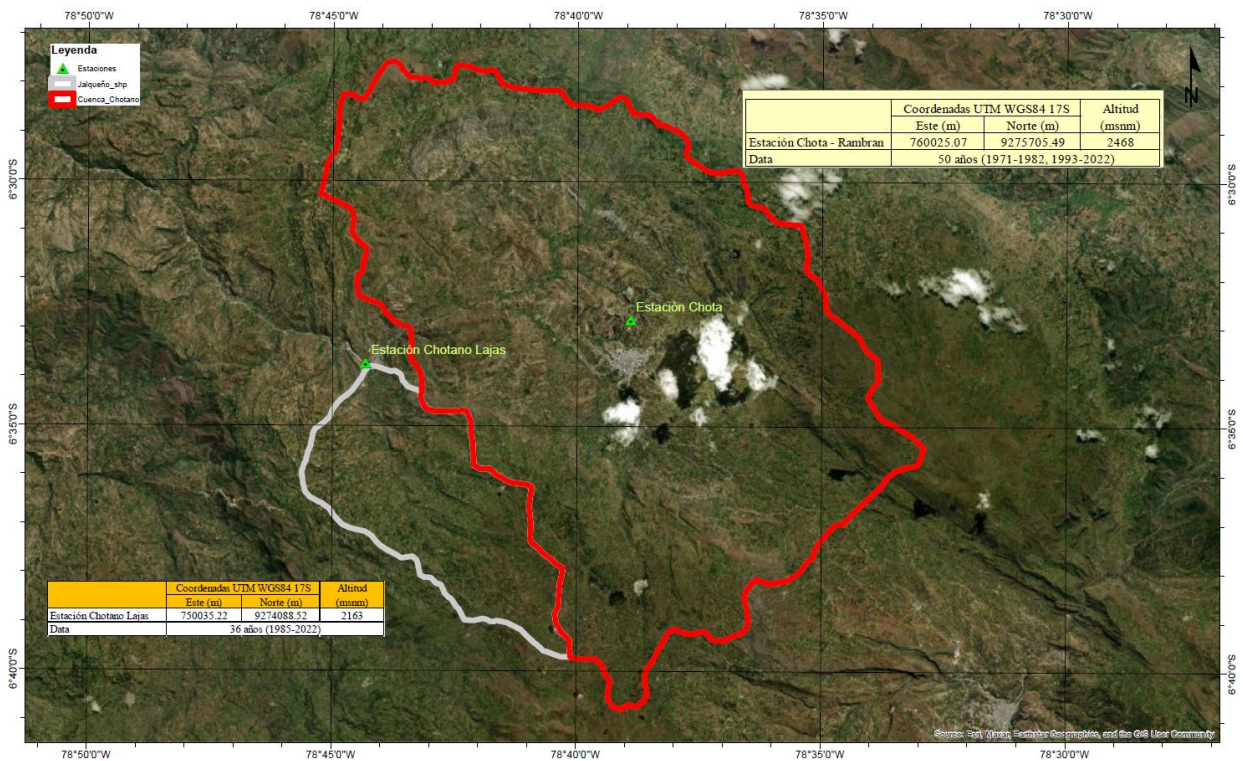


3.6.1.4. Análisis de intensidades y caudales máximos

Para el análisis de intensidades máximas se debe contar con información pluviométrica, misma que se ha solicitado al SENAMHI (2023). La subcuenca del río Chotano tiene dentro de su extensión a la Estación Chota ubicada en Rambran – Chota, en las coordenadas UTM WGS 84 17S 760025.07 m E, 9275705.49 m S a 2468 msnm, la cual cuenta con información meteorológica de 1971-1982 y 1993-2022 (50 años), mientras que la microcuenca del río Jalqueño tiene como estación de influencia a la estación Chotano Lajas ubicada en las coordenadas UTM WGS84 17S 750035.22 m E, 9274088.52 m S a 2163 msnm, misma que cuenta con datos meteorológicos de precipitaciones máximas en 24 horas durante 36 años (1985-2022) (ver Anexo E).

Figura 33

Estación Chotano Lajas



Análisis de datos atípicos (outliers)

Se ha analizado la consistencia de la información pluviométrica por la prueba de datos dudosos (outliers), verificando que en la Estación Chota se encontraron datos atípicos para el año 1980 y 1995 donde presenta precipitación de 160.50 y 90.80 mm/hr, así mismo, para la Estación Chotano Lajas se encontraron datos atípicos para el año 1989 con precipitación de 82.10 mm/hr, correspondientemente.

Figura 34 *Análisis de Datos Atípicos, Estación Chota*

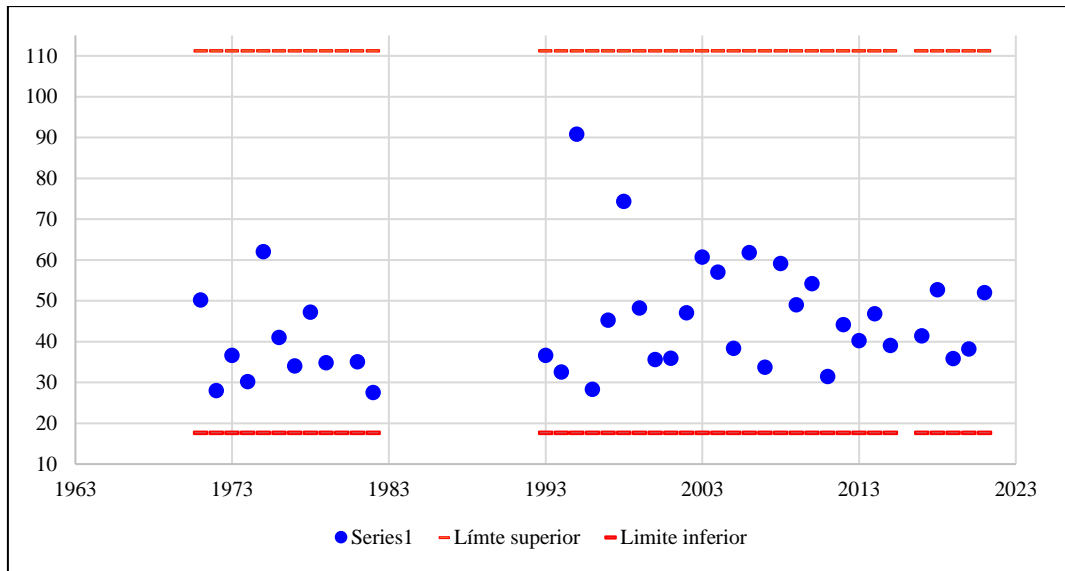
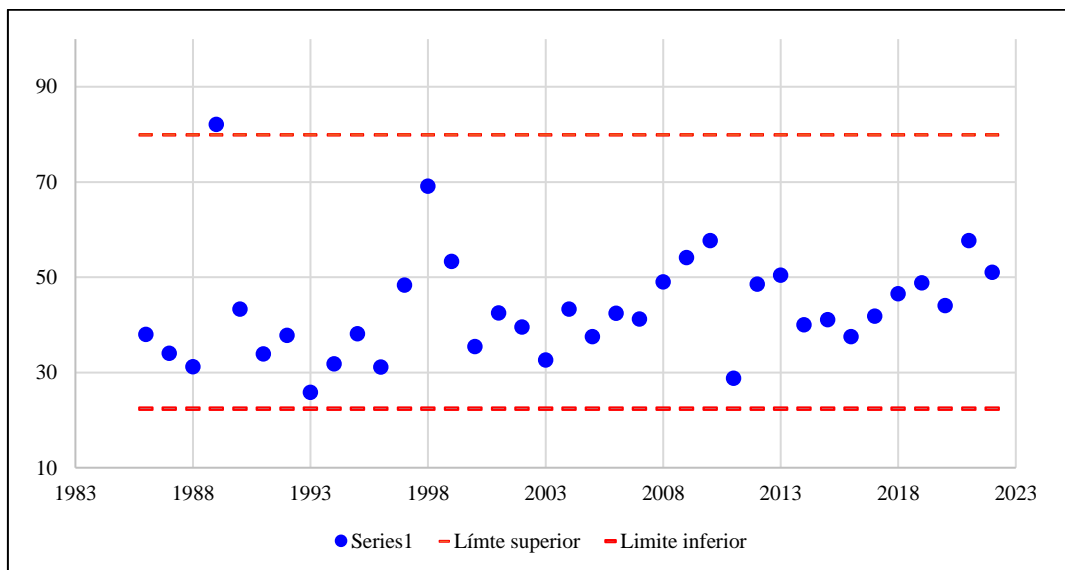


Figura 35 *Análisis de Datos Atípicos, Estación Chotano Lajas*



Análisis de frecuencias

Se han analizado los datos pluviométricos de la estación Chotano Lajas y la estación Chota en el programa HidroEsta verificando que, el modelo Gamma generalizado 3 parámetros se ajusta a los datos meteorológicos de la estación Chota y el modelo Gamma de 2 parámetros se ajusta a los datos meteorológicos de la estación Chotano Lajas.

Tabla 24

Análisis de Modelos de Distribución, Estación Chota

Distribución teórica de probabilidades	Estimación de parámetros		
	Método de momentos lineales		
	Δ teórico	Δ tabular	¿Se ajustan los datos?
Normal	0.1111	0.2206	SÍ
Log-Normal de 2 parámetros	0.0884	0.2206	SÍ
Log-Normal de 3 parámetros	0.0812	0.2206	SÍ
Gamma (2 parámetros)	0.1244	0.2206	SÍ
Gamma generalizada (3 parámetros)	0.0665	0.2206	SÍ
Log-Pearson tipo III	0.07134	0.2206	SÍ
Gumbel	0.0747	0.2206	SÍ
Log-Gumbel	0.101	0.2206	SÍ

Tabla 25

Análisis de Modelos de Distribución, Estación Chotano Lajas

Distribución teórica de probabilidades	Estimación de parámetros		
	Método de momentos lineales		
	Δ teórico	Δ tabular	¿Se ajustan los datos?
Normal	0.0835	0.2267	SÍ
Log-Normal de 2 parámetros	0.0547	0.2267	SÍ
Log-Normal de 3 parámetros	0.0628	0.2267	SÍ
Gamma (2 parámetros)	0.1142	0.2267	SÍ
Gamma generalizada (3 parámetros)	0.0573	0.2267	SÍ
Log-Pearson tipo III	-	-	-
Gumbel	0.0709	0.2267	SÍ
Log-Gumbel	0.1016	0.2267	SÍ

Corrección de PPmáx 24 horas

La Organización Meteorológica Mundial sugiere un factor de amplificación de 1.13 en cada período de 24 h de Pmax corrigiendo los valores históricos.

Tabla 26 *Precipitaciones Máximas de 24 h corregidas, Estación Chota*

Periodo de retorno T (años)	P Máx (mm/hr)	P Máx corregida (mm/hr)
2	41.92	47.4
5	52.09	58.9
10	58.23	65.8
20	63.76	72.0
30	66.79	75.5
50	70.47	79.6
80	73.72	83.3
100	75.23	85.0
140	77.47	87.5
175	78.93	89.2
200	79.79	90.2
500	85.53	96.6

Tabla 27 *Precipitaciones Máximas de 24 h corregidas, Estación Chotano Lajas*

Periodo de retorno T (años)	P Máx (mm/hr)	P Máx corregida (mm/hr)
2	41.79	47.2
5	49.73	56.2
10	54.24	61.3
20	58.17	65.7
30	60.28	68.1
50	62.80	71.0
80	65.00	73.5
100	66.01	74.6
140	67.50	76.3
175	68.47	77.4
200	69.03	78.0
500	72.78	82.2

Transferencia de datos

Así mismo, se ha realizado la transferencia de datos meteorológicos de las estaciones Chota y Chotano Lajas a la subcuenca del río Chotano y la microcuenca del río Jalqueño correspondientemente, por medio de la fórmula de Ortiz (2016) que relaciona la altitud media de las cuencas con la altitud media de las estaciones encontrando un factor de corrección de las precipitaciones, que en el caso de la subcuenca del río Chotano es igual a 1.17, mientras que en el caso del río Jalqueño el factor de trasposición es 1.35 (ver Anexo E).

Tabla 28 *Precipitaciones Traspuestas a la Subcuenca del Río Chotano*

Periodo de retorno T (años)	P Máx (mm/hr)	P Máx corregida (mm/hr)
2	47.4	55.28
5	58.9	68.69
10	65.8	76.79
20	72.0	84.08
30	75.5	88.08
50	79.6	92.93
80	83.3	97.22
100	85.0	99.21
140	87.5	102.16
175	89.2	104.09
200	90.2	105.22
500	96.6	112.79

Tabla 29 *Precipitaciones Traspuestas a la Microcuenca del Río Jalqueño*

Periodo de retorno T (años)	P Máx (mm/hr)	P Máx corregida (mm/hr)
2	47.2	63.62
5	56.2	75.71
10	61.3	82.58
20	65.7	88.56
30	68.1	91.78
50	71.0	95.61
80	73.5	98.96
100	74.6	100.50
140	76.3	102.77
175	77.4	104.24
200	78.0	105.10
500	82.2	110.81

Curva número

Se ha obtenido la curva número (CN) para condiciones húmedas utilizando datos de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), tanto para la subcuenca del río Chotano, como para la microcuenca del río Jalqueño. En la subcuenca del río Chotano se encuentran dos tipos de curva número, por tanto, por medio de promedios ponderados se ha determinado el valor de la CN mientras que, en la microcuenca del río Jalqueño solo pasa una única curva número por ende se ha tomado como CN al promedio. Con los valores de CN se ha determinado el umbral de escorrentía y el coeficiente de escorrentía para cada cuenca en estudio.

Tabla 30

Análisis de la Curva Número

Curva Número	Subcuenca del río	Microcuenca del río
	Chotano	Jalqueño
Umbral de escorrentía	7.95	8.12
Coeficiente de escorrentía	0.629	0.561

Figura 36

Número de Curva para Condiciones Húmedas – Subcuenca del Río Chotano

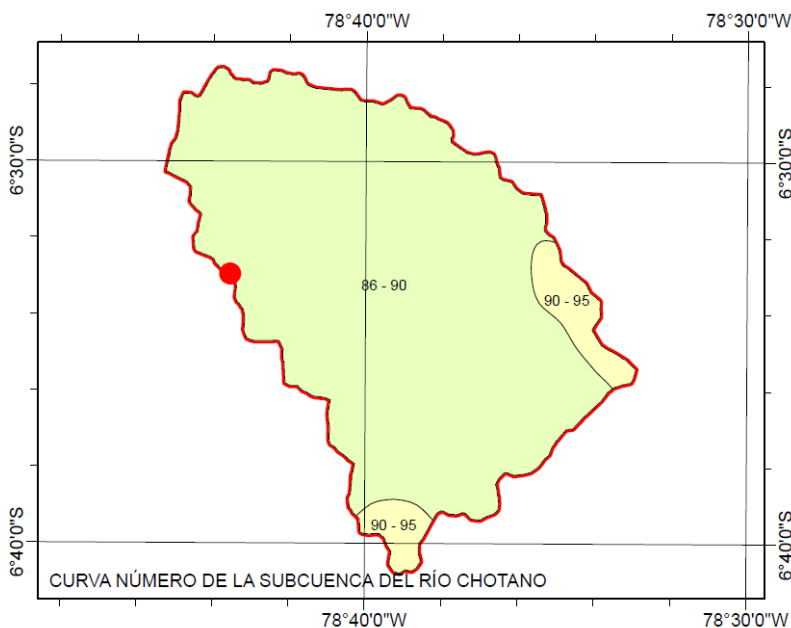
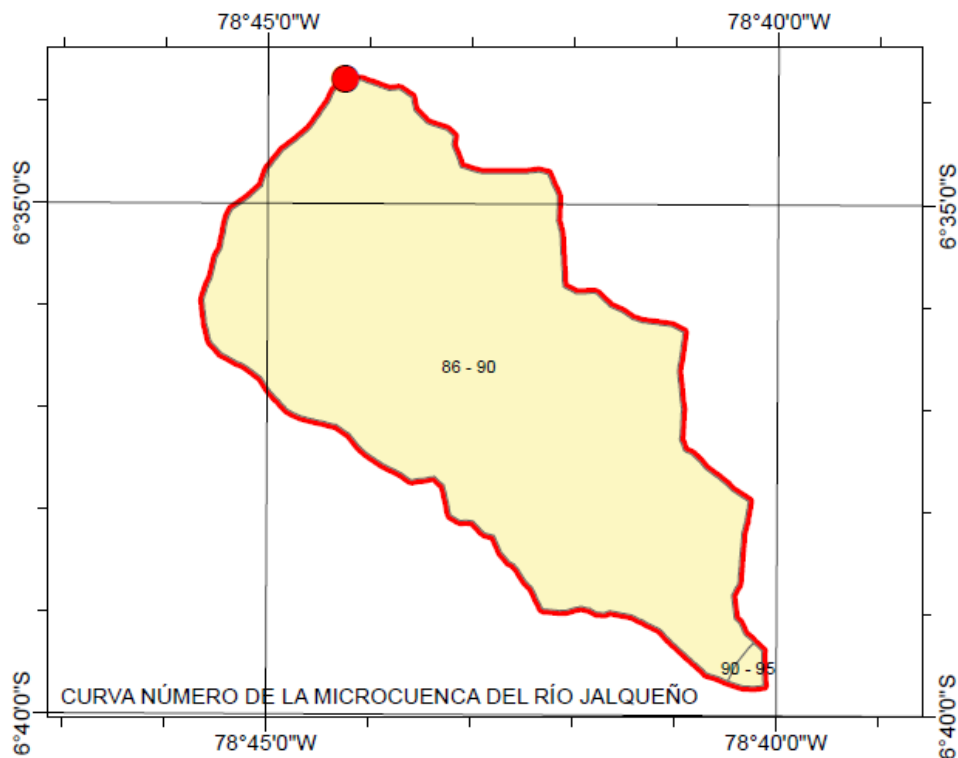


Figura 37

Número de Curva para Condiciones Húmedas – Microcuenca del Río Jalqueño



Hidrograma sintético de diseño

Generar la red de drenaje en HEC-HMS utilizando el archivo shapefile importado anteriormente y asignar el cauce principal a la subcuenca del río Chotano y la microcuenca del río Jalqueño. Se calibra los parámetros del modelo de precipitación-escorrentía para reflejar las condiciones específicas de las cuencas utilizando el modelo sintético tipo II (modelo calibrado para la sierra que tiene el programa HEC-HMS). En el modelo hidrológico se colocan como datos el área de la cuenca, número de curva y abstracción inicial (umbral de escorrentía), tiempo de retardo y precipitación máxima.

Tabla 31

Insumos para la Formulación del Hidrograma Sintético de Diseño

Insumos para la formulación del hidrograma sintético	Subcuenca del río Chotano	Microcuenca del río Jalqueño
Área (km ²)	295.56	52.86
Longitud del río principal (km)	24.24	12.88
Desnivel (m)	1550	1350
CN	86.3	86
Pendiente (m/m)	0.085	0.2637
Tiempo de concentración (minutos) según Temez	400.46	193.72
Tiempo de retardo (minutos)	240.27	116.23

Se ejecuta el modelo para obtener los resultados del flujo de agua en la subcuenca del río Chotano y la microcuenca del río Jalqueño. Para obtener como resultados los hidrogramas de entrada y salida, las curvas de duración y las curvas IDF (Intensidad-Duración-Frecuencia).

Figura 38

Definición de Parámetros para el Modelamiento Hidrológico de la Microcuenca del Río Jalqueño

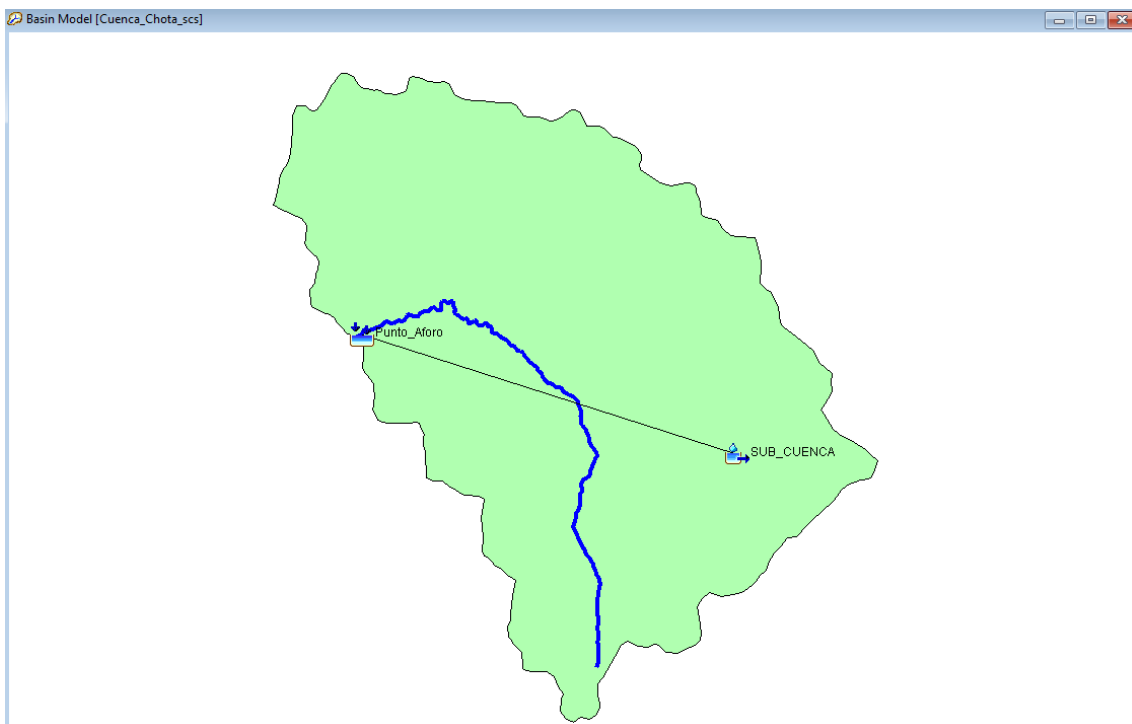


Figura 39

Hidrograma para la Subcuenca del Río Chotano, Tr 10 años

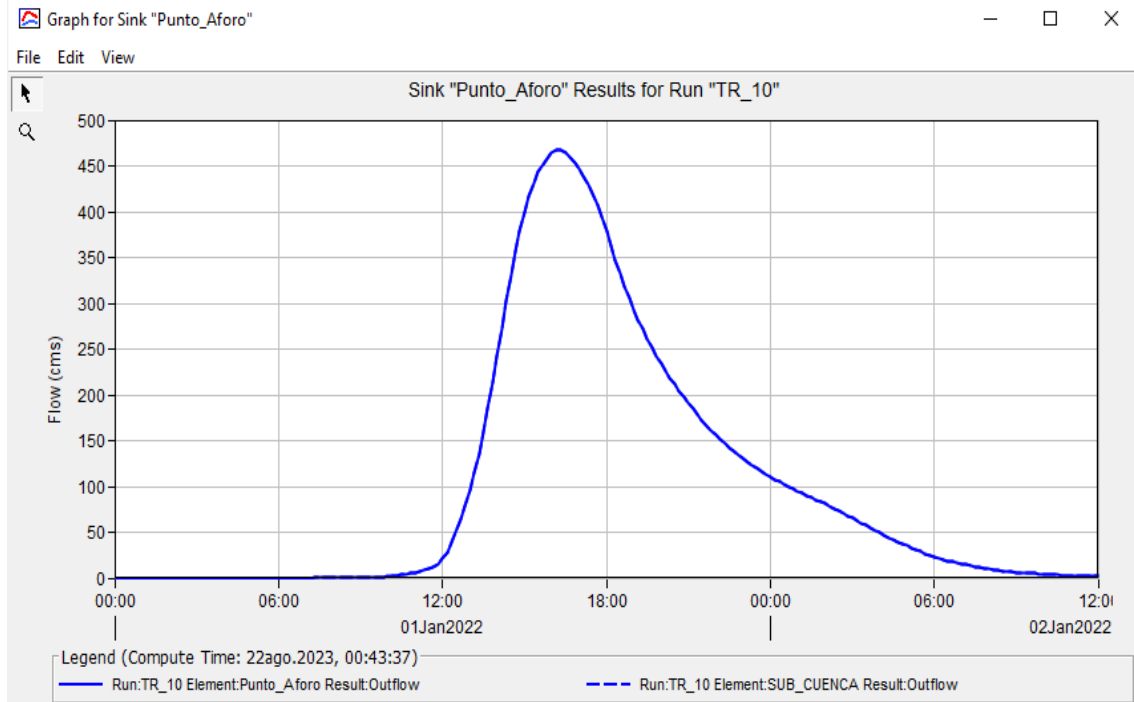


Figura 40

Hidrograma para la Subcuenca del Río Chotano, Tr 50 años

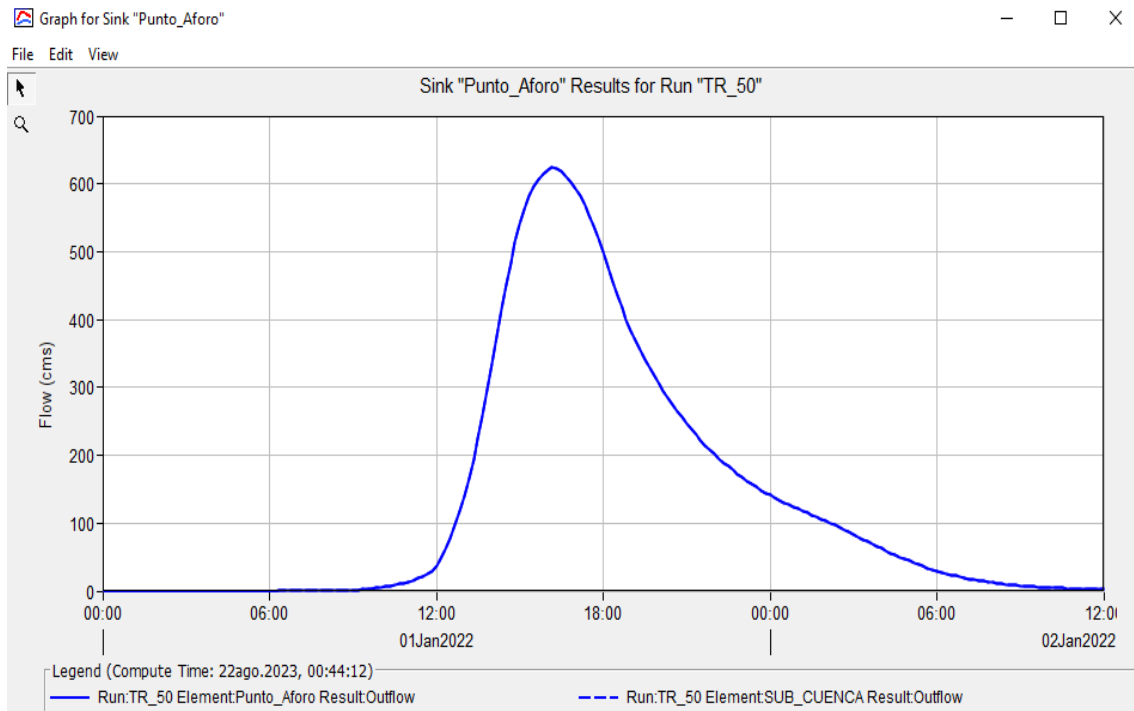


Figura 41

Hidrograma para la Subcuenca del Río Chotano, Tr 100 años

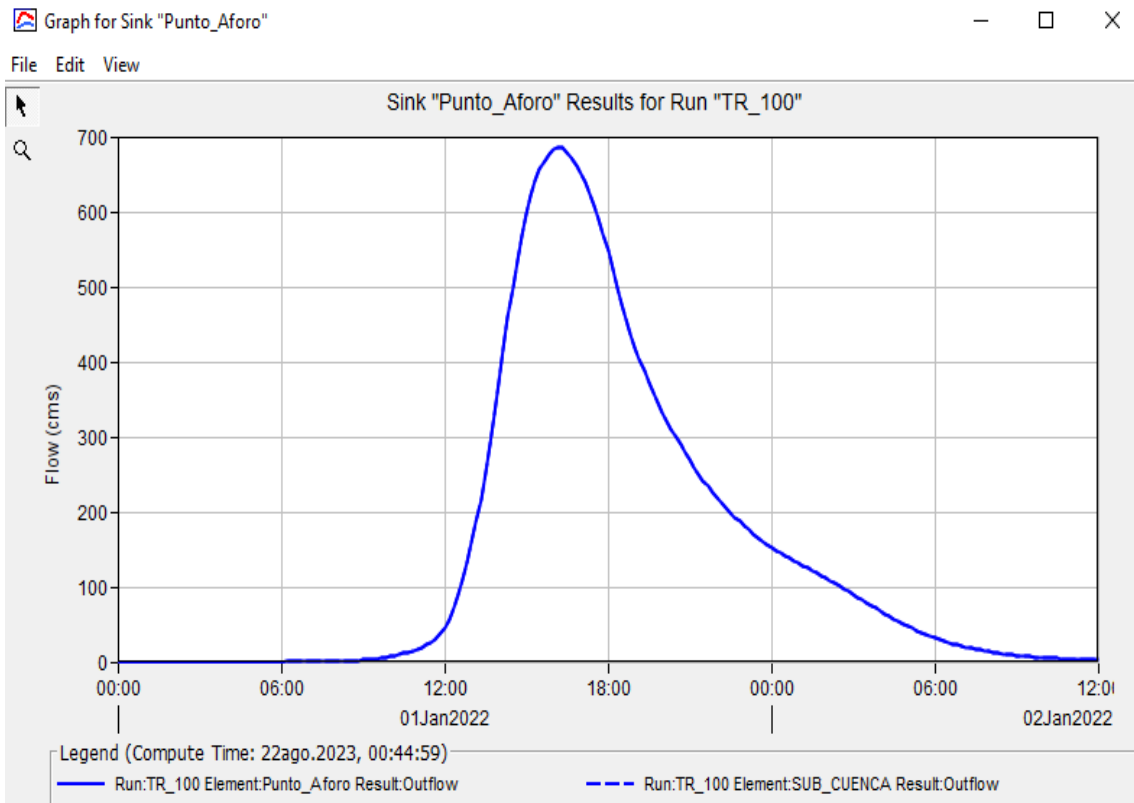


Figura 42

Hidrograma para la Subcuenca del Río Chotano, Tr 500 años

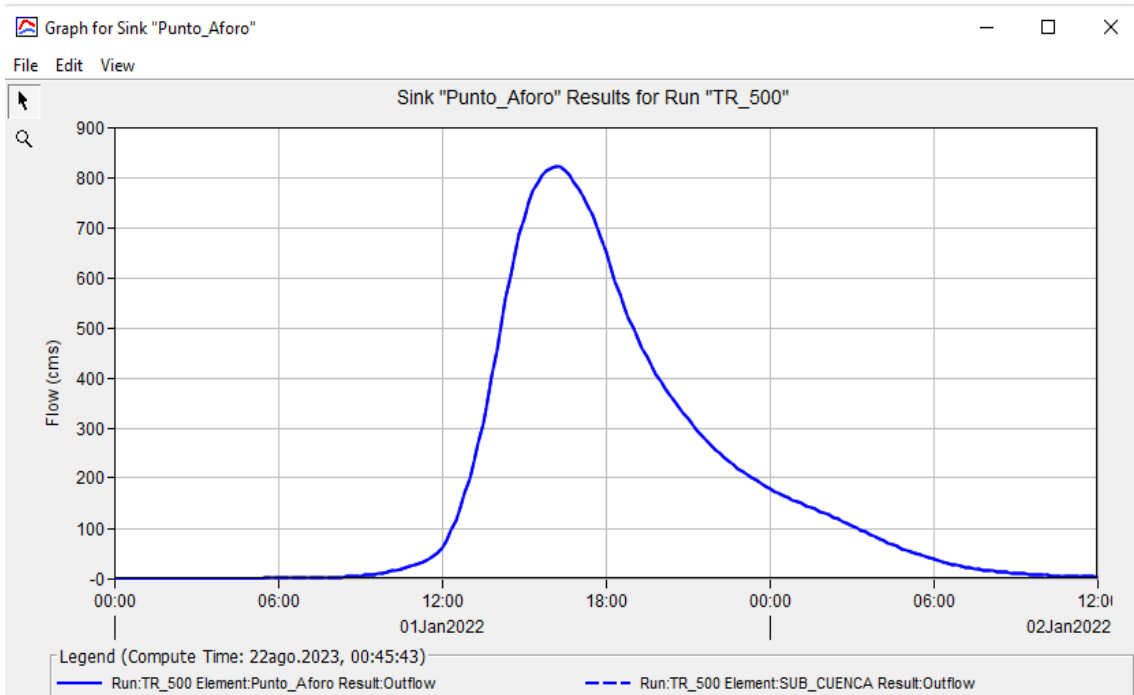


Figura 43

Definición de Parámetros para el Modelamiento Hidrológico de la Microcuenca del Río Jalqueño

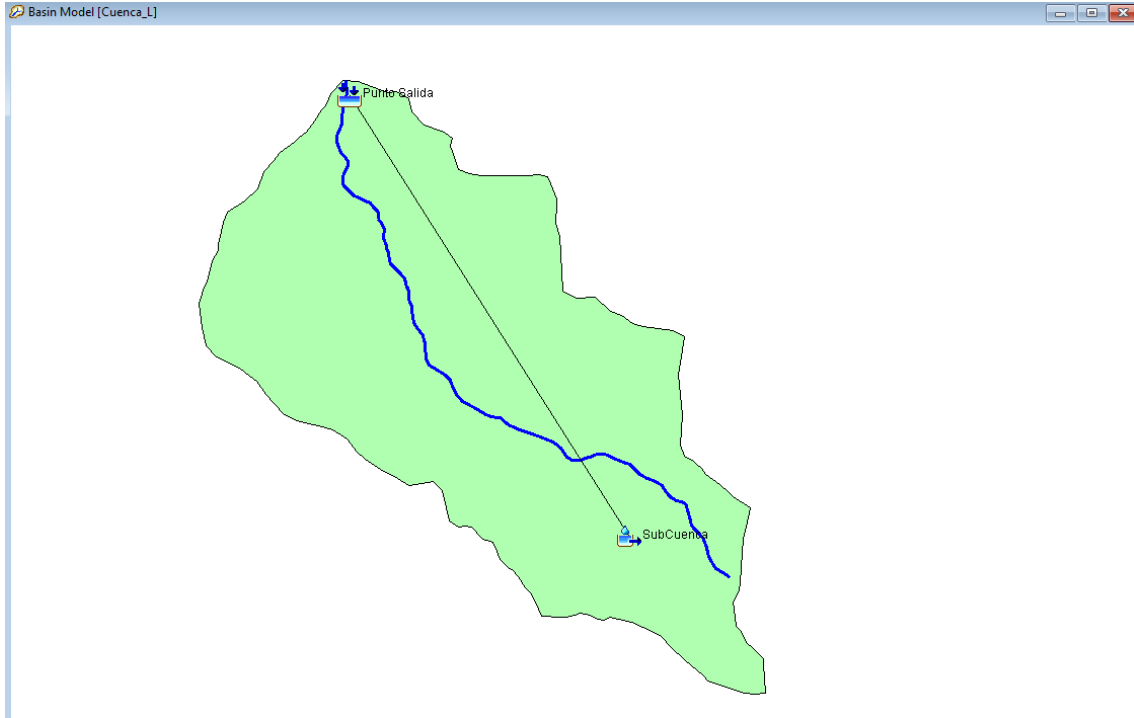


Figura 44

Hidrograma para la Microcuenca del Río Jalqueño, Tr 10 años

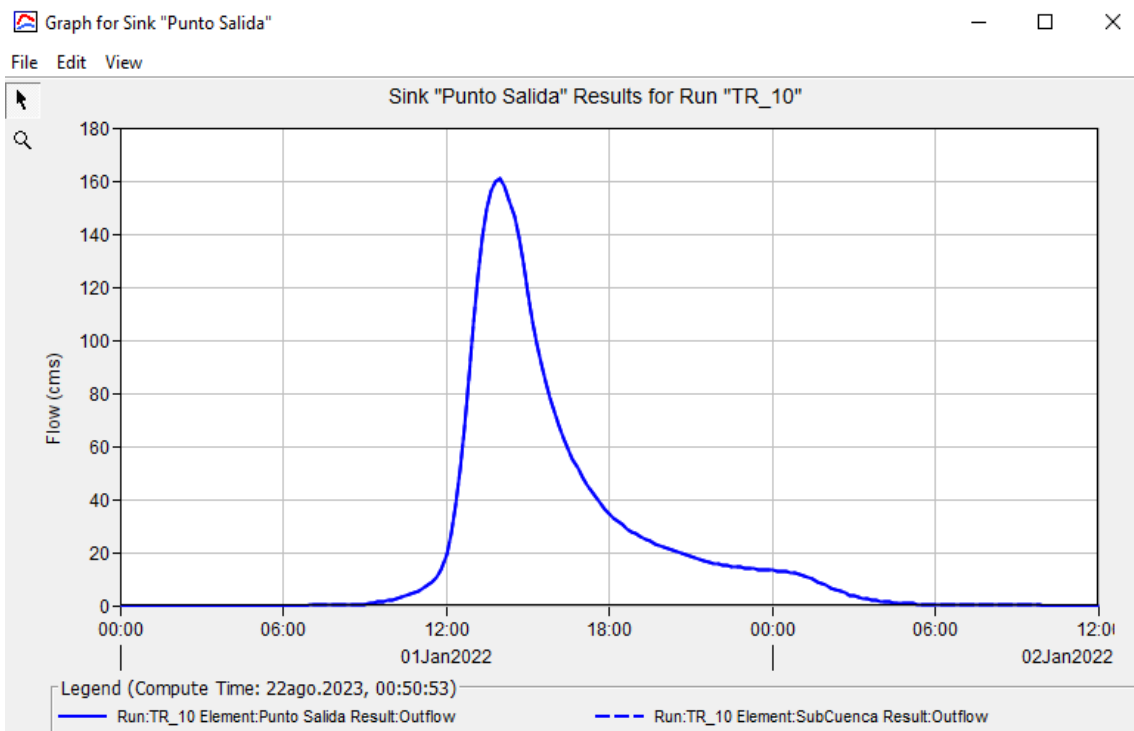


Figura 45

Hidrograma para la Microcuenca del Río Jalqueño, Tr 50 años

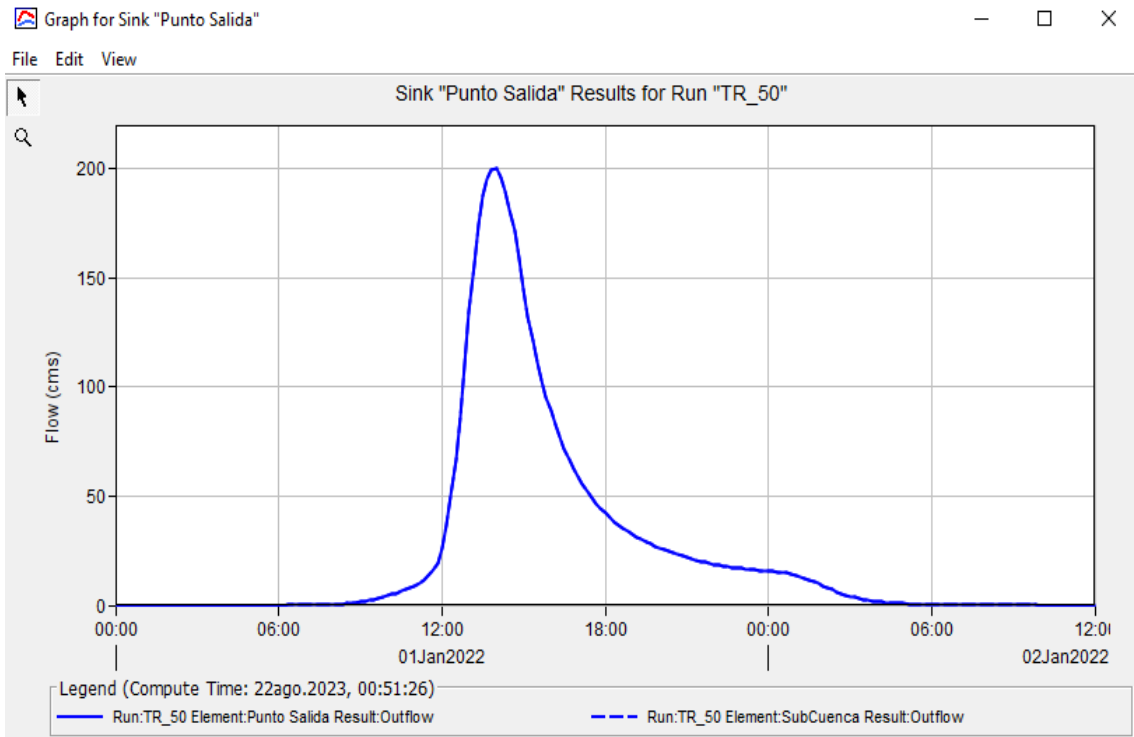
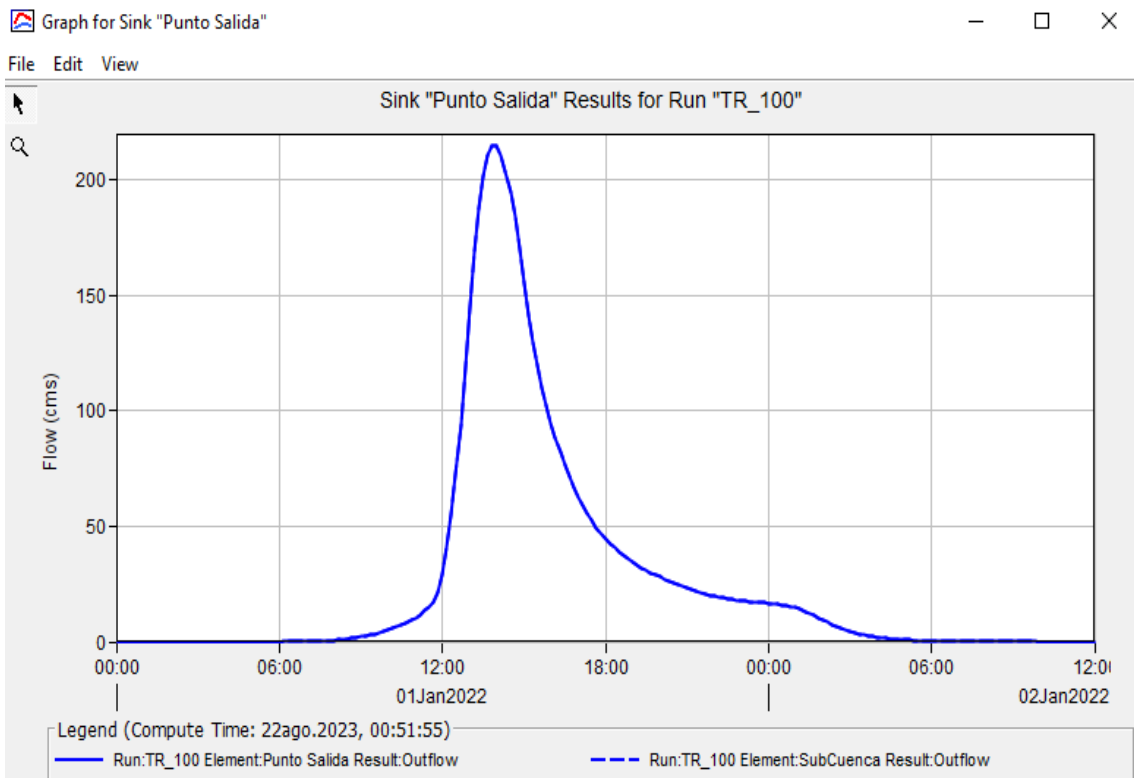


Figura 46

Hidrograma para la Microcuenca del Río Jalqueño, Tr 100 años



Caudales máximos

Finalmente, en el programa HEC-HMS se obtienen los caudales máximos de la subcuenca del río Chotano y la microcuenca del río Jalqueño para tiempos de retorno (Tr) de 10, 50, 100 y 500 años.

Tabla 32

Caudales Máximos Obtenidos del Modelo Hidrológico en HEC-HMS

Tr (años)	Caudal máximo Q (m ³ /s)		
	Subcuenca del Río Chotano	Microcuenca del río Jalqueño	Punto de confluencia
10	467.1	160.60	627.70
50	624.0	199.90	823.90
100	686.3	214.80	901.10
140	715.8	221.80	937.60
500	822.6	246.50	1069.10

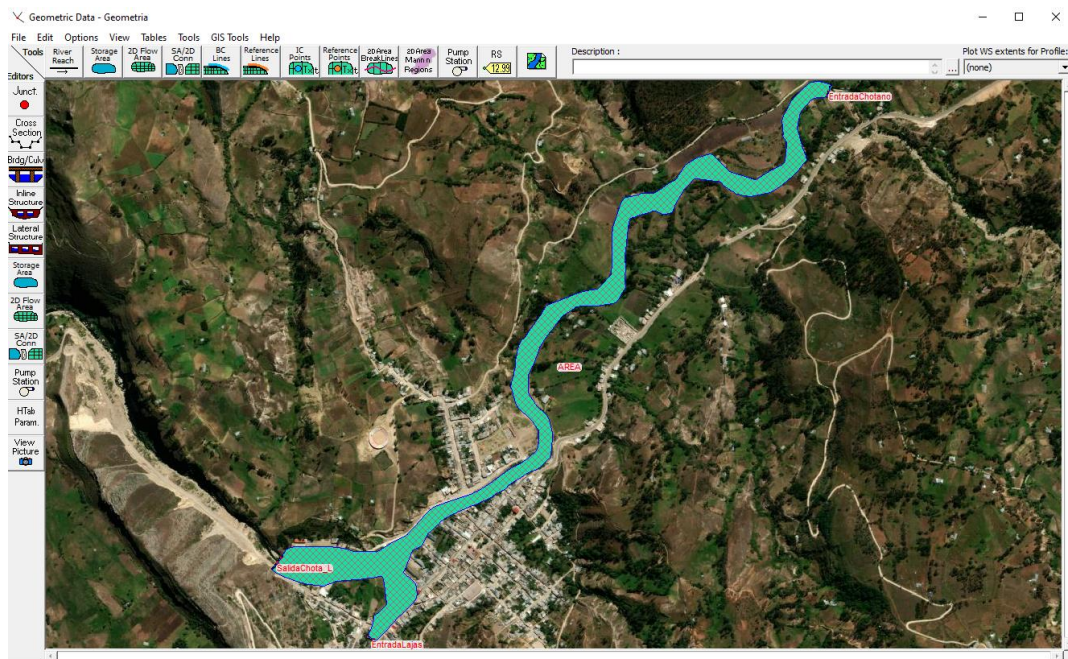
3.6.1.5. Modelación hidráulica

Para el modelamiento hidráulico del río Chotano desde el sector La Retama hasta la I.E.S. Anaximandro Vega se ha utilizado la batimetría del río procesada en civil 3D para generar secciones transversales perpendiculares al eje longitudinal del río en un trayecto de 2.648 km, importando las curvas, puntos de elevación, cruces con puentes, confluencia con el río Jalqueño y secciones transversales, al programa HEC-RAS 5.0.7. donde se crea la malla de 5x5, se crea las entradas para las condiciones de contorno por donde ingresará el caudal, se define las condiciones de flujo para el modelado hidráulico, esto incluye el caudal máximo para Tr de 10, 50, 100 y 500 años dados por los hidrogramas obtenidos del HEC HMS, los niveles de agua inicial y final, y cualquier otra información relevante, como el coeficiente el coeficiente de Manning. Luego se configura los parámetros de modelado hidráulico, como la selección del método de cálculo, el

tipo de flujo y cualquier otra opción específica del proyecto para luego ejecutar el modelo, simulando el flujo del río y determinando las áreas de inundaciones para diferentes tiempos de retorno. Finalmente, se utiliza los resultados para generar mapas de inundación que muestren las áreas afectadas. Estos mapas se forman en ArcGIS 10.8 para su visualización y análisis.

Figura 47

Modelo de Flujo del Río Chotano en HEC-RAS



3.6.1.6. Determinación del peligro de inundación

En base al manual INDECI (2011) el peligro se determina por medio de la relación entre la profundidad de la inundación y el tiempo de retorno (T_r) encontrando la superficie de inundación para cada T_r , por ello se ha utilizado los mapas de inundación determinados a partir de la simulación hidráulica para por medio del programa ArcGIS 10.8 generar el mapa de peligro frente a inundaciones fluviales utilizando el rango de cuantificación y cualificación que se muestra en la Tabla 33.

Tabla 33

Calificación y Cuantificación del Peligro a Inundación Fluvial

Nivel de peligro (NP)	Muy alto (PMA)	Alto (PA)	Medio (PM)	Bajo (PB)
Tr	10	50	100	500
Rango	1.00	0.75	0.50	0.25

Nota: Adaptado de (INDECI, 2011).

3.6.1.7.Registro del formato de identificación de vulnerabilidad de INDECI (2011)

Se ha aplicado el formato “Identificación de Amenazas y Análisis de Vulnerabilidad” de INDECI (2011) presentado en el Anexo F, mismo que consta de 11 preguntas visuales es decir, el investigador puede observar las características en campo y a partir de ello dar una respuesta a la interrogante, no obstante, en las edificaciones y/o lotes en los que se encontró a los propietarios presentes se optó por realizarles las preguntas a fin de socializar el estudio y conocer más sobre el contexto social de la población y sus medios de afrontamiento del riesgo de inundación frente al desborde del río Chotano.

Figura 48

Aplicación del Instructivo de INDECI (2011) en Lajas



3.6.1.8. Determinación de la vulnerabilidad de inundación

Para determinar la vulnerabilidad frente a inundaciones se han utilizado los resultados del formato “Identificación de Amenazas y Análisis de Vulnerabilidad” de INDECI (2011), donde cada respuesta tiene asociado un peso de cuantificación de 1.00, 0.75, 0.50, y 0.25 para las alternativas a, b, c, d. Cabe recalcar que, en el estudio se han encontrado preguntas que no han obtenido una respuesta de forma concisa entre las alternativas dadas en el formulario de INDECI (2011) por lo que se ha considerado como respuesta NA (ninguna de las anteriores y/o no hay construcción) y simplemente se han obviado las preguntas que no han tenido respuesta para el cálculo de la vulnerabilidad física, promediando solo aquellas preguntas con un peso ponderado. Siendo la vulnerabilidad física el resultado del promedio de los pesos de todos los parámetros considerados en la Tabla 34, que hayan sido contestados por medio de alguno de los indicadores, así mismo, el cálculo de la vulnerabilidad física se muestra en el anexo G.

Tabla 34

Criterios de Ponderación de la Vulnerabilidad Física

Código	Parámetro	Indicador	Peso
UL	Uso del lote	Vivienda	1.00
		Comercio	0.75
		Gubernamental	0.5
		Sin construcción	0.25
L	Localización	0 a 10 m	1.00
		11 a 25 m	0.75
		26 a 250 m	0.5
		Más de 250 m	0.25
EC	Estado de conservación	Muy mala	1.00
		Mala	0.75
		Regular	0.5
		Buena	0.25
MP	Material predominante piso	Adobe	1.00
		Madera	0.75
		Albañilería	0.5

Código	Parámetro	Indicador	Peso
		Concreto armado	0.25
MT	Material predominante techo	Teja	1.00
		Eternit	0.75
		Calamina	0.5
		Aligerado	0.25
Mpa	Material predominante pared	Madera/ esteras	1.00
		Tapial/ adobe	0.75
		Ladrillo/bloque	0.5
		Concreto	0.25
NP	Número de pisos	1	1.00
		2	0.75
		3	0.5
		4 a +	0.25
AA	Abastecimiento de agua	Otro tipo de abastecimiento	1.00
		Agua de quebrada	0.75
		Red pública fuera de la vivienda	0.5
		Red pública en la vivienda	0.25
SD	Servicio de desagüe	Campo abierto	1.00
		Letrina	0.75
		Red pública fuera de la vivienda	0.5
		Red pública en la vivienda	0.25
SE	Servicio de alumbrado eléctrico	No tiene	1.00
		Vela, mechero o lampara	0.75
		Alumbrado compartido	0.5
		Red pública de alumbrado	0.25
OM	Obras de mitigación	No tiene	1.00
		Sacos de arena	0.75
		Vegetación ribereña	0.5
		Muros de contención	0.25

El peso y nivel de vulnerabilidad física determinado en Microsoft Excel 2022 por medio del promedio de los pesos ponderados de los indicadores marcados (Anexo G) se ha trasladado al programa ArcGIS 10.8 para formular el mapa de vulnerabilidad física.

Tabla 35

Calificación y Cuantificación de la Vulnerabilidad a Inundación Fluvial

Nivel de Vulnerabilidad (V)	Muy alto (VMA)	Alto (VA)	Medio (VM)	Bajo (VB)
Rango	1.00	0.75	0.50	0.25

Nota: Adaptado de (INDECI, 2011).

3.6.1.9. Determinación del riesgo de inundación

Para determinar el riesgo de inundación se ha utilizado el manual de INDECI (2011), mismo que entiende al riesgo como el producto del peligro y la vulnerabilidad, por ello para cuantificar el mismo, en el programa ArcGIS 10.8 se ha interceptado el mapa de peligro con el mapa de vulnerabilidad para simplemente multiplicar los pesos dados obteniendo así el mapa de riesgo.

$$\text{Riesgo} = \text{Peligro} \times \text{Vulnerabilidad} \quad (52)$$

Tabla 36

Calificación y Cuantificación del Riesgo a Inundación Fluvial

Riesgo (R)	Muy alto (RMA)	Alto (RA)	Medio (RM)	Bajo (RB)
Rango	1.00	0.75	0.50	0.25

Nota: (INDECI, 2011).

3.6.1.10. Estudio de mecánica de suelos (EMS)

a) Descripción del proceso de muestreo

En los puntos críticos de muy alto riesgo que evidencien desborde del río Chotano en el trayecto de estudio era necesario proponer medidas de contención, como defensa ribereña, pero para ello, se tenía que conocer las propiedades físico-mecánicas del suelo. Siendo así, se ha excavado diez (10) calicatas en el borde izquierdo y derecho del río Chotano distribuidas homogéneamente en el trayecto de 2.648 km, dando prioridad a los puntos críticos donde se excavaron calicatas de 2.50 m de profundidad mientras que, en los otros puntos se excavó solamente 1.50 m con el objetivo de tomar muestras alteradas e inalteradas para llevarlas a laboratorio y caracterizarlas. Las muestras fueron trasladadas al laboratorio del Grupo INGESA S.A.C. en Cajamarca donde se realizaron los ensayos de clasificación (humedad, granulometría, límite líquido, límite plástico) y mecánicos (corte directo) para conocer la cohesión y ángulo de fricción del suelo.

Figura 49

Ubicación de Calicatas en el Río Chotano, Lajas

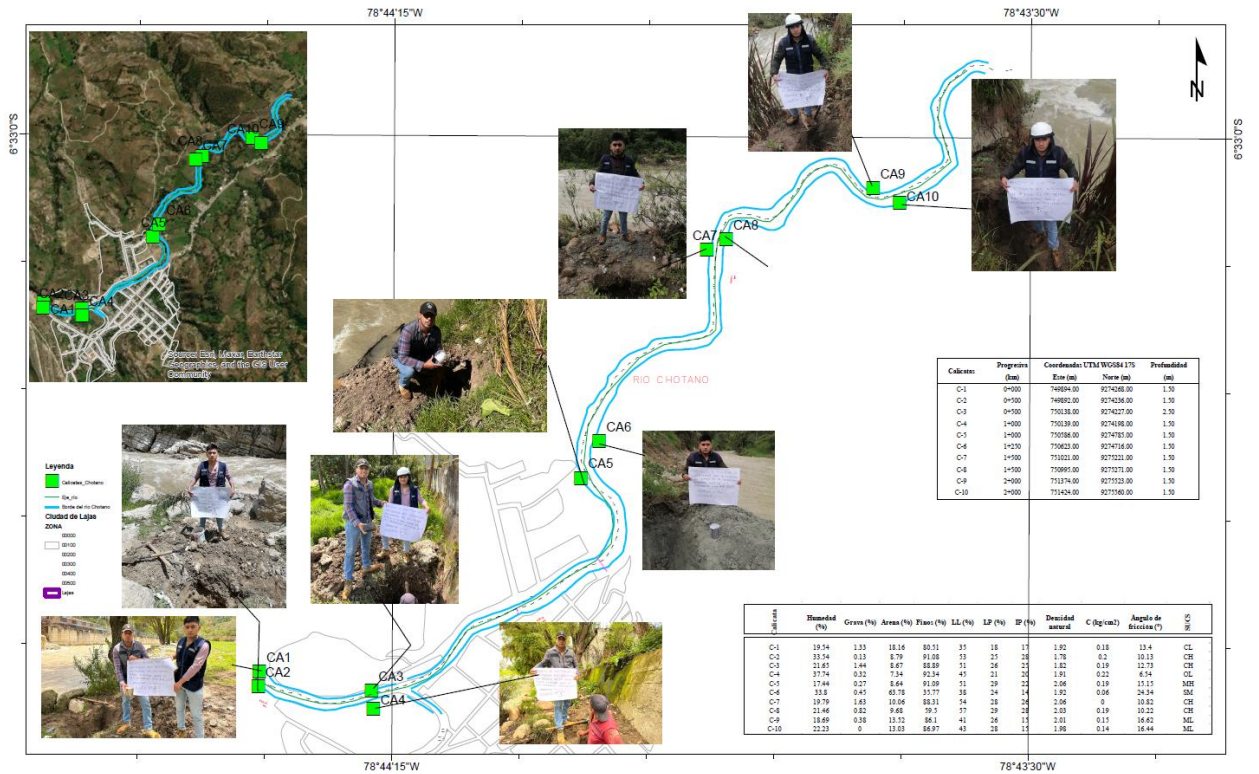


Tabla 37

Ubicación de las Calicatas en el Trayecto del Borde del Río Chotano en Lajas

Calicatas	Progresiva (km)	Coordenadas UTM WGS84 17S		Profundidad (m)
		Este (m)	Norte (m)	
C-1	0+000	749894.00	9274268.00	1.50
C-2	0+000	749892.00	9274236.00	1.50
C-3	0+500	750138.00	9274227.00	2.50
C-4	0+500	750139.00	9274198.00	1.50
C-5	1+000	750586.00	9274785.00	1.50
C-6	1+250	750623.00	9274716.00	1.50
C-7	1+500	751021.00	9275221.00	1.50
C-8	1+500	750995.00	9275271.00	1.50
C-9	2+000	751374.00	9275523.00	1.50
C-10	2+000	751424.00	9275560.00	1.50

Nota: Las progresivas de las calicatas se ha tomado inversamente a la toma de Km topográficos es decir del fondo (punto final I.E.S.) al punto inicial del río (sector La Retama).

Figura 50 Excavación de la Calicata 3 en la I.E.S. Anaximandro Vega



Figura 51 Excavación de la Calicata 10 en la Progresiva 2+000 km



b) Proceso de realización de los ensayos físico-mecánicos del suelo

En el laboratorio del Grupo INGESA S.A.C. en Cajamarca se han realizado todos los ensayos de mecánica de suelos. En primer lugar, el ensayo de granulometría se realiza en una muestra representativa del suelo, pasando esta por una serie de tamizados con diferentes aberturas de malla. Cada fracción retenida se pesa y se calcula su porcentaje en relación al peso total, lo que permite determinar la curva granulométrica del suelo (NTP 339.128, INACAL, 2019).

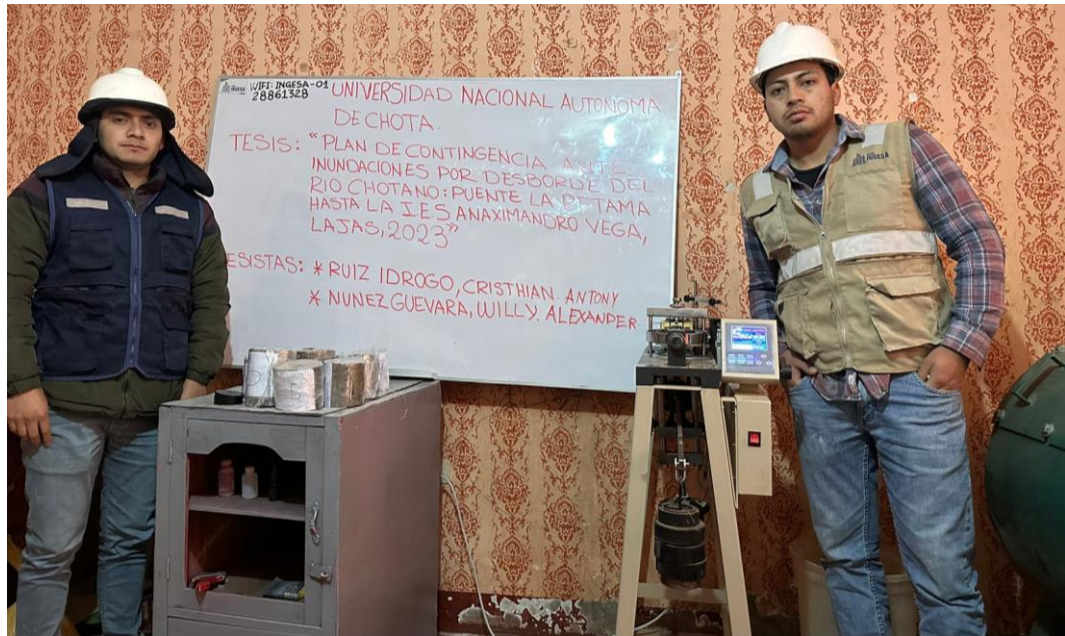
El ensayo de contenido de humedad, por otro lado, se lleva a cabo para conocer el porcentaje de agua presente en una muestra de suelo. Se toma una muestra representativa del suelo y se pesa en estado natural. Luego, se seca en un horno a una temperatura constante y se vuelve a pesar. La diferencia de pesos se utiliza para calcular el contenido de humedad en términos de porcentaje (NTP 339.185, INACAL, 2021).

En cuanto a los ensayos de límite líquido y límite plástico, son utilizados para determinar las propiedades de plasticidad de los suelos. Para determinar el límite líquido se toma una muestra de suelo y se mezcla con una cantidad específica de agua. Luego, el suelo se coloca en un aparato llamado “Casa Grande”, donde se determina el número de golpes necesarios para que el suelo cierre una ranura media. Este número de golpes permite calcular el límite líquido del suelo. Por otro lado, para determinar el límite plástico se toma otra muestra de suelo y se mezcla con agua hasta obtener una pasta homogénea. Luego, se moldea en forma cilíndrica de 3 mm hasta que el suelo presente quiebre. La humedad en este punto se utiliza para calcular el límite plástico del suelo (NTP 339.129, INACAL, 2019).

Por último, el ensayo de corte directo se utiliza para determinar las propiedades de resistencia al corte de los suelos. Se toma una muestra de suelo y se coloca en una caja de corte. Se aplica una fuerza vertical sobre la muestra y se mide la fuerza horizontal necesaria para producir el corte. Esta fuerza se utiliza para calcular la resistencia al corte del suelo con sus parámetros mecánicos: Cohesión y ángulo de fricción (NTP 339.171, INACAL, 2017).

Figura 52

Ensayos Físico – Mecánicos al Suelo de la Rivera del Río Chotano



c) Descripción de los resultados del EMS

Los resultados del EMS se presentan en el anexo H, donde se distingue que el 40% de las calicatas se clasifican como suelo arcilloso de alta plasticidad (CH), el 20% son suelo limoso de baja plasticidad (ML), el 10% es suelo arcilloso de baja plasticidad (CL), 10% es suelo limoso de alta plasticidad (MH), y el otro 10% es suelo areno limoso (SM), no obstante, el 10% del suelo es orgánico de baja plasticidad (OL) debido a que el lugar donde se muestro corresponde a un

área de cultivo ubicado a la ribera del río Chotano. Respecto a los parámetros mecánicos el suelo de la calicata 3 (ubicado dentro de la I.E.S. Anaximandro Vega) tiene cohesión de 0.19 kg/cm² y ángulo de fricción de 12.73° con densidad natural de 1.82 gr/cm³, debido a que corresponde a un suelo arcilloso de alta plasticidad, en cambio la calicata 6 (ubicada entre el km 1+500 a 2+000) tiene cohesión de 0.06 kg/cm² y ángulo de fricción de 24.34° con densidad natural de 1.92 gr/cm³, debido a que corresponde a un suelo areno limoso. Tal como, se ha detallado se hace evidente que los suelos granulares no tienen o tienen reducida cohesión, pero si elevados valores de ángulo de fricción, en cambio el suelo arcilloso presenta mayores rangos de cohesión y menores ángulos de fricción, ambos parámetros son muy importantes y se utilizan para determinar la capacidad portante del suelo, pero también para verificar la estabilidad por volteo, deslizamiento y capacidad portante de los muros de contención.

Tabla 38

Propiedades Físico Mecánicas del Suelo del Borde del Río Chotano en Lajas

Calicata	Humedad (%)	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	Densidad natural	C (kg/cm ²)	∅ (°)	SUCS
C-1	19.54	1.33	18.16	80.51	35	18	17	1.92	0.18	13.40	CL
C-2	33.54	0.13	8.79	91.08	53	25	28	1.78	0.20	10.13	CH
C-3	21.65	1.44	8.67	88.89	51	26	25	1.82	0.19	12.73	CH
C-4	37.74	0.32	7.34	92.34	45	21	20	1.91	0.22	6.54	OL
C-5	17.44	0.27	8.64	91.09	51	29	22	2.06	0.19	15.15	MH
C-6	33.8	0.45	63.78	35.77	38	24	14	1.92	0.06	24.34	SM
C-7	19.79	1.63	10.06	88.31	54	28	26	2.06	0.0	10.82	CH
C-8	21.46	0.82	9.68	59.50	57	29	28	2.03	0.19	10.22	CH
C-9	18.69	0.38	13.52	86.10	41	26	15	2.01	0.15	16.62	ML
C-10	22.23	0	13.03	86.97	43	28	15	1.98	0.14	16.44	ML

Nota: LL límite líquido, LP límite plástico, IP índice de plasticidad, C cohesión, ángulo de fricción, clasificación SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de suelos).

d) Cálculo de la capacidad portante

Para suelo sin nivel freático, la capacidad portante se calcula dependiendo del tipo de falla y tipo de cimentación por medio de las siguientes ecuaciones: (Braja, 2001)

Para fractura general:

$$q_u = c \times N_c + q \times N_q + 0.5 \times \gamma \times B \times N_\gamma \quad C. \text{corrida} \quad (51)$$

$$q_u = 1.3 \times c \times N_c + q \times N_q + 0.4 \times \gamma \times B \times N_\gamma \quad C. \text{cuadrada} \quad (52)$$

Para fractura local:

$$q_u = \frac{2}{3} c \times N'_c + q \times N'_q + 0.5 \times \gamma \times B \times N'_\gamma \quad C. \text{corrida} \quad (53)$$

$$q_u = 0.867 \times c \times N'_c + q \times N'_q + 0.4 \times \gamma \times B \times N'_\gamma \quad C. \text{cuadrada} \quad (54)$$

En las ecuaciones, C es la cohesión del suelo, el peso específico del suelo, $q = \gamma D_f$, N_c , N_q y N_γ son factores de la capacidad de carga adimensionales que son únicamente funciones del ángulo de fricción del suelo ϕ .

3.6.1.11. Propuesta de contención 1: Descolmatación del río

Para analizar si la descolmatación de un río es efectiva para el control de inundaciones en el río Chotano, ciudad de Lajas, se ha utilizado el programa de simulación de ríos, HEC-RAS, mismo en el que se ha definido la inundación inicial. Luego se ha implementado al modelo el escenario de descolmatación, esto incluye la eliminación de obstáculos en el cauce, por tanto, para lograr ello, en campo se verificaron los niveles de sedimentos, mismos que, fueron eliminados en el modelo digital en Civil 3D 2022 por medio de la mejora de la triangulación de la topografía para simular la descolmatación del río, no obstante, en el río Chotano no hay presencia considerable de sedimentos estos varían como máximo de 0.20 a 0.60, por lo que, se ha considerado una limpieza en puntos específicos del cauce descritos en el acápite de resultados.

Se ejecuta la simulación utilizando el modelo configurado con el escenario de descolmatación implementado, así mismo, también se introduce las condiciones de caudal, coeficiente de Manning y condiciones de la red hídrica, corriendo el modelo y obteniendo un resultado de cómo se comportaría el río con la descolmatación propuesta.

Se analiza los resultados obtenidos de la simulación para evaluar la efectividad de la descolmatación en la reducción de la inundación. Comparando las cotas de inundación antes y después de la descolmatación para determinar si ha habido una disminución significativa. Además de la comparación de las cotas de inundación, se ha considerado otros parámetros, como la velocidad del flujo, la capacidad de drenaje mejorada del río y fundamentalmente la superficie de inundación.

3.6.1.12.Propuestas de contención 2: Muro de contención y/o gaviones

Para elegir la propuesta de contención para el río Chotano en la ciudad de Lajas, se ha utilizado el criterio de Zevallos-Loaiza (2015) quien designa la propuesta en base a la velocidad del flujo hídrico que genera una inundación y del nivel o grado de inundación, donde indica que para velocidades menores a 5 m/s se recomienda la construcción de gaviones, mientras que, si la velocidad supera dicho rango se pueden utilizar muros de contención de concreto armado, donde el tipo de muro depende de la extensión de la inundación y altura del nivel de agua. Por lo que, finalmente se eligió propuestas de contención en el tramo final 2+060 a 2+648 donde se sitúa la I.E.S. Anaximandro Vega al muro de contención en voladizo, diseñado de acuerdo a las consideraciones del manual del MTC (2018) y el LRFD, verificando su estabilidad por volteo, deslizamiento, capacidad de carga y estabilidad frente a eventos sísmicos.

Luego, para definir la efectividad de la propuesta en la contención de inundaciones, se ejecuta la simulación en HEC-RAS utilizando el modelo configurado sin la construcción del muro de contención. Luego, se realiza otra simulación utilizando el modelo configurado con la construcción del muro de contención implementada. Introduciendo las mismas condiciones de caudal y las cotas de inundación iniciales para obtener un resultado de cómo se comportaría el río con el muro de contención en voladizo. Finalmente, se analiza los resultados obtenidos de ambas simulaciones para evaluar la efectividad de la construcción del muro de contención.

3.6.2. *Procesamiento de datos*

El procesamiento, presentación, análisis e interpretación de datos se ha realizado utilizando técnicas de asociación, agrupación, simulación, entre otras, a través de programas digitales, tales como:

AutoCAD 2022. Se ha utilizado para realizar los mapas de lotización e inundación finales del estudio, mostrando así los resultados visuales finales.

Civil 3D 2022. Se ha utilizado para procesar la data topográfica a fin de generar la batimetría del río Chotano en Lajas.

ArcGIS 10.8. Se ha utilizado para delimitar la subcuenca del río Chotano y la microcuenca del río Jalqueño, así como, para procesar los datos de peligro, vulnerabilidad y riesgo frente a inundaciones por desborde del río Chotano, generando así los mapas de identificación de riesgos que solicita la metodología de INDECI (2011).

Microsoft Excel 2022. Programa de procesamiento de la data pluviométrica para su posterior análisis en Hidroesta vs. 2.0. y HEC-HMS, así mismo, ha servido

como medio de procesamiento en tablas y figuras de todos los resultados alcanzados por cada objetivo de investigación.

HIDROESTA vs. 2.0. Ha servido como medio de verificación del modelo de distribución que mejor se ajusta a la información pluviométrica brindada por la Estación Chota y por la estación Chotano Lajas.

HEC-HMS. Se ha utilizado para determinar los caudales máximos en la subcuenca del río Chotano a través de la definición de un hidrograma, así mismo, dicha información ha sido comparada con una hoja de cálculo en Microsoft Excel para garantizar mayor precisión en la información consignada.

HEC-RAS 5.0.7. Programa de modelamiento hidráulico, se ha utilizado para simular los escenarios de inundación para diferentes tiempos de retorno, pero también para simular las propuestas de contención tal como, la descolmatación y la construcción de muros de contención en voladizo y gaviones en dos tramos críticos del río Chotano en Lajas.

Mathcad Prime 9. Se ha elaborado una hoja en el programa Mathcad Prime para el diseño del muro de contención de concreto armado en voladizo, esto con la finalidad de garantizar que cumpla con los criterios de estabilidad.

3.6.3. *Análisis de datos*

Se ha planteado el análisis descriptivo de los resultados. Una vez que se han obtenido los resultados de la simulación, se realiza un análisis descriptivo de los mismos. Esto implica la interpretación de los datos y la descripción de los principales hallazgos encontrados. Los resultados son presentados mediante gráficos, mapas y tablas, con el fin de facilitar su comprensión y visualización.

Además del análisis descriptivo, también se ha realizado un análisis estadístico de los resultados obtenidos a través del programa Minitab 22. Esto

implica la aplicación de técnicas estadísticas para evaluar la significancia de las diferencias entre los diferentes escenarios de propuestas de contención. Para ello, se ha utilizado el análisis de varianza (ANOVA) para determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre los escenarios evaluados.

3.7. Aspectos éticos

Se han seguido los aspectos éticos y criterios de rigor científicos descritos en el Reglamento de la Universidad Nacional Autónoma de Chota (UNACH), y de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil (EPIC), a fin de garantizar que la investigación cumple con el carácter científico, técnico y social. Así mismo, se han seguido los lineamientos éticos dados por Pasco (2016) para la investigación en gestión, considerando que, este es un tema de gestión frente al riesgo de inundación a través de la propuesta de un plan de contingencia para evitar los daños por desborde del río Chotano del sector La Retama hasta la I.E.S. Anaximandro Vega de Lajas.

Consentimiento informado: Los participantes deben recibir información clara y comprensible sobre los objetivos, procedimientos, riesgos y beneficios de la investigación. Ha aquellos pobladores que tienen sus terrenos y edificaciones aledañas a la ribera del río Chotano se les ha informado acerca de la investigación logrando su respaldo para el desarrollo de esta.

Privacidad y confidencialidad: Se deben tomar medidas para proteger la identidad y los datos personales de los participantes. En este caso, el formulario de vulnerabilidad de INDECI (2011) puede ser resuelto visualmente, no obstante, existen edificaciones en las que se ha logrado conversar con los propietarios para resolver el cuestionario visual, pero, su identidad es anónima, manteniendo la confidencialidad de los datos.

Beneficio para la sociedad: La investigación debe tener como objetivo principal proporcionar soluciones efectivas y beneficiosas para la sociedad frente a las inundaciones. Los investigadores deben tener en cuenta los intereses y las necesidades de la comunidad afectada.

Transparencia y honestidad: No se debe falsificar datos ni distorsionar los hallazgos para lograr ciertos resultados.

Supervisión ética: La investigación ha contado con la supervisión del asesor de tesis, mismo que ha evaluado y aprobado el diseño, los procedimientos y los criterios éticos de la investigación.

CAPÍTULO IV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción de resultados

4.1.1. Riesgo de inundación por desborde del río Chotano en Lajas

4.1.1.1. Determinación del nivel de peligro

Para determinar el nivel de peligro se han determinado las áreas de inundación para diferentes tiempos de retorno, verificando como el área de inundación se incrementa conforme se acrecienta el periodo de tiempo en años, siendo así de las 26.87 ha de terreno para Tr de 10, 50, 100 y 500 años se inunda respectivamente el 8.99%, 10.70%, 11.50% y 12.53% de la superficie (26.87 ha de terreno) afectando principalmente a áreas de cultivos y pastizales, no obstante, también se ven afectadas 19 viviendas que se ubican a menos de 10 m de la ribera del río Chotano en el km 1+500 al Km 2+000, por lo que a la vez también causa afección a la institución educativa secundaria Anaximandro Vega de Lajas, la cual ve afectada toda su infraestructura incluso con un evento de inundación de Tr de 10 años, mientras que, la institución educativa de nivel primario ubicada en el margen derecho del río Chotano se inunda solo frente a eventos de inundación con Tr de 500 años.

Tabla 39 Superficie de Inundación por Desborde del Río Chotano

Tr (años)	Áreas de inundación (ha)		Total (ha)	%	N° de viviendas afectadas	N° de instituciones
	Lado derecho	Lado izquierdo				
10	1.29	1.13	2.42	8.99	19.00	1.00
50	1.68	1.19	2.88	10.70	21.00	1.00
100	1.88	1.21	3.09	11.50	21.00	1.00
140	0.59	2.52	3.10	11.51	21.00	1.00
500	2.13	1.24	3.37	12.53	22.00	2.00

Figura 53

Superficie de Inundación para Tr 10 años



Figura 54

Superficie de Inundación para Tr 50 años



Figura 55

Superficie de Inundación para Tr 100 años



Figura 56

Superficie de Inundación para Tr 140 años

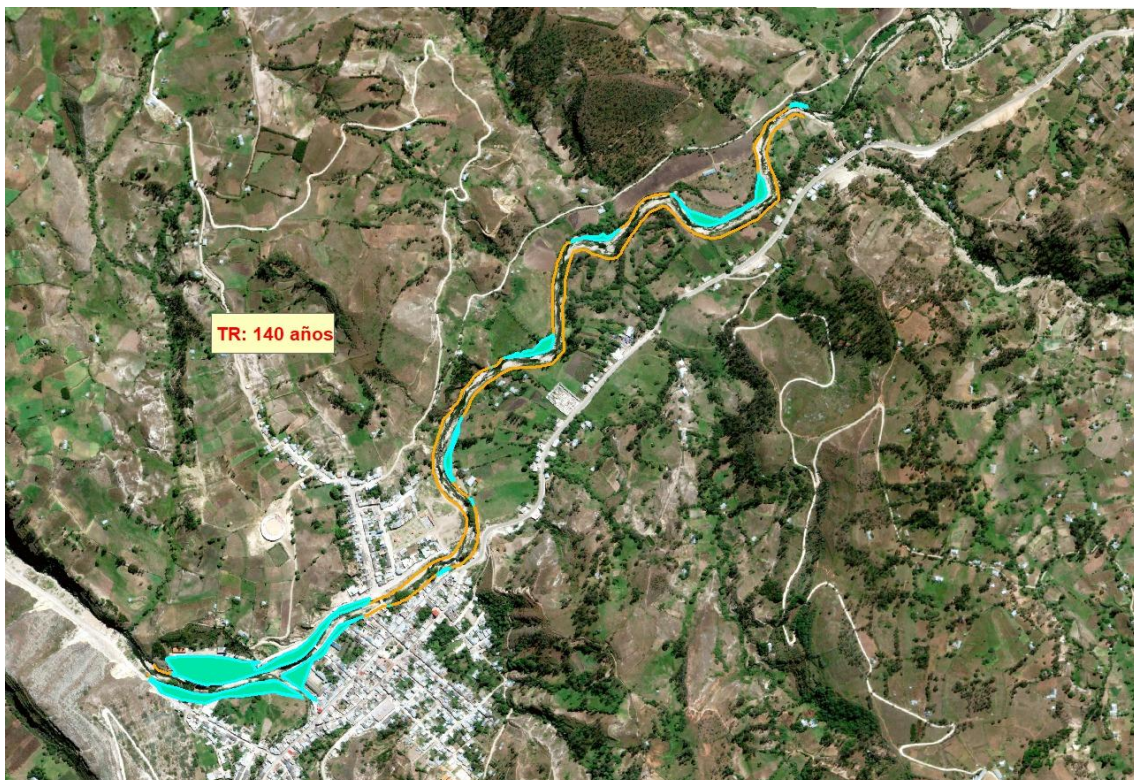


Figura 57

Superficie de Inundación para Tr 500 años



El peligro de inundación en la ciudad de Lajas, debido al desborde del río Chotano, es una preocupación importante para la población y las autoridades locales. Los mapas de inundación realizados muestran claramente que el peligro es muy alto en un 31.64% del área de la ciudad, lo cual indica que estas zonas son propensas a experimentar inundaciones graves en caso de desbordamiento del río. Dentro de las áreas de alto peligro se encuentra la Institución Educativa Secundaria “Anaximandro Vega”, lo cual representa una preocupación adicional, ya que la seguridad de los estudiantes y el personal docente puede estar en riesgo durante eventos de inundación, por tanto, es fundamental implementar medidas de prevención y mitigación en esta institución para salvaguardar la vida y la integridad de la comunidad educativa.

El 1.73% del área corresponde a zonas de peligro de inundación alto. Estas áreas se inundan típicamente en eventos con un período de retorno de 50 años, lo que significa

que se espera que ocurran inundaciones con esta intensidad aproximadamente una vez cada 50 años. Estas áreas de peligro alto suelen estar compuestas principalmente por viviendas y estructuras residenciales ubicadas cerca del cauce del río Chotano. Es importante destacar que la definición de un período de retorno de 50 años implica que, aunque las inundaciones de este nivel no sean frecuentes, son eventos con un potencial de daño significativo cuando ocurren. Las viviendas y estructuras en estas áreas de peligro alto pueden sufrir graves consecuencias en caso de inundación, lo que incluye daños materiales, pérdida de bienes y posibles riesgos para la seguridad y la vida de los residentes, tal como en años anteriores Machuca (2022).

En el 0.81% de los 26.87 ha de terreno analizado el peligro de inundación es medio, debido a que son zonas inundadas por Tr de 100 años. Estas zonas se caracterizan principalmente por ser áreas de cultivos y pastizales. Aunque el peligro medio puede no representar un riesgo tan alto como el peligro muy alto, aún existe la posibilidad de sufrir daños en las cosechas y terrenos agrícolas. Esto puede tener un impacto significativo en la economía local y en el sustento de los agricultores y comunidades rurales.

Por otro lado, el 64.79% restante del área de la ciudad presenta un muy bajo peligro de inundación, debido a que, según los mapas de inundación estas áreas no son inundadas. Estas áreas están protegidas por muros de contención que impiden que las aguas del río Chotano lleguen hasta ellas, a pesar de su cercanía al cauce. Sin embargo, es importante mantener una constante vigilancia y monitoreo de las condiciones del río Chotano, así como de los sistemas de drenaje y los muros de contención existentes. Las inundaciones pueden ocurrir de manera repentina y la infraestructura de protección puede sufrir daños con el paso del tiempo. Por lo tanto, se deben llevar a cabo inspecciones regulares y realizar los mantenimientos necesarios para garantizar que estas medidas de protección continúen siendo efectivas.

Tabla 40*Nivel de Peligro por Inundación Fluvial del Río Chotano en Lajas*






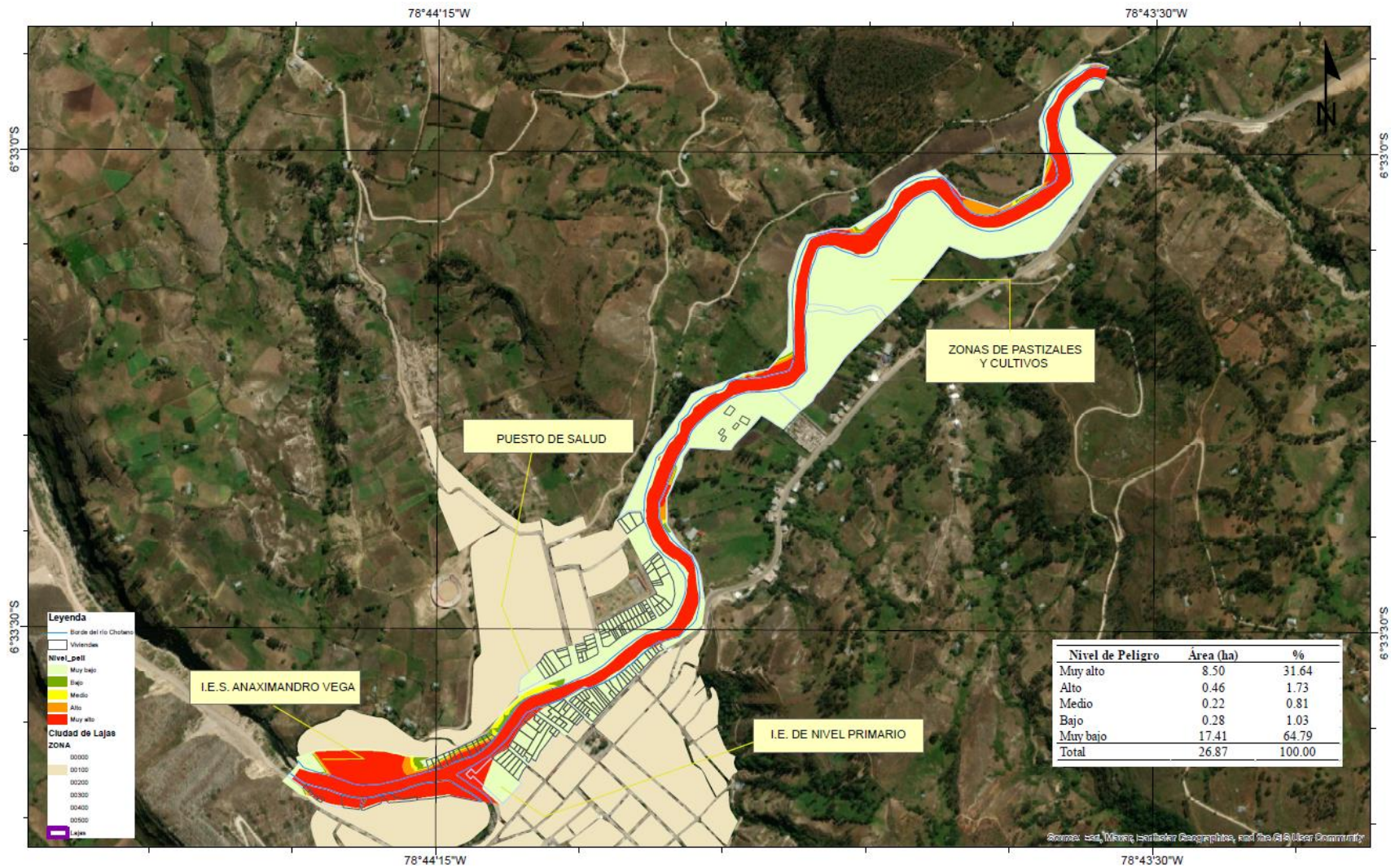
	Nivel de Peligro	Área (ha)	%
	Muy alto	8.50	31.64
	Alto	0.46	1.73
	Medio	0.22	0.81
	Bajo	0.28	1.03
	Muy bajo	17.41	64.79
	Total	26.87	100.00

Figura 58 Mapa de Peligro por Inundación Fluvial del Río Chotano en Lajas



4.1.1.2.Determinación del nivel de vulnerabilidad

Para determinar la vulnerabilidad frente al desborde del río Chotano, se han determinado las características de exposición, fragilidad y resiliencia física de los lotes de terreno agrícola o sin construir e infraestructura urbana por medio del formulario de inspección de INDECI (2011), del cual se ha concluido que, el 81.76% de los lotes son destinados a viviendas, el 2.35% son áreas de comercio, el 1.76% (3 lotes) corresponde a dos instituciones educativas y un puesto de salud, mientras que el 14.12% son lotes sin construir o áreas de cultivo/pastizales; localizados en un 24.71% a menos de 10 m de la ribera del río Chotano, mientras que, el 37.65% se ubican de 11 a 25 m de distancia o de 26 m a más de distancia. El estado de conservación de los lotes construidos corresponde en 47.65% a viviendas en buen estado, 32.35% viviendas en regular condición y el 5.88% a viviendas en mal o muy mal estado de conservación. El sistema constructivo del 51.76% de las viviendas es albañilería y el 34.12% son edificaciones de adobe, por lo que, el material predominante del piso es concreto en el 64.71% de las viviendas, mientras que, el 21.18% de las viviendas tienen piso de tierra; con techo de calamina en un 44.12% y aligerado en un 41.76%; donde el material predominante de la pared en un 51.18% de las edificaciones es ladrillo o bloque de cemento, mientras que, en el 34.12% es adobe o tapial. Las edificaciones generalmente tienen dos pisos en un 53.53%, y de un solo nivel en el 20.59% de casos, mientras que, las edificaciones con más de 4 pisos solo representan el 2.35% de todas las construcciones del área de estudio. Dado que las viviendas están conformadas por albañilería con piso de concreto, techo de calamina y paredes de ladrillo de dos pisos, pueden sufrir daños significativos en caso de una inundación. Las crecidas del río pueden generar una gran presión sobre las

estructuras, lo cual podría ocasionar que se agrieten o colapsen parcial o totalmente. Además, la cercanía al río aumenta el riesgo de erosión en las bases de las viviendas, lo que podría debilitar el suelo y comprometer su estabilidad. Esto puede llevar al deslizamiento o desplome de las viviendas en situaciones de alta peligrosidad.

Otra vulnerabilidad física está relacionada con los servicios básicos. En caso de inundación, estos servicios podrían ser afectados, lo que implica la interrupción de suministro de agua potable, energía eléctrica y alcantarillado, entre otros. Esto dificulta aún más la capacidad de respuesta y recuperación de las personas afectadas. En cuanto a los servicios básicos el 90.59% cuentan con red de agua potable, mientras que el 3.53% se abastecen de agua de la quebrada y el 4.71% tiene otro tipo de abastecimiento; no obstante, aquellos lotes sin servicio de agua potable son generalmente áreas no construidas; así mismo el 91.18% de los lotes tienen acceso a desagüe de la red pública, pero el 8.24% no tienen desagüe y arrojan sus desechos al campo abierto; otro aspecto importante es el tipo de alumbrado, donde en un 85.88% de los lotes es dado por parte de la red pública y el 14.12% no disponen de servicio de alumbrado, debido a que son lotes sin construir, áreas de cultivo o pastizales.

Todos los aspectos descritos son criterios de exposición y fragilidad debido a que, representan las características de los lotes en estudio, pero un indicador que genera resiliencia en la población es la construcción de obras de mitigación, por ello se ha registrado cuantos lotes cuentan con obras de mitigación y que tipo de obras de contención tienen, verificando así que el 67.65% de los lotes no tienen obras de contención, mientras que el 17.06% tienen vegetación ribereña y el 15.29% muros de contención, siendo estos últimos obras realizadas por la Municipalidad

Distrital de Lajas y no construidas por los pobladores, no obstante, las mismas permiten reducir la vulnerabilidad de las edificaciones aledañas al río Chotano.

Tabla 41

Uso del Suelo o Lotes en la Llanura del Río Chotano en Lajas

Uso del suelo o lotes	N° de lotes	%
a Vivienda	139	81.76
b Comercio	4	2.35
c Gubernamental	3	1.76
d Sin construcción	24	14.12
Total	170	100.00

Figura 59

Uso del Suelo o Lotes en la Llanura del Río Chotano en Lajas

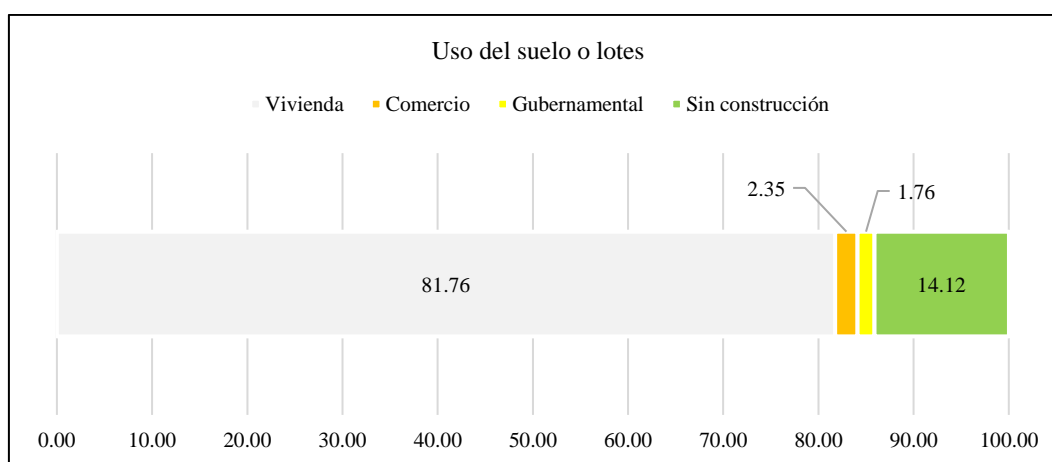


Tabla 42

Localización del Lote en la Llanura del Río Chotano en Lajas

Localización de la edificación	N° de lotes	%
a 0 a 10 m	42	24.71
b 11 a 25 m	64	37.65
c 26 a 250 m	64	37.65
Total	170	100.00

Figura 60

Localización del Lote en la Llanura del Río Chotano en Lajas

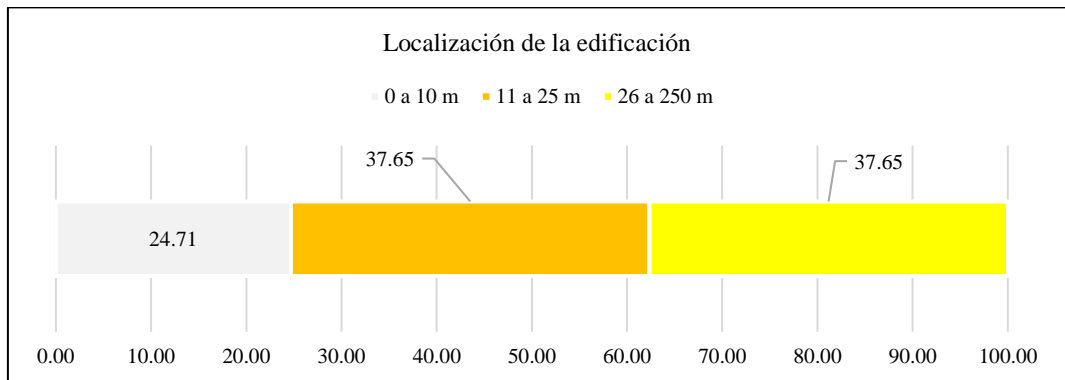


Tabla 43

Estado de Conservación de la Edificación en la Llanura del Río Chotano en

Lajas

Estado de conservación		N° de lotes	%
a	Muy malo	4	2.35
b	Malo	6	3.53
c	Regular	55	32.35
d	Bueno	81	47.65
NA	No hay construcciones	24	14.12
Total		170	100.00

Figura 61

Estado de Conservación de la Edificación en la Llanura del Río Chotano en

Lajas

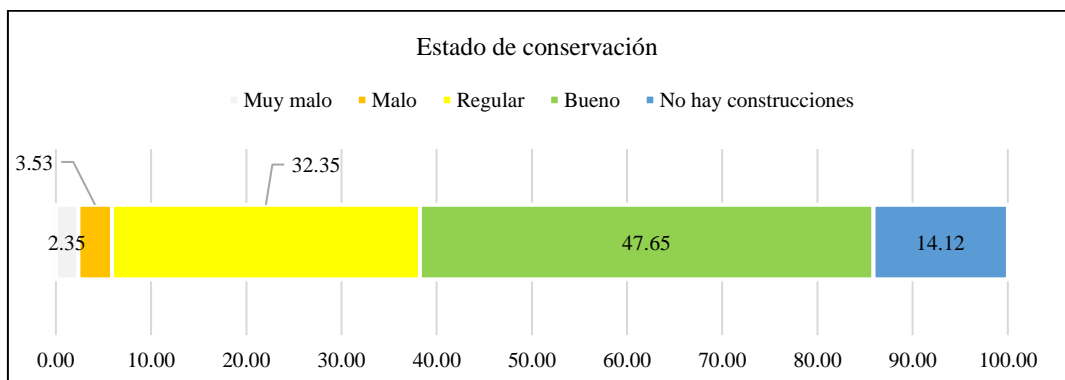
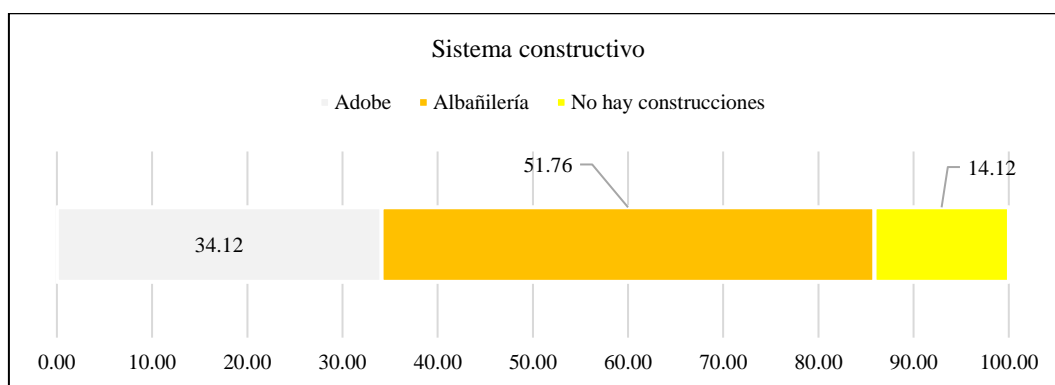


Tabla 44*Sistema Constructivo de la Edificación en la Llanura del Río Chotano en Lajas*

Sistema constructivo		N° de lotes	%
a	Adobe	58	34.12
c	Albañilería	88	51.76
NA	No hay construcciones	24	14.12
Total		170	100.00

Figura 62*Sistema Constructivo de la Edificación en la Llanura del Río Chotano en Lajas***Tabla 45***Material Predominante del Piso de la Edificación en la Llanura del Río**Chotano en Lajas*

Material predominante del piso		N° de lotes	%
a	Tierra	36	21.18
d	Concreto	110	64.71
NA	No hay construcciones	24	14.12
Total		170	100.00

Figura 63

Material Predominante del Piso de la Edificación en la Llanura del Río

Chotano en Lajas

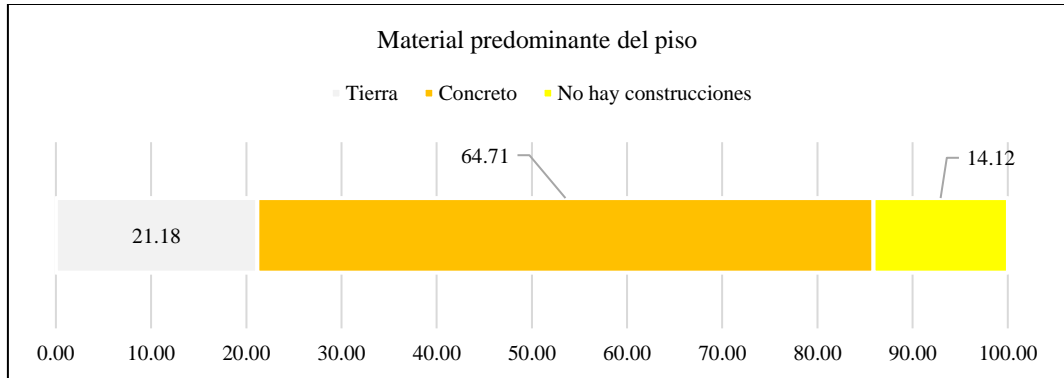


Tabla 46

Material Predominante del Techo de la Edificación en la Llanura del Río

Chotano en Lajas

	Material predominante del techo	N° de lotes	%
c	Calamina	75	44.12
d	Aligerado	71	41.76
NA	No hay construcciones	24	14.12
Total		170	100.00

Figura 64

Material Predominante del Techo de la Edificación en la Llanura del Río

Chotano en Lajas

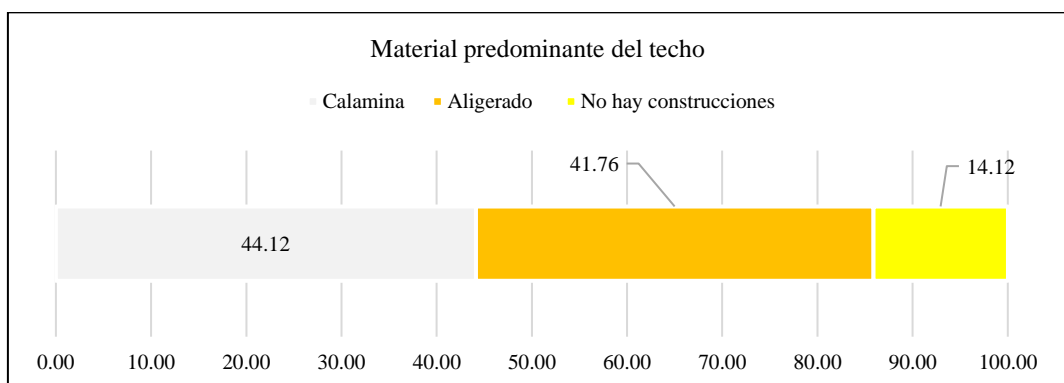
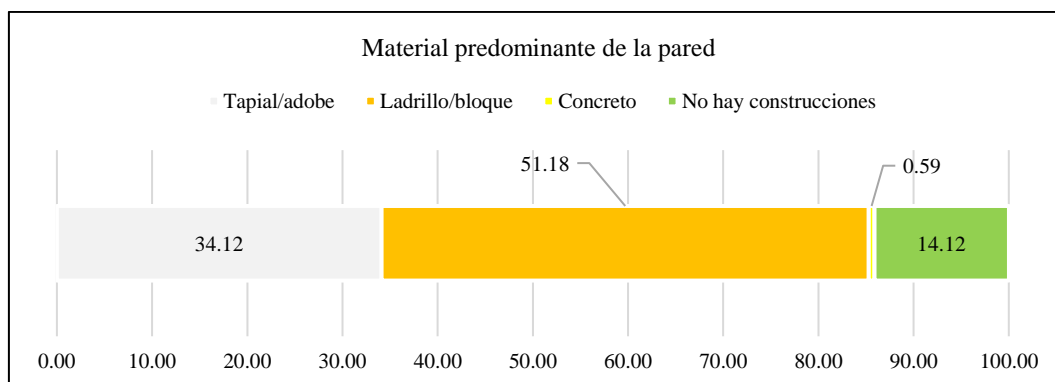


Tabla 47*Material Predominante de la Pared de la Edificación en la Llanura del Río**Chotano en Lajas*

	Material predominante de la pared	N° de lotes	%
b	Tapial/adobe	58	34.12
c	Ladrillo/bloque	87	51.18
d	Concreto	1	0.59
NA	No hay construcciones	24	14.12
Total		170	100.00

Figura 65*Material Predominante de la Pared de la Edificación en la Llanura del Río**Chotano en Lajas***Tabla 48***Número de Pisos de la Edificación en la Llanura del Río Chotano en Lajas*

	N° de pisos de la vivienda	N° de lotes	%
a	1	35	20.59
b	2	91	53.53
c	3	16	9.41
d	4 a más	4	2.35
NA	No hay construcciones	24	14.12
Total		170	100.00

Figura 66

Número de Pisos de la Edificación en la Llanura del Río Chotano en Lajas

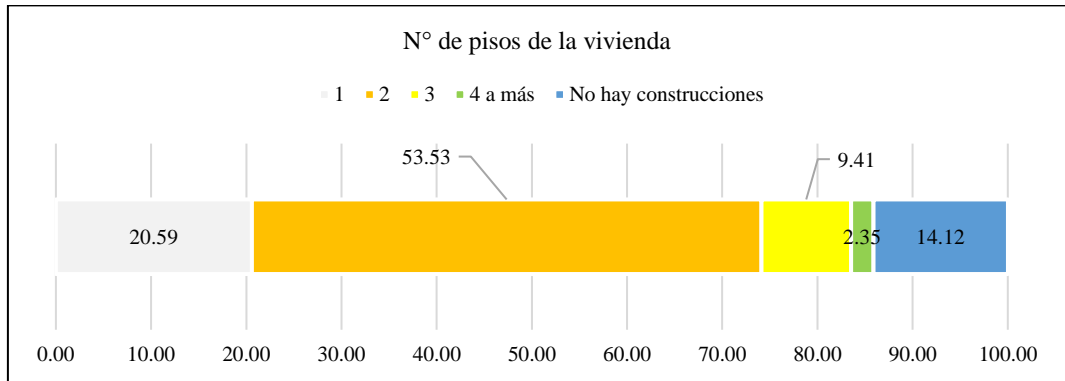


Tabla 49

Tipo de Sistema de Agua Potable del Lote en la Llanura del Río Chotano en

Lajas

Tipo de sistema de agua potable	N° de lotes	%
a Otro tipo de abastecimiento	8	4.71
b Agua de quebrada	6	3.53
c Red pública fuera de la vivienda	154	90.59
d Red pública dentro de la vivienda	2	1.18
Total	170	100.00

Figura 67

Tipo de Sistema de Agua Potable del Lote en la Llanura del Río Chotano en

Lajas

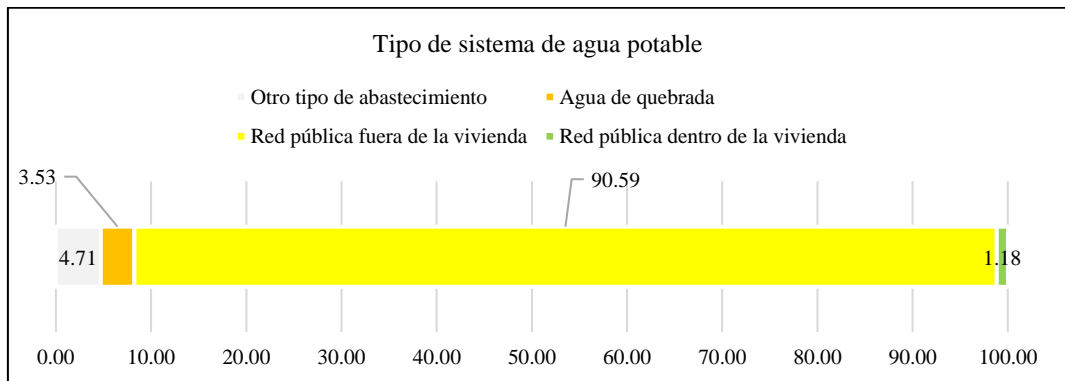
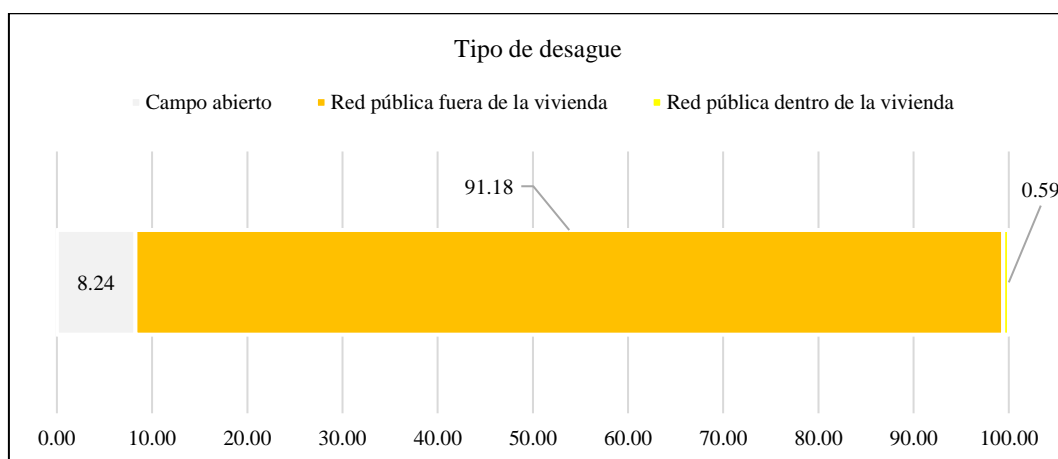


Tabla 50*Tipo de Sistema de Desagüe del Lote en la Llanura del Río Chotano en Lajas*

Tipo de desagüe	N° de lotes	%
a Campo abierto	14	8.24
c Red pública fuera de la vivienda	155	91.18
d Red pública dentro de la vivienda	1	0.59
Total	170	100.00

Figura 68*Tipo de Sistema de Desagüe del Lote en la Llanura del Río Chotano en Lajas***Tabla 51***Tipo de Alumbrado del Lote en la Llanura del Río Chotano en Lajas*

Tipo de alumbrado	N° de lotes	%
a No tiene	24	14.12
d Red pública	146	85.88
Total	170	100.00

Figura 69

Tipo de Alumbrado del Lote en la Llanura del Río Chotano en Lajas

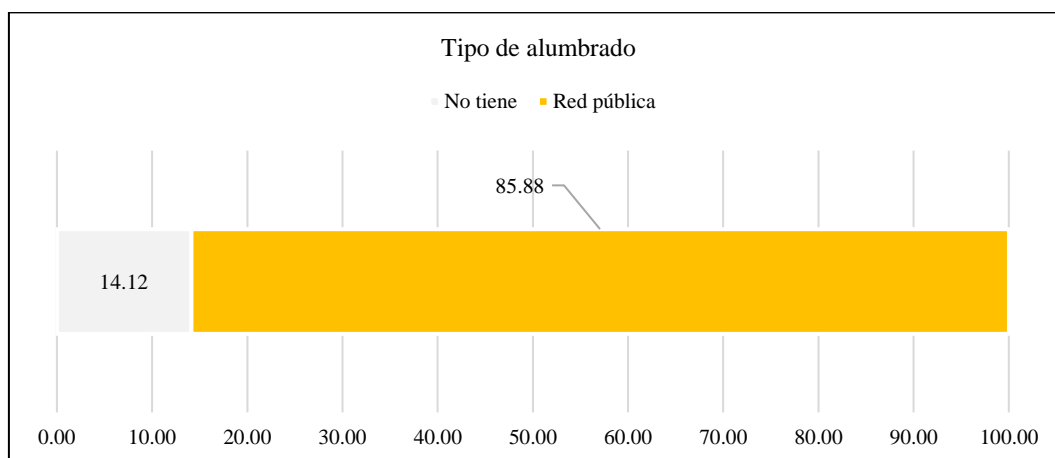


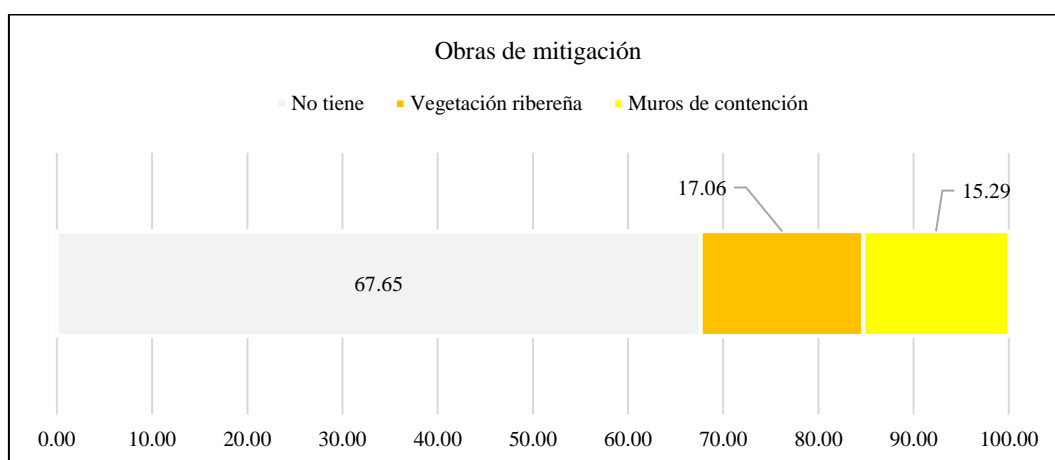
Tabla 52

Tipo de Obras de Protección del Lote en la Llanura del Río Chotano en Lajas

Obras de mitigación	N° de lotes	%
a No tiene	115	67.65
c Vegetación ribereña	29	17.06
d Muros de contención	26	15.29
Total	170	100.00

Figura 70

Tipo de Obras de Protección del Lote en la Llanura del Río Chotano en Lajas



En resumen, la falta de obras de contención, la cercanía al río, la fragilidad de la estructura y los servicios básicos sin protección, hacen que las viviendas en lajas sean altamente vulnerables a las crecidas del río Chotano. El 80% de los lotes tienen vulnerabilidad alta frente a inundaciones, ocupando una superficie de 5.16 ha, así mismo, el 14.71% de los lotes tienen vulnerabilidad media y se encuentran distribuidos dentro de 4.12 ha, mientras que, el 5.29% de los lotes tienen alta vulnerabilidad ocupando tan solo 0.13 ha, debido a que, se trata de pequeñas viviendas de material rústico aledañas a la ribera del río Chotano. Entre las edificaciones con vulnerabilidad alta se encuentran la I.E.S. Anaximandro Vega, la I.E. de nivel primario y el puesto de salud de la ciudad de Lajas, siendo infraestructuras de importancia que, deben prevalecer frente a cualquier abatimiento de la naturaleza. Aparte de los 170 lotes analizados existen terrenos que son netamente utilizados como áreas de plantaciones de árboles o pastizales los cuales presentan una vulnerabilidad baja por su distancia al río y porque se tratan de áreas verdes sin infraestructura urbana que pueda ser afectada por el desborde del río Chotano.

Tabla 53

Vulnerabilidad a Inundación por Desborde del Río Chotano en Lajas





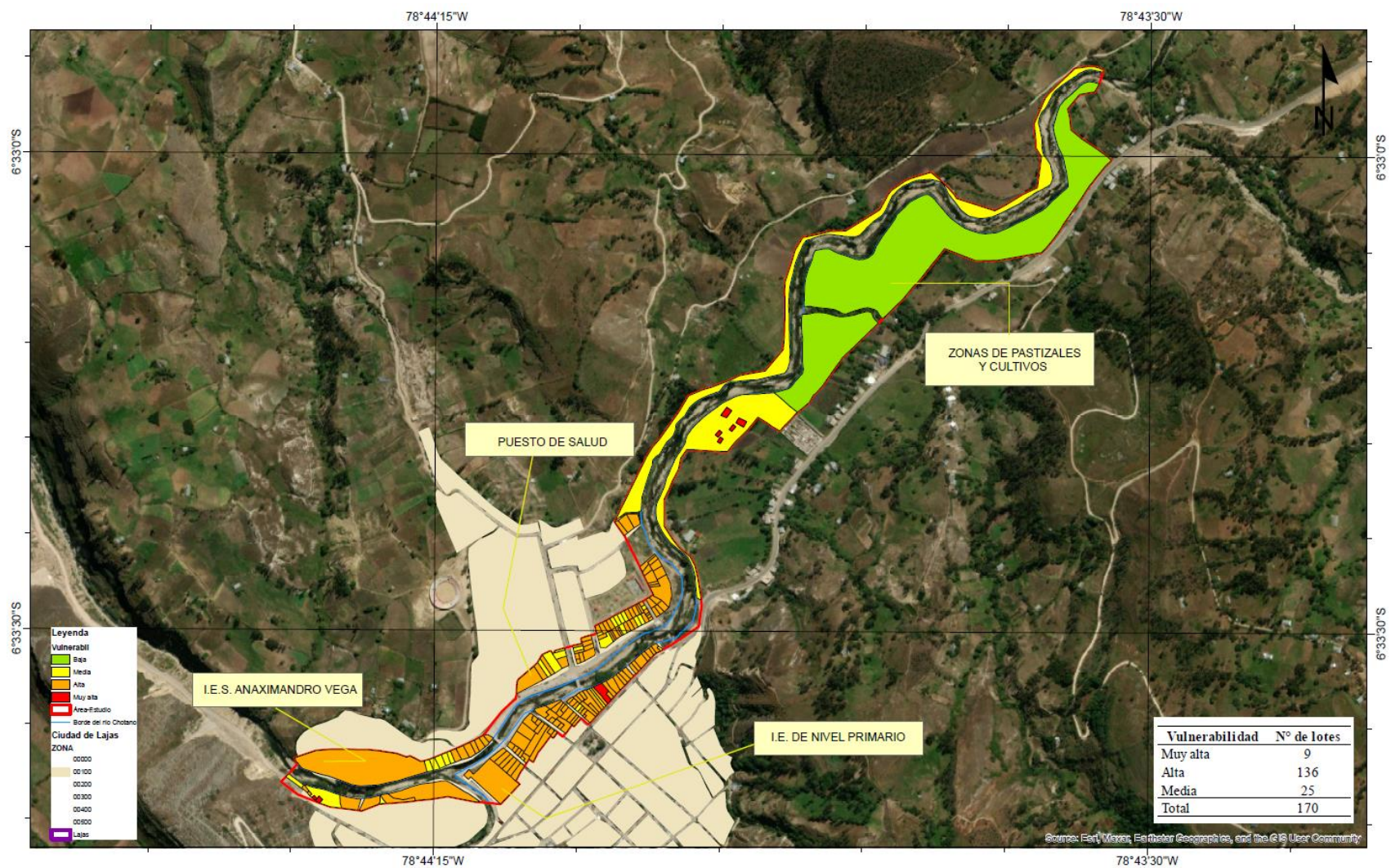
	Vulnerabilidad	N° de lotes	%	Superficie (Ha)
	Muy alta	9	5.29	0.13
	Alta	136	80.00	5.16
	Media	25	14.71	4.12
	Baja	Terrenos de plantaciones		7.59
	Total	170		17.01

Figura 71 Mapa de Vulnerabilidad a Inundación por Desborde del Río Chotano en Lajas



4.1.1.3. Determinación del nivel de riesgo

El riesgo de inundación por desborde del río Chotano en la ciudad de Lajas presenta diferentes niveles. En el 4.68% de las 26.87 hectáreas de la ciudad, se encuentra el riesgo más alto, donde está ubicada la institución educativa de nivel secundario Anaximandro Vega; esto indica que dicha institución se encuentra en una zona propensa a inundaciones y debe tomar medidas de prevención adecuadas. Además, el 28.77% de la superficie de la ciudad presenta un riesgo alto de inundación, principalmente debido a la ubicación en todo el trayecto del río Chotano y algunas viviendas cercanas a este. El 3.60% de las áreas de cultivo próximas al río Chotano en los primeros kilómetros del tramo de estudio presenta un riesgo medio de inundación. Por otro lado, en el 62.95% de la superficie de la ciudad presenta un bajo nivel de riesgo, ya que se trata de viviendas ubicadas en áreas donde no se desborda el río Chotano según el modelamiento realizado. Estas áreas también comprenden zonas de cultivos y pastizales, lo que implica que el riesgo de inundación es mínimo en estas áreas. Finalmente, es fundamental tomar medidas de prevención y planificación adecuadas en las áreas de alto riesgo, como la institución educativa y las viviendas cercanas al río, para reducir los posibles impactos de las inundaciones.

Tabla 54

Riesgo de Inundación por Desborde del Río Chotano en Lajas





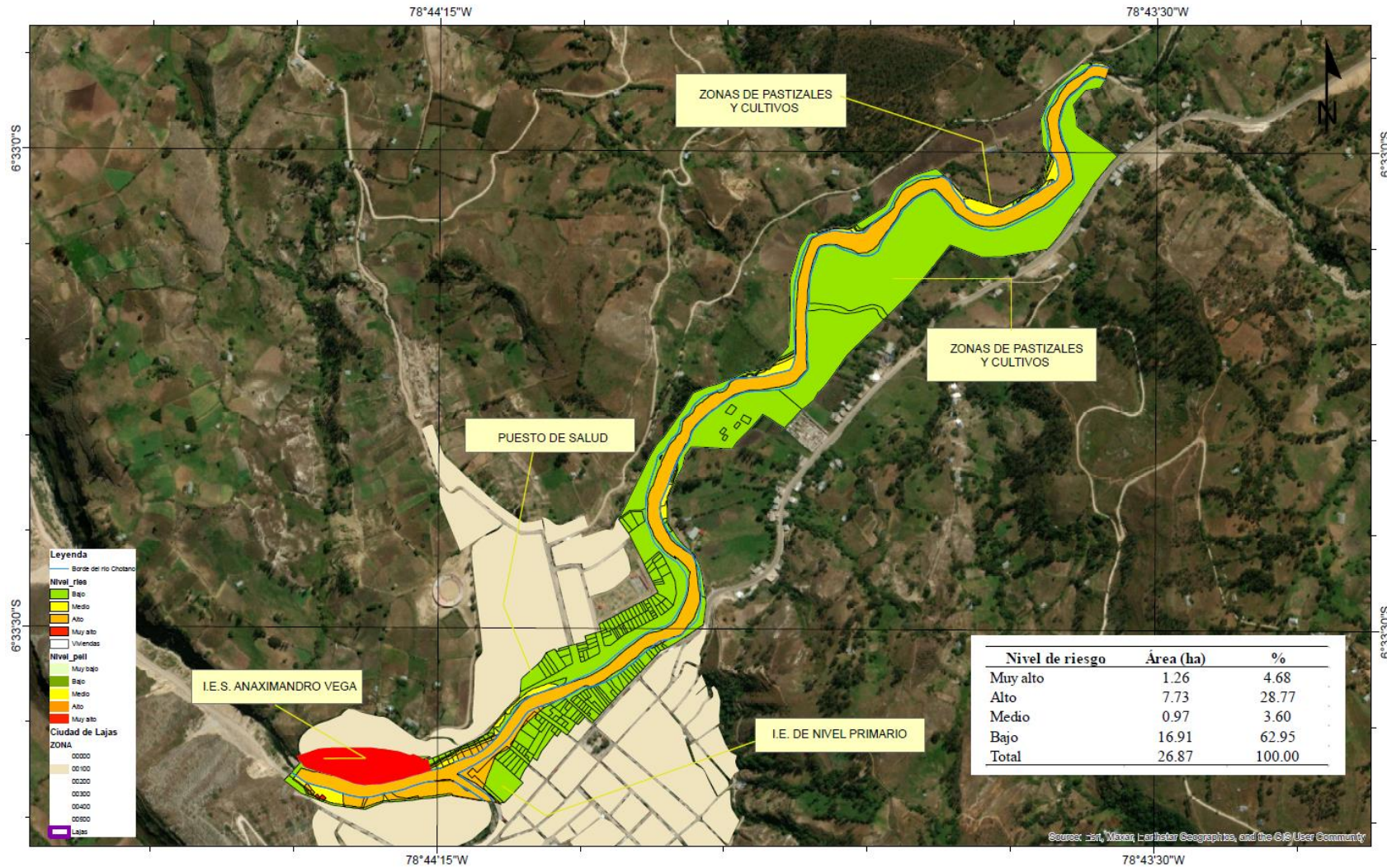
	Nivel de riesgo	Área (ha)	%
	Muy alto	1.26	4.68
	Alto	7.73	28.77
	Medio	0.97	3.60
	Bajo	16.91	62.95
	Total	26.87	100.00

Figura 72 Mapa de Riesgo de Inundación por Desborde del Río Chotano en Lajas



4.1.2. Identificación de propuestas para la contención del desborde del río Chotano

Puntualmente, del análisis del riesgo de inundación se ha identificado que dos son los tramos que tienden a inundarse al desbordarse el río Chotano, los cuales se ubican correspondientemente, del km 0+000 al km 1+600 y del km 2+060 al km 2+648, por ello, se ha detallado con mayor precisión estas secciones de estudio. En la sección km 2+480 a la altura de la I.E.S. Anaximandro Vega el agua se desborda con mayor magnitud, ascendiendo desde el nivel 2136 msnm hasta el 2141 msnm, siendo 5 m el tirante del agua acumulada para Tr de 140 años, por lo que, en este tramo se identificó la necesidad de plantear muros de contención, así mismo, en el tramo no se ha identificado la presencia de sedimentos por lo que, no es necesario plantear descolmatación en el trayecto del km 2+060 al km 2+648. Mientras que, en el km 1+920 a la altura de los muros de contención del Malecón Almirante Grau (sección b) no se presenta desborde del río Chotano, por ende esta zona no se inunda incluso cuando el Tr se eleva a 500 años, siendo así, en el tramo del km 1+600 al km 2+060 no se requiere proponer obras de descolmatación debido a que los muros de contención del área cumplen su función protegiendo a la infraestructura urbana aledaña, no obstante, estos deben pasar por acciones de mantenimiento regularmente para asegurar que continúen cumpliendo su función y no se haya producido socavación, erosión o agradación en su trayecto. En el km 0+500 el incremento del caudal del río Chotano, genera que, este se desborde afectando a cultivos y pastizales, pero con un tirante de apenas 20 cm, por lo que considerando que en el área hay presencia de sedimentos observados desde el km 0+000 al km 1+600 (ubicados a las afueras de la ciudad de Lajas) en la inspección de campo, en este tramo es pertinente realizar descolmatación de la ribera del cauce, siendo esta la propuesta de contención.

Tabla 55

Áreas de Inundación del Río Chotano, Sector La Retama – I.E.S. Anaximandro Vega en Lajas

Tr (años)	Áreas de inundación (ha)		Total (ha)
	Km 0+000 al Km 1+600	Km 2+060 a Km 2+648	
10	0.28	2.14	2.42
50	0.44	2.43	2.88
100	0.62	2.47	3.09
140	0.63	2.52	3.15
500	0.70	2.67	3.37
Propuesta de contención	Descolmatación	Muro de contención	

Figura 73

Sección km 2+480 del Río Chotano, Sector La Retama – I.E.S. Anaximandro Vega en Lajas

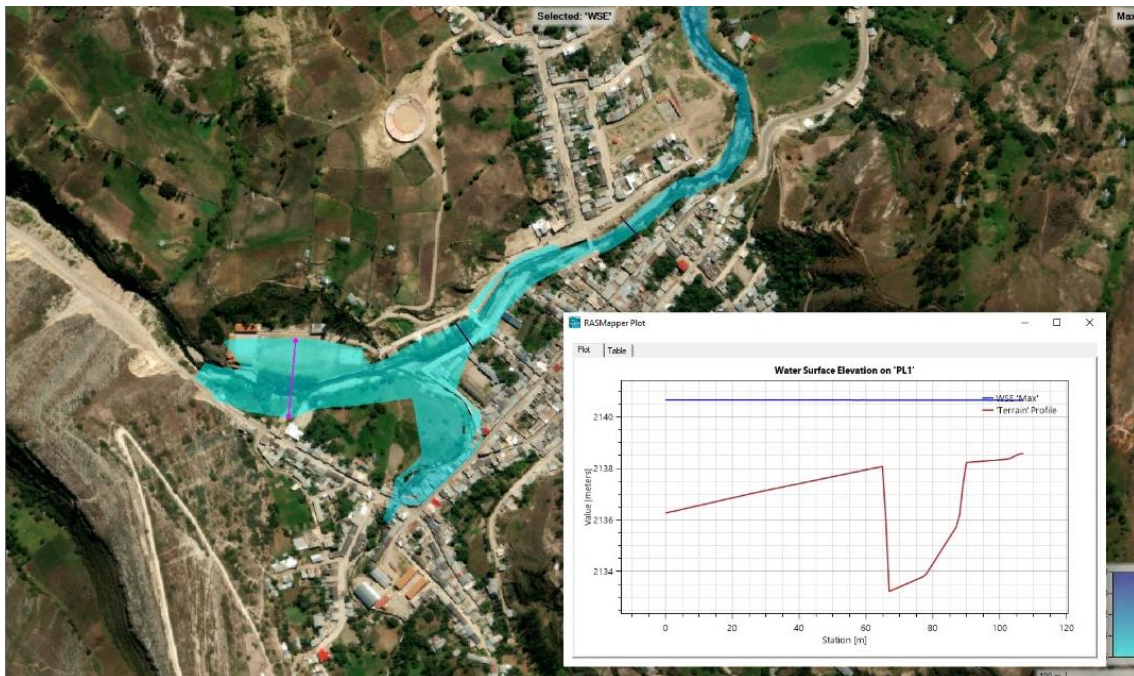


Figura 74

Sección km 1+920 del Río Chotano, Sector La Retama – I.E.S. Anaximandro Vega en Lajas

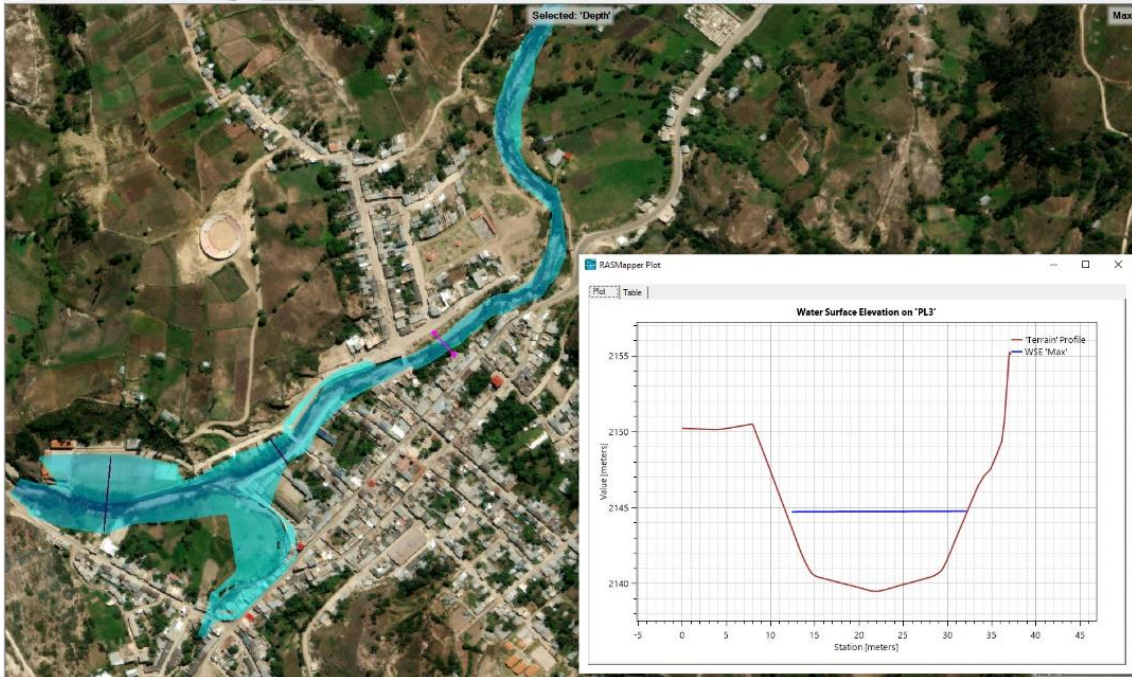


Figura 75

Sección km 0+500 del Río Chotano, Sector La Retama – I.E.S. Anaximandro Vega en Lajas

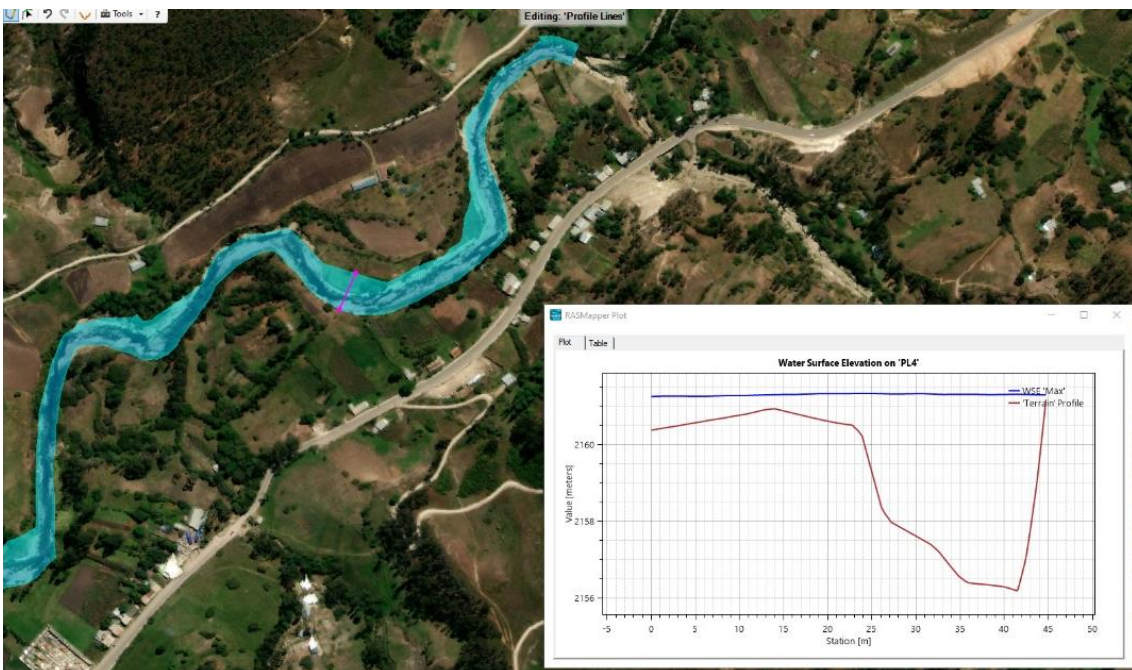
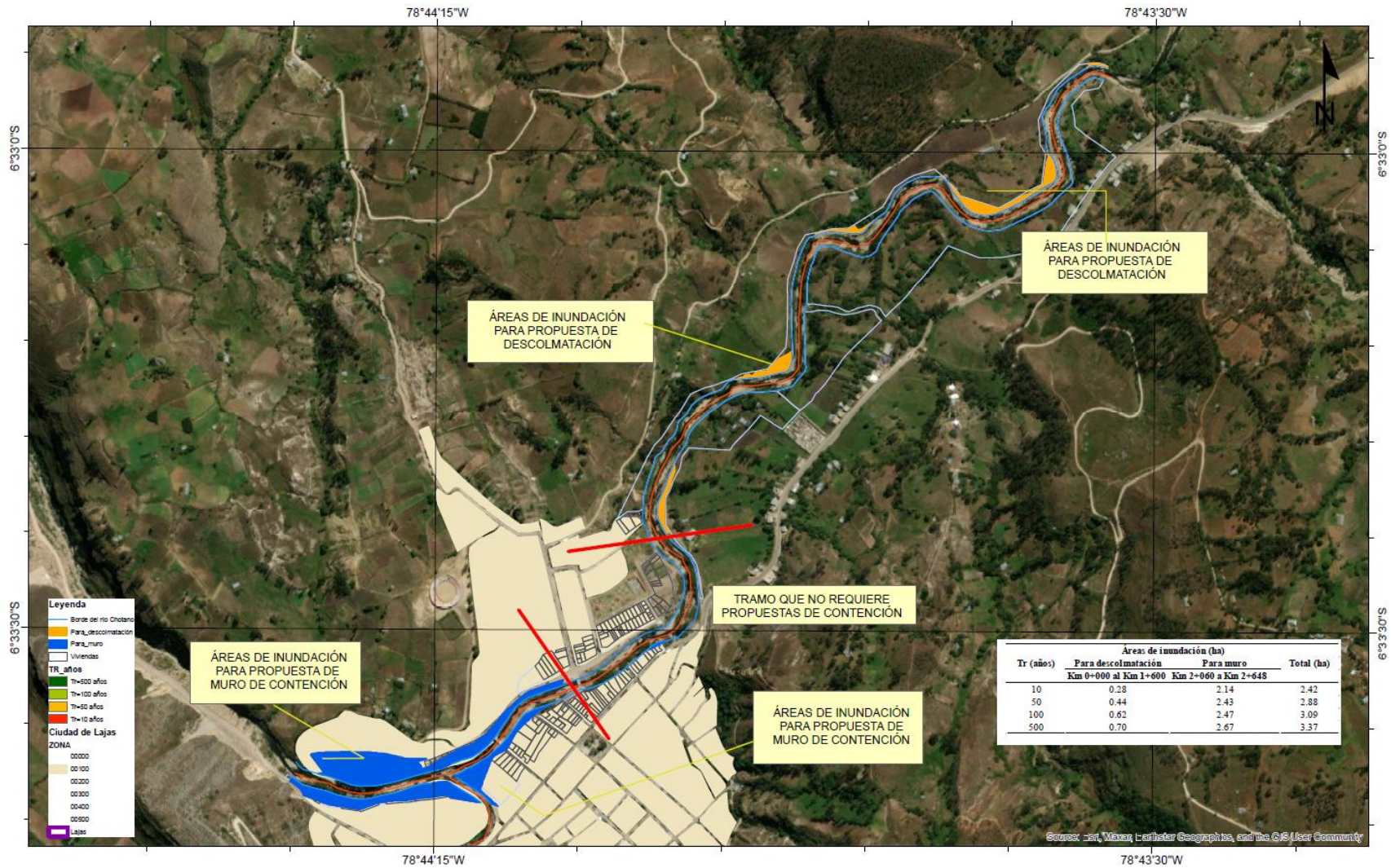


Figura 76 Áreas de Inundación del Río Chotano, Sector La Retama – I.E.S. Anaximandro Vega en Lajas



4.1.3. Eficiencia de la descolmatación del río Chotano en Lajas

4.1.3.1. Descripción de los tramos y profundidad de descolmatación

En el tramo dos, donde el riesgo de inundación es medio y ocupa el 3.60% de área inundada con un tirante de agua desbordada de tan solo 20 cm, la descolmatación del río es efectiva; al limpiar el río de sedimentos y obstrucciones, se permitiría un mayor flujo de agua y se reduciría la posibilidad de que el río se desborde en esta área con menor capacidad de riesgo. En el recorrido del km 0+000 al km 1+600 se han identificado cuatro zonas específicas del río con sedimentos granulares y piedras acumuladas que generan el remanso del agua, coincidiendo con los tramos donde se muestran áreas de inundación, por ello se propone la limpieza del cauce del km 0+200 a km 0+580 (tramo 1) en una profundidad de 0.20 m (20 cm), km 0+700 a km 0+900 (tramo 2) en una profundidad de 0.50 m (50 cm), km 1+060 a km 1+280 (tramo 3) en una profundidad de 0.50 m (50 cm) y km 1+440 a km 1+600 (tramo 4) en una profundidad de 0.10 m (10 cm), tal como, se puede observar en las secciones transversales.

Tabla 56

Superficies de Inundación en Cada Tramo de Descolmatación del Río Chotano en Lajas

Tr (años)	Áreas de inundación (ha) por Km				Total (ha)
	0+200 - 0+580	0+700 - 0+900	1+060-1+280	1+440 - 1+600	
10	0.10	0.03	0.11	0.04	0.28
50	0.15	0.06	0.15	0.08	0.44
100	0.32	0.05	0.15	0.10	0.62
140	0.32	0.06	0.15	0.10	0.63
500	0.34	0.07	0.17	0.12	0.70

Figura 77

Sección del Tramo 1, para Identificar Profundidad de Descolmatación en Base a la Altura de Agua Desbordada

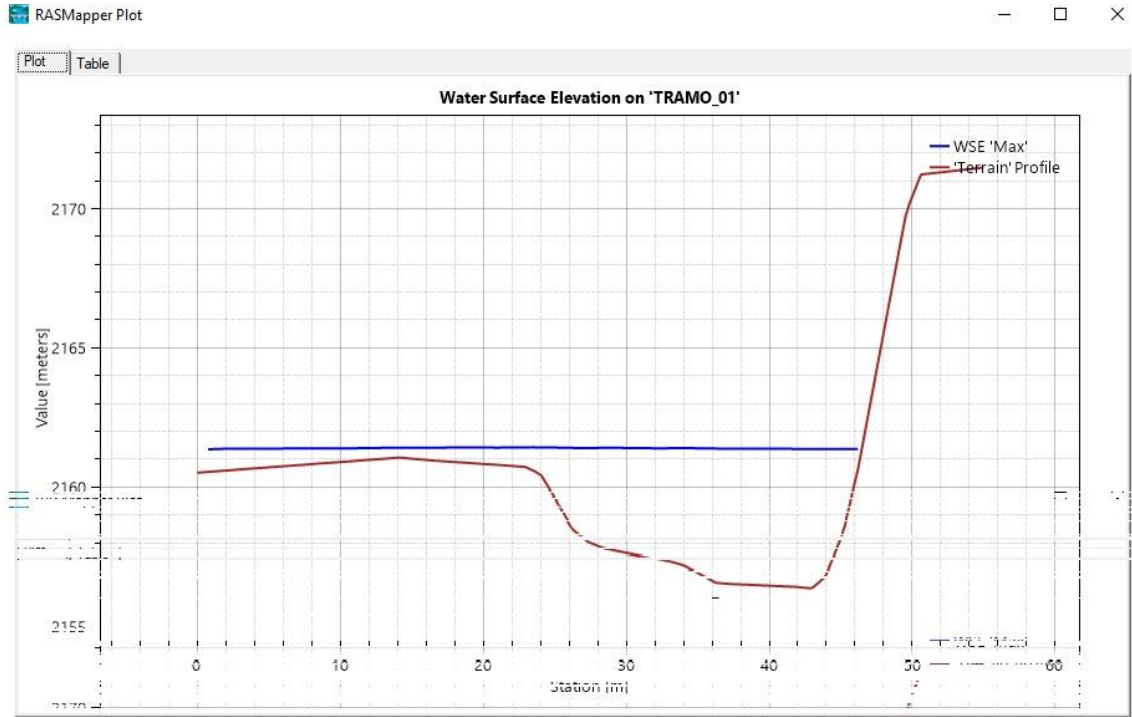


Figura 78

Sección del Tramo 1, para Identificar Profundidad de Descolmatación en Base a la Altura de Agua Desbordada

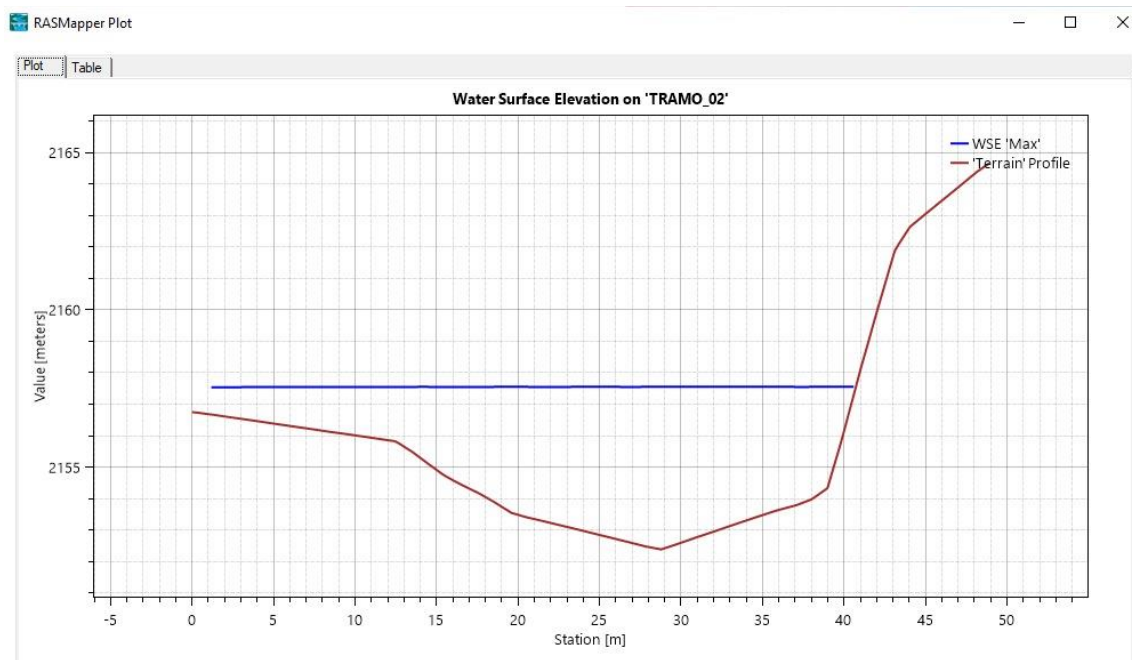
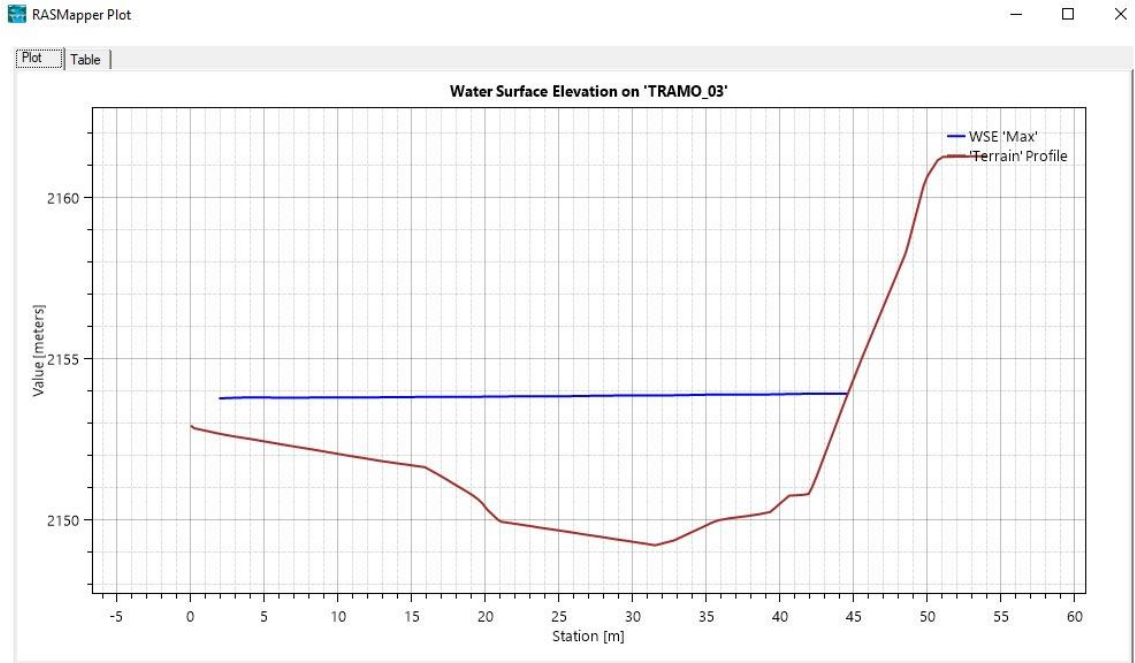


Figura 79

Sección del Tramo 1, para Identificar Profundidad de Descolmatación en Base a la Altura de Agua Desbordada



Sección del Tramo 1, para Identificar Profundidad de Descolmatación en Base a la Altura de Agua Desbordada

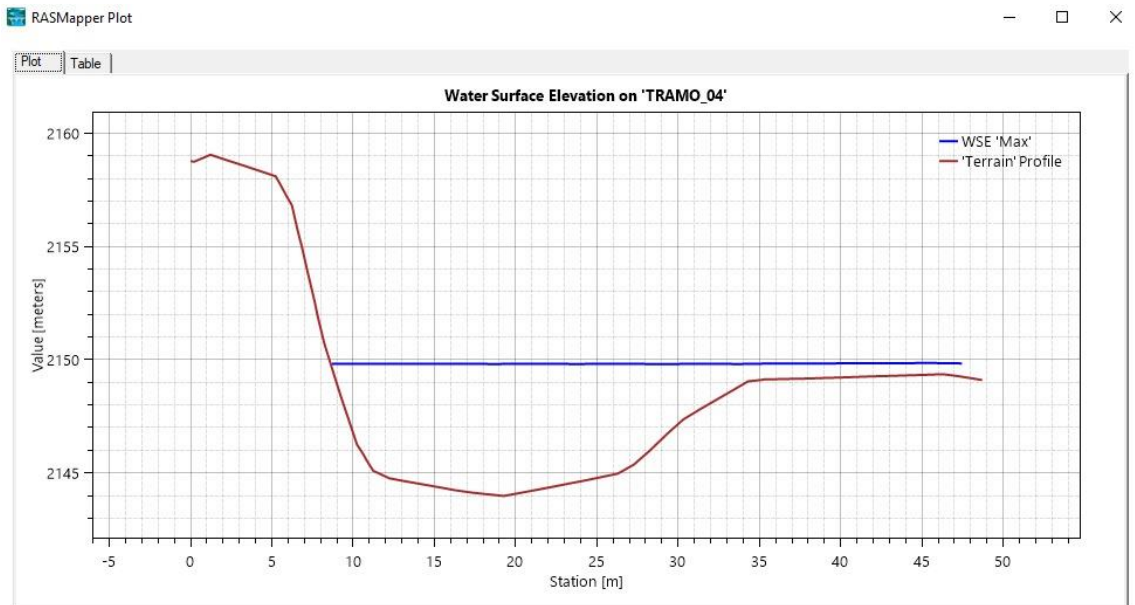
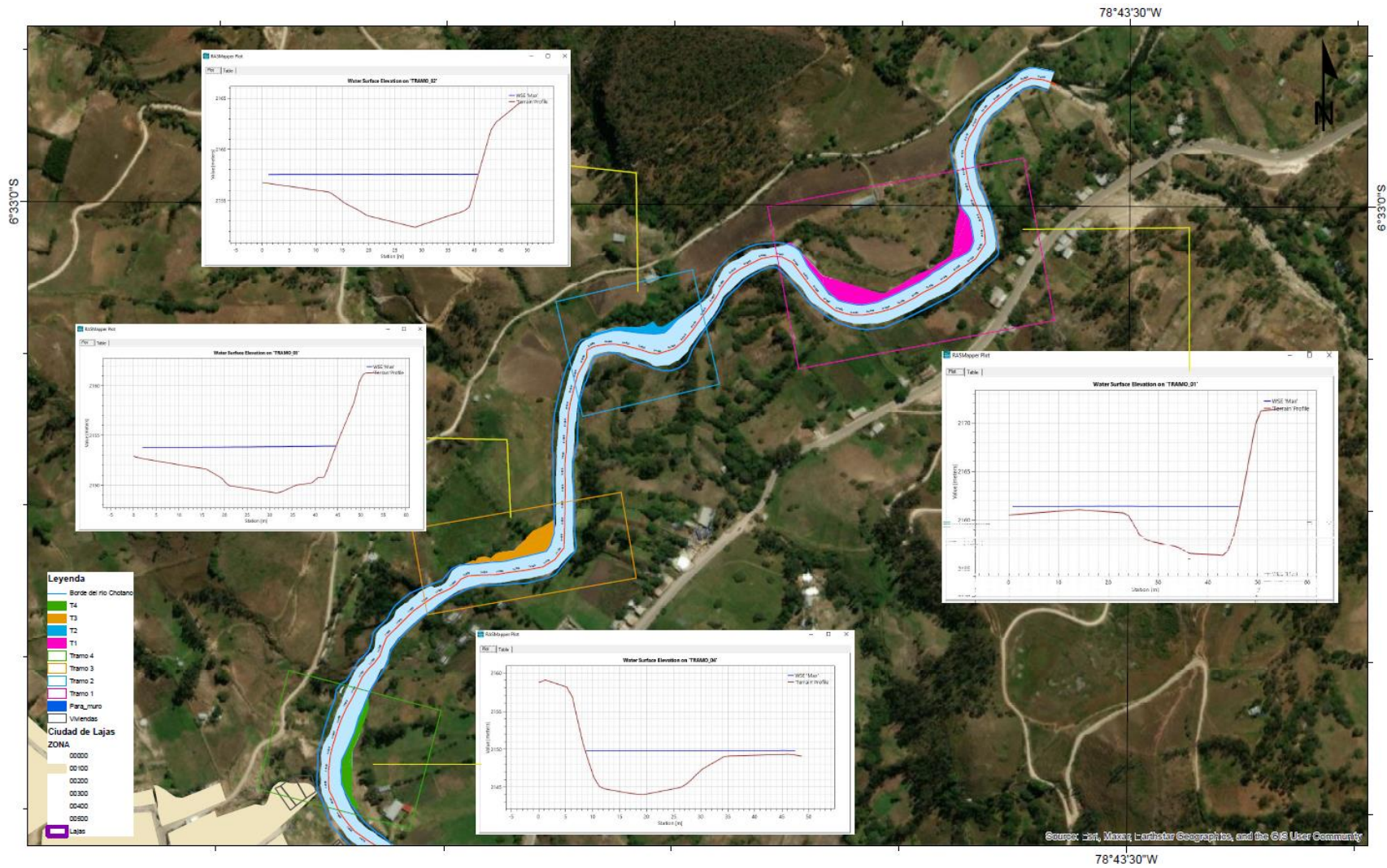


Figura 80 Tramos de Descolmatación en el Río Chotano, del Km 0+000 al Km 1+600, Lajas



4.1.3.2.Frecuencia de descolmatación

La frecuencia de descolmatación de un río depende de diversos factores, como el tipo de río, su caudal, sedimentación natural, entre otros. Sin embargo, como referencia general, se suele recomendar realizar la descolmatación de un río cada 2 a 5 años (Araujo y Perez, 2019). Esto puede variar según la ubicación geográfica y las condiciones específicas del río en cuestión. Además, en caso de eventos climáticos extremos o grandes crecidas, puede ser necesario realizar la descolmatación de forma más frecuente. Por lo que, para calcular numéricamente el periodo para descolmar el río Chotano, se deben considerar varios factores descritos por Huamán (2016):

Volumen de sedimentos acumulados: Es necesario conocer la cantidad de sedimentos que se van acumulando en el río a lo largo del tiempo. Esto se puede hacer midiendo la cantidad de sedimentos que se extraen durante una descolmatación y dividiéndola por el tiempo transcurrido desde la última descolmatación.

Capacidad de transporte del río: Cada río tiene una capacidad de transporte de sedimentos, es decir, la cantidad máxima de sedimentos que puede transportar sin sufrir problemas de acumulación. Esta capacidad depende de la pendiente del río, su velocidad, y la capacidad de carga de los sedimentos. Se puede calcular esta capacidad utilizando ecuaciones hidráulicas específicas del río en cuestión.

Deseo de mantener las condiciones actuales del río: Dependiendo de la importancia del río y de los usos que se le dé (navegación, abastecimiento de agua potable, conservación del ecosistema, etc.), se puede establecer un nivel mínimo de acumulación de sedimentos aceptable. Si se desea mantener este nivel, se puede

calcular cuánto tiempo tarda el río en acumular la cantidad necesaria de sedimentos para alcanzar ese nivel.

Una vez que se tienen estos datos, se puede calcular la frecuencia necesaria de descolmatación utilizando la siguiente fórmula:

$$Frecuencia = \frac{Capacidad\ de\ transporte\ del\ río}{Volumen\ de\ sedimentos\ acumulados} \quad (55)$$

Donde, el volumen de sedimentos acumulados se ha determinado en base a la extensión en m³ del tramo donde se observaron restos de sedimentos de limo, arena, gravas y guijarros en otras palabras se ha multiplicado el espesor de sedimento por el largo y ancho en el que se ha observado, mientras que, la capacidad de transporte del río, representa el caudal de paso del río.

En el cauce los sedimentos identificados ocupan un volumen de 380 m³, 500 m³, 550 m³ y 80 m³ respectivamente, a pesar que en el 2022 se realizaron procesos de descolmatación a causa de la inundación de la ciudad de Lajas por desborde del río Chotano y Jalqueño, según reporte de la Municipalidad Distrital de Lajas.

Tabla 57

Parámetros de Descolmatación del Km 0+000 al Km 1+600 del Río Chotano, Lajas

Parámetros de descolmatación	Tramos que requieren descolmatación			
	0+200 - 0+580	0+700 - 0+900	1+060- 1+280	1+440 - 1+600
Volumen de sedimentos (m ³ /año)	380.00	500.00	550.00	80.00
Caudal Tr 140 años (m ³) del río Chotano	715.8	715.80	715.80	715.80
Frecuencia de descolmatación (años)	1.88	1.43	1.30	8.95

La frecuencia de descolmatación en el río Chotano será de 1 ½ año, es decir cada año deben realizarse tareas de limpieza en el cauce del río para evitar problemas de inundación por desborde del cauce aguas arriba del Km 0+000 al Km 1+600.

4.1.3.3. Análisis hidráulico de la descolmatación en el control de la inundación

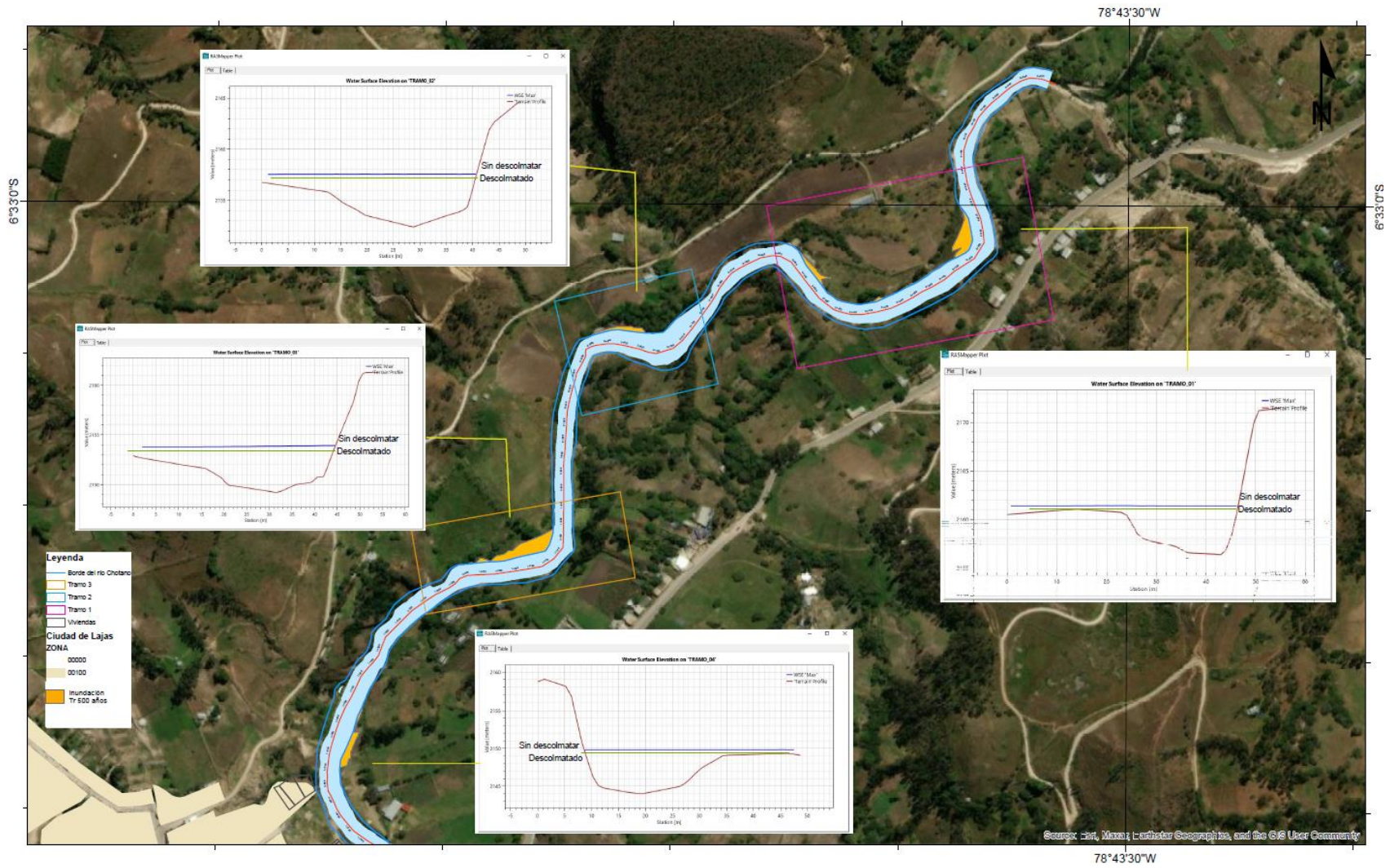
Para analizar la eficiencia de la descolmatación en el modelo se ha simulado la geometría del cauce descolmatado es decir en los cuatro tramos identificados se ha cambiado la morfología del cauce, simulando la extracción de los sedimentos acopiados en puntos específicos registrados durante el levantamiento topográfico. Con ello, se ha logrado determinar que, la descolmatación de dichos tramos reduce el área inundada hasta el 100% para tiempos de retorno de 10 y 50, 90.4% para Tr de 100 años, 71.5% para Tr de 140 años y 51.3% para Tr de 500 años, por tanto, es eficiente en la contención de inundaciones en el tramo de km 0+000 a km 1+600 del río Chotano, del sector La Retama al Puente Colgante de Lajas, no obstante, la descolmatación debe realizarse cada 1 ½ año, primordialmente en las cuatro secciones críticas identificadas a fin de garantizar la efectividad de este método de contención en el control de inundaciones fluviales por desborde del río Chotano en Lajas.

Tabla 58

Comparación de las Áreas de Inundación con y sin Descolmatación del Río Chotano en Lajas

Tr (años)	Áreas de inundación		Eficiencia (%)
	Sin descolmatación	Con descolmatación	
10	0.28	0.00	100.00
50	0.44	0.00	100.00
100	0.62	0.06	90.39
140	0.63	0.18	71.50
500	0.70	0.34	51.26

Figura 81 Inundación Después de la Descolmatación del Río Chotano, del Km 0+000 al Km 1+600, Lajas, para Tr 500 años



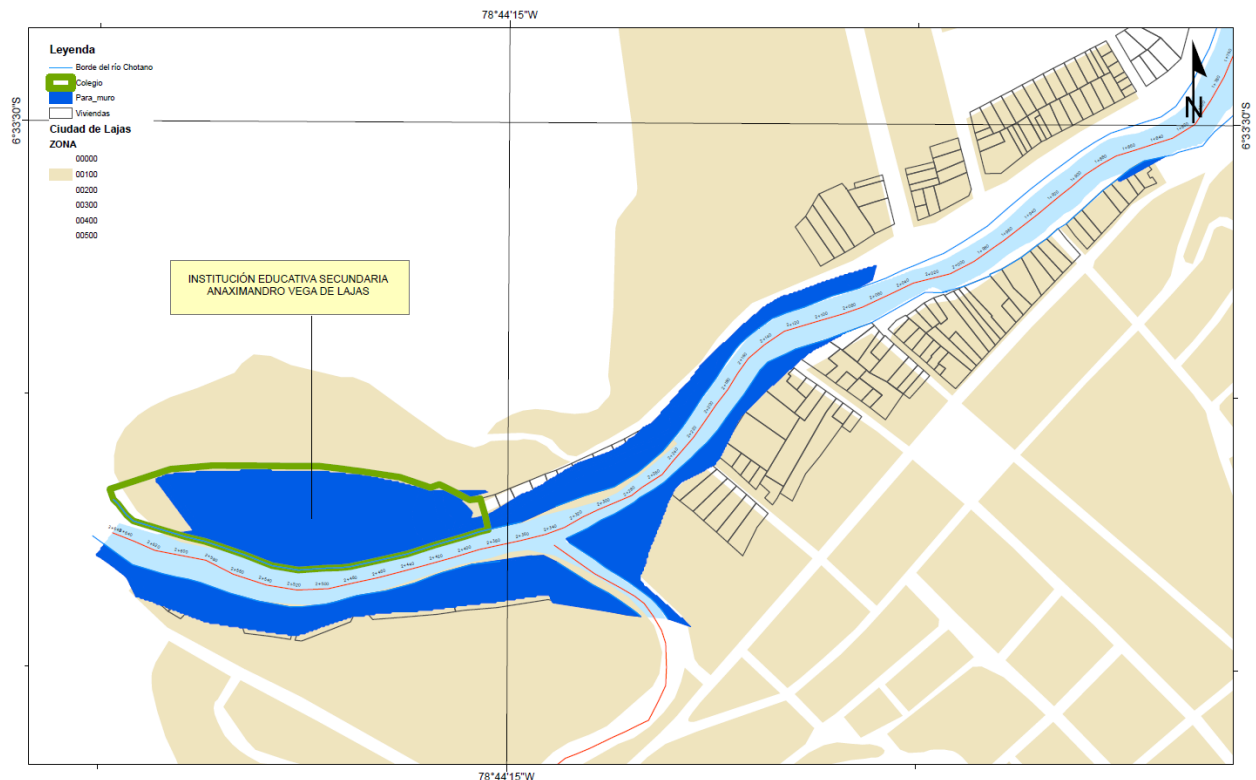
4.1.4. Eficiencia de la propuesta estructural (muros de contención)

4.1.4.1. Ubicación de los muros de contención

El muro de contención se debe ubicar en aquellas zonas de inundación en las que no se pueda aplicar descolmatación del río o este sea insuficiente para contener la inundación fluvial, por ello, se ha considerado pertinente la construcción de muros de contención en el tramo km 2+060 al km 2+648, mismo que corresponde principalmente a la zona de emplazamiento de la I.E.S. Anaximandro Vega de la ciudad de Lajas, la cual recurrentemente (INDECI, 2009, Enlace Nacional, 2010 MVCS, 2017, ANA, 2018, Machuca, 2022) se ve afectada por eventos meteorológicos que terminan causando la inundación de sus instalaciones.

Figura 82

Ubicación del Muro de Contención



4.1.4.2. Elección del tipo de muro de contención

La elección del tipo de muro de contención dependerá del nivel del agua desbordada en un río y la velocidad del agua que pasa por el cauce, siendo así, se debe determinar en primera instancia el tiempo de retorno de diseño, este se elige en base al riesgo admisible y la vida útil del muro de contención, por lo que, para defensas ribereñas según el MTC (2018), siendo 140 años, para ese T_r la altura del nivel de agua supera los 5 m por lo que, según recomienda Pizarro (2014) se deben colocar muros en T o en voladizo debido a que estos muros proporcionan estabilidad y resistencia frente a grandes presiones hidrostáticas para alturas superiores a 5 m, estos muros son capaces de controlar y direccionar el flujo del agua de manera eficiente, así mismo, pueden ser diseñados con características específicas, como aliviaderos o compuertas, para regular el flujo y prevenir desbordamientos; además, los muros de contención tipo pantalla o en T pueden ser diseñados y construidos para adaptarse a las condiciones específicas del terreno y las limitaciones del espacio urbano, esto permite maximizar la efectividad y la eficiencia de la estructura.

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T_r}\right)^n \quad (56)$$

$$0.25 = 1 - \left(1 - \frac{1}{T_r}\right)^{40} \quad (57)$$

$$T_r = 140 \text{ años} \quad (58)$$

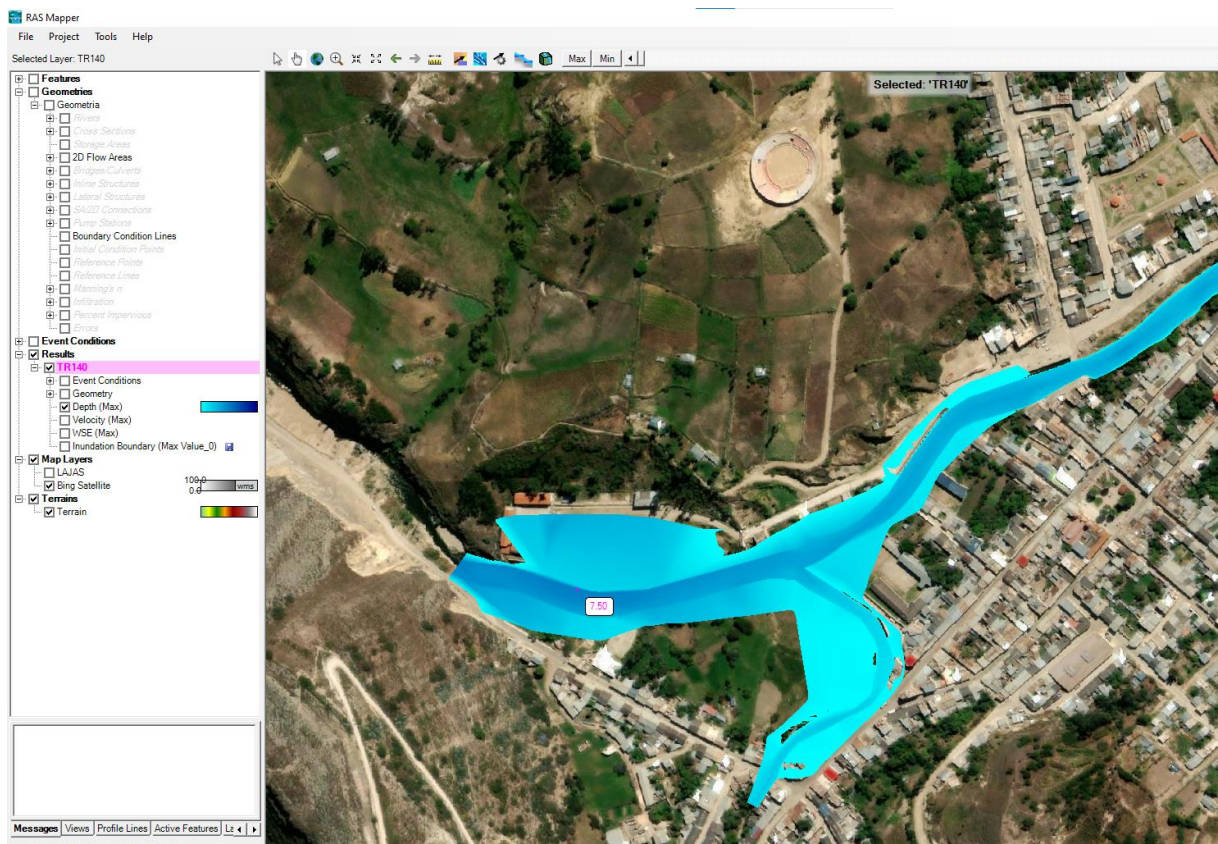
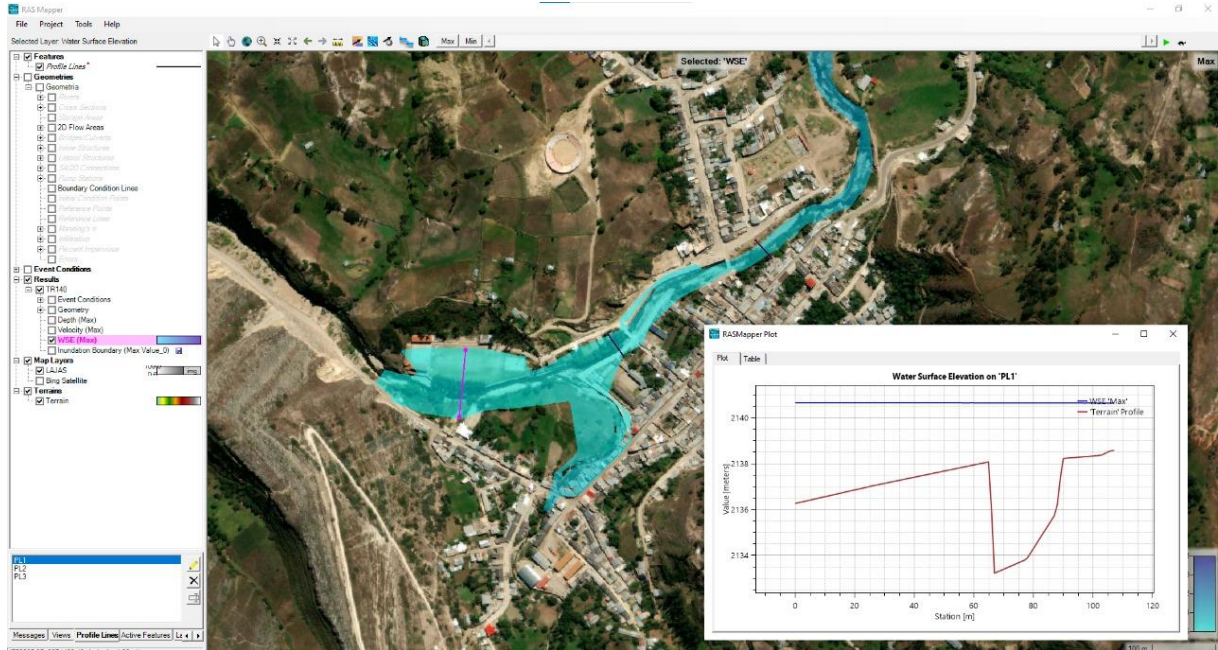
Donde: R riesgo o falla, T_r periodo de retorno, n = vida útil del proyecto.

Por tanto, en la sección de km 2+060 a km 2+648 se ha optado por diseñar estructural, geotécnica e hidrológicamente un muro de contención en voladizo para contener la inundación por desborde del río Chotano en la ciudad de Lajas, para un T_r de diseño de 140 años.

Figura 83

Tirante Máximo (7.50 m) del Agua Desborda del Río Chotano en el Tramo de Km

2+060 a Km 2+648, Lajas



4.1.4.3. Diseño del muro en voladizo (muro en T)

El muro en voladizo se diseña estructural, hidrológica y geotécnicamente, dándole mayor énfasis a la parte hidráulica debido a que se trata de contener la inundación producto del desborde del río Chotano en el tramo de km 2+060 a km 2+648. Para diseñar el muro se tiene que contar con datos básicos como la altura de inundación vista desde el modelo hidráulico para un Tr de 140 años, siendo 5 m; el tipo de terreno, determinado a partir del estudio de mecánica de suelos verificando que, se trata de suelo arcilloso con capacidad portante menor a 1 kg/cm², por lo que, se ha propuesto su mejoramiento transversal con material granular y over llegando a obtener una capacidad portante de 2.20 kg/cm² (el material transversal es un suelo de relleno que se coloca luego de haber excavado en el suelo natural para la construcción de la cimentación, en el caso del estudio se ha considerado pertinente colocar material granular (base tratada) de la cantera Chuyabamba, cuyas propiedades físico mecánicas fueron estudiadas por Tamay (2022)); también se deben establecer los materiales de construcción siendo concreto armado f'c 210 kg/cm². Con la información previa se pre dimensiona el muro en voladizo que, en este caso tiene una altura de 8 m, y luego se procede a verificar su estabilidad por medio del análisis de volteo, deslizamiento y capacidad portante, las cuales cumple en su totalidad (para detalles del diseño ver anexo).

Tabla 59

Datos Hidrológicos para Diseño del Muro en Voladizo

Datos Hidrológicos	
Tiempo de retorno en años (Tr)	140
Caudal máximo en m ³ /s	937.60
Velocidad del agua (m/s)	
Altura de inundación (m)	5

Tabla 60

Datos de Mecánica de Suelos para Diseño del Muro en Voladizo

Suelo	Cohesión (kg/cm2)	Ángulo de fricción (°)	Capacidad portante (kg/cm2)
Natural	0.19	12.73	0.73
Mejorado	0.05	32.01	2.43

Figura 84

Datos para Diseño del Muro en Voladizo

$\gamma_s := 2.00 \frac{\text{tonnef}}{m^3}$	Peso específico material de relleno	$\gamma_c := 2.50 \frac{\text{tonnef}}{m^3}$	Peso específico material de muro de contención
$\phi := 32 \text{ deg}$	Angulo de fricción interna material de relleno		
$\mu := 0.60$	Coefficiente de fricción zapata – suelo de fundación		
$\sigma_t := 2.50 \frac{\text{kgf}}{cm^2}$	Capacidad portante del suelo de fundación		

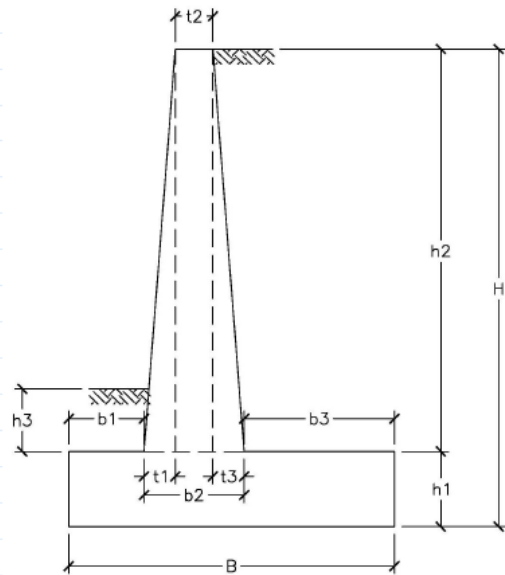
1.2. Geometría de Muro

$H := 10.0 \text{ m}$	$b_1 := 1.50 \text{ m}$	$b_3 := 4.50 \text{ m}$
$t_1 := 0.50 \text{ m}$	$t_2 := 0.50 \text{ m}$	$t_3 := 0.0 \text{ m}$
$h_1 := 1.0 \text{ m}$	$h_3 := 0.50 \text{ m}$	$W := 1.00 \text{ m}$
$b_2 := t_1 + t_2 + t_3 = 1 \text{ m}$	$h_{sk} := 0.45 \text{ m}$	
$h_2 := H - h_1 = 9 \text{ m}$		
$B := b_1 + b_2 + b_3 = 7 \text{ m}$		
$\frac{B}{H} = 0.7$		

1.3. Cargas

$q_{sc} := 1.20 \frac{\text{tonnef}}{m^2}$	Sobre carga sobre relleno de muro	$PGA := 0.25$	Coefficiente de aceleración del terreno
$p_{barrera} := 0.60 \frac{\text{tonnef}}{m}$	Peso barrera de concreto por metro	$F_{pga} := 1.20$	Factor de sitio

1.4. Parámetros Sísmicos



Así mismo, por el método de Lischtvan Lebediev se ha analizado la socavación del río verificando que, esta es 1.79 m, por lo que el nivel de desplante de la zapata propuesto es de 2.00 m, y finalmente se realizó el análisis de estabilidad del muro en voladizo verificando que este cumple (ver anexo del diseño del muro).

Figura 85 Predimensionamiento del Muro en Voladizo

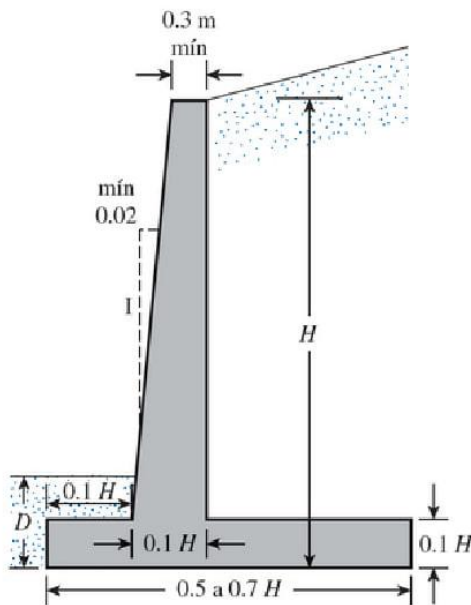


Figura 2. Dimensiones aproximadas para muros en voladizo

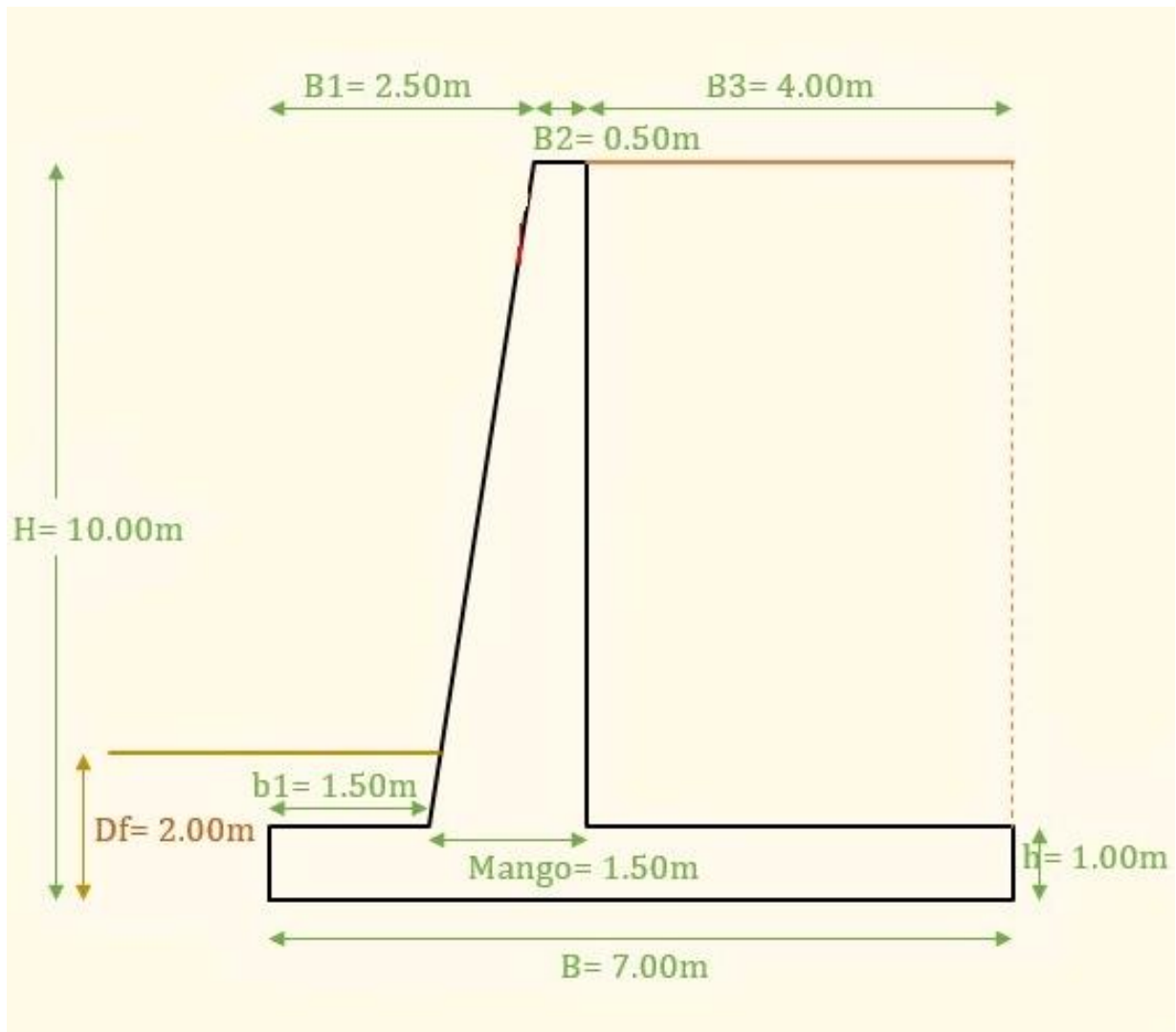
Tirante de agua	h	=	7.5	m
Borde libre	B	=	0.5	m
Superior	e	=	0.5	m
Altura	h	=	10	m
Base	0.5xh	=	5	
	a	=	7	m
	0.7xh	=	7	
Punta	0.1xh	=	1.5	asume
			2.5	m
P inferior	0.1xh	=	1	
Talón		=	4.5	m
Zapata	0.1xh	=	1	m
Socavación	DF	=	2	

Tabla 61 Verificación de Estabilidad del Muro en Voladizo

Parámetro de verificación	Criterio	Valor obtenido	Verificación
Volteo	Mayor a 2.00	3.996	Cumple
Deslizamiento	Mayor a 1.50	2.221	Cumple
Capacidad portante	$\sigma(B) \leq \sigma_t$	1.236 ≤ 2.232	Cumple
Estabilidad AASHTO-LRFD	$Rn \geq Eh$	68.297 ≥ 60.82 tonf	Cumple
Excentricidad	$B/4 \geq Er$	1.75 ≥ 0.969 m	Cumple
De carga	$qn \geq \sigma_{m\acute{a}x}$	3.375 ≥ 2.696 tonf	Cumple
Verificación de estabilidad sísmica	$E_{EA} \geq Ea$	40.252 ≥ 30.73 tonf	Cumple

Figura 86

Dimensiones del Muro en Voladizo (Diseño Final)



4.1.4.4. Análisis hidráulico del muro en voladizo en el control de la inundación

El muro diseñado es modelado hidráulicamente en el trayecto de km 2+060 al km 2+648 para verificar si con esta propuesta se logra contener la inundación fluvial por desborde del río Chotano para un Tr de 140 años, corroborando que, la superficie ya no se ve inundada al colocar los muros de contención en voladizo, razón por la que, se considera a esta una propuesta eficiente reduciendo la superficie inundada en 90.08%, así mismo, cabe recalcar que el 10% que aún

permanecen como zonas de desborde corresponde a zonas aguas arriba ubicadas continuas al puente local donde el agua se desborda al sobrepasar el nivel del puente, más la institución educativa secundaria Anaximandro Vega, con la propuesta del muro de contención ya no se vería afectada por el desborde del río Chotano para tiempos de retorno de 10, 50, 100 y 140 años, asegurando así, la protección de los alumnos y la infraestructura urbana.

Tabla 62

Comparación de las Áreas de Inundación con y sin Muros de Contención del Río Chotano en Lajas

Tr (años)	Áreas de inundación		Eficiencia (%)
	Sin muro en voladizo	Con muro en voladizo	
10	2.14	0.00	100.00
50	2.43	0.00	100.00
100	2.47	0.00	100.00
140	2.52	0.25	90.08
500	2.67	0.52	80.52

Figura 87 Inundación Después de la Descolmatación del Río Chotano, del Km 2+060 al Km 2+648, Lajas, para Tr 500 años



Sin muros de contención



Con muros de contención

4.2. Contrastación de hipótesis

El análisis estadístico se ha realizado en el programa Minitab 22, para verificar si se acepta o rechaza la hipótesis nula (H_0) o la hipótesis alternativa (H_1), donde las hipótesis en análisis fueron: H_0 “Las propuestas del plan de contingencias reducen el riesgo de inundación por desborde del río Chotano a partir del sector La Retama hasta la I.E.S. Anaximandro Vega, parte baja de la ciudad de Lajas en menos del 50%” y H_1 “Las propuestas del plan de contingencias reducen el riesgo de inundación por desborde del río Chotano a partir del sector La Retama hasta la I.E.S. Anaximandro Vega, parte baja de la ciudad de Lajas en más del 50%”. Se acepta H_0 cuando el nivel de probabilidad (p) es mayor al nivel de significancia (0.05) para un nivel de confianza del 95%, caso contrario se acepta H_1 . Por tanto, para realizar la contrastación de hipótesis se ha verificado la normalidad de los datos, verificando que siguen una tendencia normal, por lo que, se ha aplicado la prueba paramétrica t-student para medir la eficiencia de cada propuesta de descolmatación y de las dos propuestas en conjunto, verificando que, en todos los casos se acepta H_1 debido a que, el valor p es 0.013 para descolmatación, 0.000 para muros de contención y 0.000 cuando se analizan las dos propuestas en conjuntos, siendo en todos los casos menor a 0.05 por lo que se rechaza H_0 y se acepta H_1 . Siendo así, se concluye que, las propuestas del plan de contingencias reducen el riesgo de inundación por desborde del río Chotano a partir del sector La Retama hasta la I.E.S. Anaximandro Vega, parte baja de la ciudad de Lajas en más del 50%. En otras palabras, las propuestas planteadas para la contención de la inundación son eficientes y permiten reducir el nivel de riesgo a inundación fluviales por desborde del río Chotano en el trayecto de km 0+000 a km 2+648 desde El Sector La Retama hasta la I.E.S. Anaximandro Vega.

Tabla 63*Datos para el Análisis Estadístico*

Eficiencia (%)				
Tr (años)	Descolmatación	Muros de contención	En conjunto	
10	100.00	100.00	100.00	
50	100.00	100.00	100.00	
100	90.39	100.00	90.39	
140	71.50	90.08	64.40	
500	51.26	80.52	41.28	

Tabla 64

Estadísticas Descriptivas de la Eficiencia de Contención de la Inundación de las Propuestas Planteadas

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite inferior de 95% para μ
Descolmatación	5	82.63	21.05	9.41	62.57
Muros de contención	5	94.12	8.73	3.91	85.79
Juntos	10	88.38	16.35	5.17	78.90

μ : media de población de Descolmatación; Muros de contención; las dos propuestas juntas.

Tabla 65

Prueba Estadística t-student de la Eficiencia de Contención de la Inundación de las Propuestas Planteadas

Hipótesis nula $H_0: \mu = 50$

Hipótesis alterna $H_1: \mu > 50$

Muestra	Valor Z	Valor p
Descolmatación	8.36	0.013
Muros de contención	11.30	0.000
Descolmatación y Muros de contención	13.90	0.000

4.3. **Discusión de resultados**

En la ciudad de Lajas a causa del probable desborde del río Chotano del sector La Retama hasta la I.E.S. Anaximandro Vega, el nivel de peligro es muy alto en el 31.64% de las 26.87 ha, mientras que, la vulnerabilidad es alta en el 80% de los 170 lotes de la ciudad de Lajas aledaños a la ribera del río Chotano, siendo mayor que el riesgo en Santa Rosa de Shapajilla donde el 58.7% de las parcelas presentaban vulnerabilidad alta y el 48.3% de las parcelas tienen peligro alto (Manríque, 2021), pero en ambos casos, se argumenta que, hay zonas que no son seguras frente a inundaciones, sobre todo en épocas de altas precipitaciones; más aun considerando que, tal como, en Huamachuco las familias escasamente tienen medidas preventivas (muros de contención, sacos de arena, etc.) frente a inundaciones, mientras que la mayoría frente a una inundación solamente se alejarían del lugar (Loyola, 2019), no obstante, el medio con mayor peligro, vulnerabilidad y riesgo por su importancia local es la afectación de la institución educativa secundaria (I.E.S.) Anaximandro Vega de Lajas.

El riesgo de inundación por desborde del río Chotano a partir del sector La Retama hasta la I.E.S. Anaximandro Vega parte baja de la ciudad de Lajas, mediante la metodología INDECI es muy alto y alto en el 4.68% y 28.77% de las 26.87 ha de terreno, afectando principalmente del km 0+000 al km 1+600 a áreas de cultivo agrícola y pastizales, y del km 2+060 a km 2+648 a viviendas e infraestructura urbana, como el colegio Anaximandro Vega, siendo este el principal afectado, tal como, lo demuestran antecedentes de las recurrentes inundaciones fluviales que han afectado al plantel (Machuca, 2022). Así también, argumentan Popoola et al. (2022) en el río Níger los eventos de inundación son recurrentes y se deben a las fuertes precipitaciones pluviales que alcanzan

intensidades máximas de 103.86 mm/hr, mientras que, en la subcuenca del río Chotano las precipitaciones alcanzan hasta 110.81 mm/hr, valor que concuerda con Ydrogo (2021) quien también analizó el desborde del río Chotano utilizando la data meteorológica de la estación Chota, sin embargo, Ydrogo (2021) analizó las áreas de inundación aledañas a la ciudad de Chota como los sectores Agaisbamba, Iraca, Toril, Pingobamba y Chororco, mientras que, en la presente investigación se ha analizado la inundación generada por el desborde del río Chotano en la ciudad de Lajas, no obstante, cabe destacar que en ambos casos la inundación afecta a viviendas y cultivos por lo que debe construirse medidas estructurales de contención. Así mismo, Oliva et al. (2023) argumentan que, en Vega Baja en España, tal como en Lajas, las inundaciones son recurrentes y generan gran número de llamadas de emergencia por lo que, se debe plantear mapas integrales de inundación que ayuden a comprender la magnitud del fenómeno tal como se ha plasmado en el estudio, siendo avalado por Dhiwar et al. (2022) y Vijaayachandran & Singh (2023) quienes reiteran la importancia de los mapas de riesgo en la detección de las áreas propensas frente a una inundación fluvial. También, Mahamane et al. (2023) verificaron que, el río Níger era centro de recurrentes inundaciones (1998, 2010, 2012, 2013 y 2020) que afectaban a las localidades de Niamey en un 52%, siendo superior al riesgo analizado por desborde del río Chotano, pero en ambos casos se concluyó que era necesario gestionar de forma más eficiente la planificación de las ciudades y la gestión del territorio con propuestas de contención.

En Lajas, el nivel de amenaza por desborde del río Chotano tiene una probabilidad de impacto y amenaza alto; por otro lado, la calificación de vulnerabilidad es “Alta”, reflejando una baja capacidad de respuesta ante el

evento, tal como en la Villa Tunari (Colque, 2021), por lo que se propone la construcción de obras de contención para reducir el riesgo de inundación, por medio del análisis proactivo, tal como Carner y Galíndez (2021) lo han propuesto en su artículo científico. Las propuestas de contención que pueden reducir los riesgos de inundación por desborde del río Chotano a partir del sector La Retama hasta la I.E.S. Anaximandro Vega parte baja de la ciudad de Lajas son del km 0+000 al km 1+600 descolmatación debido a que la altura de inundación es de tan solo 0.20 m, no obstante, tal como afirma Asitatie et al. (2022) incluso profundidades menores de agua (menor a 1 m) pueden generar gran cantidad de áreas inundadas debido a la velocidad de estos eventos repentinos, tal como en el río Chotano donde en ese tramo de estudio la velocidad del flujo hídrico es mayor a 5 m/s; por lo mismo, no se puede plantear la construcción de gaviones y otra propuesta estructural no tendría un factor alto de costo/beneficio debido a que, el área afectada son solo cultivos, por ello, la descolmatación es la opción más conveniente técnica y económicamente, tal como, lo ratifica Asitatie et al. (2022). Mientras que, del km 2+060 a km 2+648 del río Chotano la altura de inundación es mayor a 5 m por lo que se requiere muros de contención, debido a que, en estas áreas el riesgo de inundación es muy alto, tal como, en el río Níger analizado por Mahamane et al. (2023) donde la altura de inundación alcanza 6.8 m y en la quebrada Juninguillo donde el mayor nivel de agua se da en la progresiva 640 m con un nivel de agua de 6.16 m (Irigoin, 2020), lo que, difiere con el análisis de Sejati et al (2021) donde la región aguas arriba del río era más propensa a las inundaciones que la zona media de aguas abajo, en cambio en la ciudad de Lajas la superficie de inundación es mayor aguas abajo debido que, al ir bajando el curso de agua, también disminuye la pendiente del cauce convirtiéndose esta zona en

una llanura de inundación, mientras que, Sejati et al (2021) tiene el modelo contrario debido a la reducción de la sección aguas arriba, ya que el río en ese trayecto es más estrecho, mientras que, el río Chotano tiene un ancho promedio mayor a 10 m en todo el trayecto.

La eficiencia de la descolmatación del río Chotano a partir del sector La Retama hasta el puente Colgante de Lajas, en el control de inundaciones es de 71.50% para un tiempo de retorno de 140 años, logrando reducir la inundación de 0.63 ha a 0.18 ha que, involucran zonas de pastizales, tal como, Belón (2022) quien propuso la descolmatación del canal Jayllihuaya para luego encauzarlo con la finalidad de reducir el riesgo de inundación en Puno.

La eficiencia de una propuesta estructural, en este caso la construcción de un muro en voladizo de 10 m (altura total), desde el puente del Malecón Grau hasta la I.E.S. Anaximandro Vega de la parte baja de la ciudad de Lajas (km 2+060 a km 2+648), en el control de inundaciones es de 90.08% para un tiempo de retorno de 140 años, logrando reducir la inundación de 2.52 ha a 0.25 ha, áreas que involucran parte de la calle del Malecón Grau, no obstante, la I.E.S. queda exenta de superficie inundada protegiendo así la seguridad de los alumnos, docentes y personal administrativo, además de que, contribuye a la protección de la infraestructura urbana. Mientras que, en el estudio se ha propuesto la construcción de muros de contención, Colque (2021) propuso la construcción de gaviones esta diferencia se debe al tipo de área estudiada, ya que el tramo de la ciudad de Lajas pertenece a la urbe, mientras que Colque (2021) planteo su propuesta para áreas forestales en la comunidad Ichoa de Villa Tunari, así mismo, Ticlla (2022) también propuso la construcción de gaviones como medio para contener la inundación a pesar de que, el área afectada era zona urbana, esto

debido a que, la extensión de la inundación donde se planteó la propuesta no llegaba a afectar a las viviendas aledañas, sino a áreas de cultivo, así mismo, en la zona de afectación a viviendas no podía plantear medidas de contención por la cercanía de las edificaciones al cauce formando parte del mismo prácticamente, lo que, en Lajas está a tiempo de corregirse debido a que no se tiene un caso similar ya que en este trayecto si se pueden construir las medidas estructurales “Muros de contención” debido a que muchas de las viviendas mantienen un margen considerable en relación al cauce del río Chotano; no obstante, Pettao (2019) identificó 13 áreas propensas a inundación en las que propuso medidas no estructurales y estructurales, como el muro de contención; pero en todos los casos los métodos propuestos son eficientes en la contención de inundaciones.

Finalmente, un plan de contingencia es fundamental para identificar el peligro vulnerabilidad y riesgo frente a inundaciones fluviales, tal como sustenta Villca (2022), así como, para orientar un conjunto de acciones estratégicas para prevenir, reducir, atender y reparar los daños de la población en general, ante la presencia de inundaciones, tal como, argumenta Tacuña (2022); además de que, tal como, lo respalda Arenas (2019) el plan de manejo propuesto que incluye un plan de respuesta a emergencias para guiar las acciones de respuesta inmediata en caso de una emergencia o desastre debido a fuertes lluvias e inundaciones en el área de estudio y un plan de recuperación para guiar las acciones de restauración luego de una emergencia o desastre causado por fuertes lluvias e inundaciones en el área de estudio.

CAPÍTULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

De forma general, se concluye que, el plan de contingencia ante inundaciones por desborde del río Chotano a partir del sector La Retama hasta la I.E.S. Anaximandro Vega, parte baja de la ciudad de Lajas, está integrado primordialmente por el diseño y modelamiento hidráulico de dos propuestas (descolmatación y muro de contención en voladizo) eficientes en la contención de inundaciones con un valor de reducción de la superficie de inundada de 90.39% para Tr de 100 años.

Las conclusiones específicas son las siguientes:

- 1) Mediante la metodología INDECI se ha determinado que el riesgo de inundación por desborde del río Chotano en las 26.87 ha, zona comprendida desde el sector La Retama hasta la I.E.S. Anaximandro Vega en la parte baja de la ciudad de Lajas, es alto (4.68%) a muy alto (28.77%), afectando principalmente áreas de cultivo agrícola, pastizales, viviendas e infraestructura urbana, donde el colegio Anaximandro Vega es la infraestructura más vulnerable a ser afectada por este fenómeno.
- 2) Las propuestas de contención para reducir el riesgo de inundación por desborde del río Chotano, en la parte baja de la ciudad de Lajas, varían según la altura de inundación. Para el tramo del km 0+000 al km 1+600, se recomienda la descolmatación del cauce del río debido a su baja altura de inundación (0.20 m). Mientras que, para el tramo del km 2+060 al km 2+648, donde la altura de inundación (> 5 m) es significativamente mayor, se sugiere la construcción de muros de contención para mitigar los riesgos de inundación.

- 3) La descolmatación del río Chotano desde La Retama hasta la I.E.S. Anaximandro Vega en la parte baja de la ciudad de Lajas ha demostrado reducir significativamente el riesgo de inundaciones en un 71.50%, pasando de 0.63 ha inundadas a solo 0.18 ha que están conformadas principalmente por zonas de pastizales.
- 4) Un muro en voladizo de 10 m de altura desde el puente el Malecón Grau hasta la I.E.S. Anaximandro Vega en la ciudad de Lajas reduce la inundación en un 90.08% para un tiempo de retorno de 140 años, protegiendo así a la institución educativa y contribuyendo a la seguridad de sus ocupantes, así como a la protección de la infraestructura urbana aledaña. Por tanto, esta propuesta estructural demuestra ser efectiva en la reducción de daños por inundaciones en esta área específica de la ciudad.

5.2. Recomendaciones y/o sugerencias

Basado en los resultados de la investigación, se recomienda descolmatar el cauce del río Chotano del km 0+000 al km 1+600 una altura de 0.20 m a 0.50 m con una frecuencia de 1 ½ año; así mismo, se debe construir del km 2+060 al km 2+648 un muro de contención de 10 m de altura con el pre-dimensionamiento del estudio, para reducir el riesgo de inundación.

CAPÍTULO VI.

REFERENCIAS

- Abdulnabi, N.L. (2014). *Prospect theory in decision making process*. Semantic Scholar. <https://www.semanticscholar.org/paper/Prospect-theory-in-decision-making-process-Abdulnabi/ab238b32b6cbe48980c2e90d4c78fc9cff9a3a79>
- Abzolocalmx. (2023). *Modelo: Top 64+ imagen modelo proactivo*. ABZ LOCAL. <https://abzlocal.mx/top-64-imagen-modelo-proactivo/>
- ACICOR. (2023). *Los 3 tipos de muros de contención contra inundaciones más utilizados*. BLOG ACICOR. <https://acicorporation.com/espanol/los-3-tipos-de-muros-de-contencion-contra-inundaciones-mas-utilizados/>
- 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>
- Araujo, A.P., y Perez, D.G. (2019). *Efecto de la descolmatación del río Chicama aguas arriba del puente victoria en la socavación de sus pilares*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego]. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/4633>
- Arenas, J.J. (2019). *Plan de gestión para mitigación de riesgo por inundación en el sector torrentera de Chullo (Urb. Mirasol de Cayma - Puente Concordia) Distrito de Cayma 2006-2017*. [Tesis de maestría en Ciencias, con mención en Planeamiento y Gestión Urbano Ambiental, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/8169>
- Asitatikie, A. N., Kifew, M. S., & Shumey, E. E. (2022). Flood inundation modeling using HEC-RAS: the case of downstream Gumara river, Lake Tana sub basin, Ethiopia. *Geocarto International*, 37(25), 9625-9643. <https://doi.org/10.1080/10106049.2021.2022014>
- Autoridad Nacional del Agua. (ANA, 2018). *Identificación de puntos críticos con riesgo a inundaciones en ríos y quebradas 2017*. MINAGRI. <http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/4511>
- Autoridad Nacional del agua, ANA. (2011). *La Regulación de las Fajas Marginales*. ANA. http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/fajas_marginales_0.pdf

- Belón, E.S. (2022). *Análisis de riesgo por inundaciones y propuesta de mejora en infraestructura de protección en el centro poblado de Jayllihuaya, Puno – 2021*. [Tesis de grado para obtener el título de Ingeniero Civil, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/91367>
- Beltré, P.K. & Santos de la Cruz, R.D. (2018). *Estudio de peligro y vulnerabilidad ante inundaciones por intensas lluvias de la cuenca del Arroyo Managuayabo, Santo Domingo Oeste*. [Doctoral dissertation, Santo Domingo, Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña]. <https://repositorio.unphu.edu.do/handle/123456789/591>
- Braja, M. Das. (2015). *Fundamentos de ingeniería geotécnica*, 4ª ed. Cengage Learning. [https://www.academia.edu/37854899/Fundamentos de Ingenieria Geotecnica Braja M Das](https://www.academia.edu/37854899/Fundamentos_de_Ingenieria_Geotecnica_Braja_M_Das)
- Braja, M. Das. (2001). *Principios de ingeniería de cimentaciones*, 4ª ed. Thomson Learning.
- Carner, J. L., & Galíndez, J. M. (2021). Hacia la gestión del riesgo: Evaluación de daños por inundaciones urbanas e implementación de medidas estructurales. In *XXIX Congreso Latinoamericano de Hidráulica (México, modalidad virtual, 15 al 19 de noviembre de 2021)*, 1-11. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/129098>
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres, CENEPRED. (2014). *Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales 02 versión*. CENEPRED.
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres, CENEPRED. (2014). *Manual para la evaluación de riesgos originados por inundaciones fluviales*. CENEPRED.
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres, CENEPRED (2023). Sistema de información para gestión de desastres (SIGRID). CENEPRED. <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/mapa>
- Collaguazo, J. V. M., Tapia, M. X. O., García, H. L. C., & Paladines, J. S. (2023). Propuesta de medidas preventivas ante inundaciones. Caso Barrio Reina del Cisne de Cariamanga, Provincia de Loja. *CEDAMAZ*, 13(1), 78-89.
- Colque, F. (2021). *Plan de resiliencia ante el riesgo de inundación en la comunidad ichoa en el municipio de Villa Tunari*. [Trabajo final del diplomado en gestión de riesgos, desastres y resiliencia territorial, Universidad Mayor de San Simón de Bolivia]. <http://hdl.handle.net/123456789/26182>

- Cruz, G.E. (2016). *Elaboración de un plan de contingencia por inundación del río Tena en los barrios: Bellavista, Las Hierbitas, El Tereré y barrio central de la ciudad de Tena*. [Trabajo de grado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/13247>
- Dabbeek, J., Silva, V., Galasso, C., & Smith, A. (2020). Probabilistic earthquake and flood loss assessment in the Middle East. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 49, 101662. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2020.101662>
- da Silva Ferentz¹, L. M., Da Fonseca, M. N., & Pinheiro, E. G. (2018). Gestión de riesgo de desastres y los planes municipales de contingencia: estudio de caso en el municipio de Palmeira/PR. *Contribuciones a las Ciencias Sociales*, 1(1), 1-17. https://www.researchgate.net/profile/Larissa-Ferentz/publication/328478106_Gestion_de_riesgo_de_desastres_y_los_planes_municipales_de_contingencia_estudio_de_caso_en_el_municipio_de_PalmeiraPR/links/5d4dbf1c4585153e5949e430/Gestion-de-riesgo-de-desastres-y-los-planes-municipales-de-contingencia-estudio-de-caso-en-el-municipio-de-Palmeira-PR.pdf
- Dhiwar, B. K., Verma, S., & Prasad, A. D. (2022). Identification of flood vulnerable area for Kharun River Basin by GIS techniques. In *Advanced Modelling and Innovations in Water Resources Engineering: Select Proceedings of AMIWRE*, 176(1), 385-408. https://doi.org/10.1007/978-981-16-4629-4_27
- Doménech Zueco, S., Ollero Ojeda, A., & Sánchez Fabre, M. (2015). Núcleos de población en riesgo de inundación fluvial en Aragón: diagnóstico y evaluación para la ordenación del territorio. *Geographicalia*, (54), 17-44. https://doi.org/10.26754/ojs_geoph/geoph.2008541095
- Enlace Nacional. (2010, 17 de marzo). *Cajamarca: Desborde de dos ríos causa estragos en Chota y Lajas*. Enlacenacional. [video de youtube] <https://www.youtube.com/watch?v=7qfsggxxKI4>
- Estadística de la Calidad Educativa. (Escale, 2022). *Anaximandro Vega*. ESCALE. http://escale.minedu.gob.pe/PadronWeb/info/ce?cod_mod=0453019&anexo=0
- Estanilao Lorenzo, L. E., & Tsai, Y.W. (2017). *Estudio de peligro y vulnerabilidad ante inundaciones por lluvias intensas de la cuenca del arroyo Dajao, Santo Domingo Norte*. [Trabajo de grado, Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña]. <https://repositorio.unphu.edu.do/handle/123456789/1139>

- Green, C. (2004). The evaluation of vulnerability to flooding. *Disaster Prevention and Management: An International Journal*, 13(4), 323-329. <https://doi.org/10.1108/09653560410556546>
- Gobierno Regional de Cajamarca. (2013, 05 de marzo). *Realizan inspección en distrito de Lajas tras desborde de río*. GRC. <https://portal.regioncajamarca.gob.pe/noticias/realizan-inspeccion-en-distrito-de-lajas-tras-desborde-de-r-o>
- Hernández, R. Fernández, C. y Pilar Baptista, R. (2014). *Metodología de la Investigación*, 6ta ed. México Limusa.
- Herreras, J.A., y Marín, G. (2000). El tratamiento de los cauces. Protección y defensa de avenidas. Zonas de riesgo. *Revista del colegio de ingenieros de caminos, canales y puertos*, 51(II), 1-10. https://hispagua.cedex.es/sites/default/files/hispagua_articulo/op/51/op51_5.htm#:~:text=Se%20entiende%20por%20encauzamiento%20el,se%20denomina%20caudal%20de%20proyecto.
- Huamán, J.F. (2016). *Efectos de la descolmatación inducida en la eficiencia de captación y en la morfología del Rio Grande - Cajamarca, aguas arriba del barrage*. [Tesis de doctorado en ciencias mención Gestión Ambiental y Recursos Naturales, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/1362>
- Instituto Nacional de Calidad, INACAL. (2019, 24 de octubre). *NTP 339.128 SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico*. 1ª Ed. INACAL.
- Instituto Nacional de Calidad, INACAL. (2019, 24 de octubre). *NTP 339.129 SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos*. 1ª Ed. INACAL.
- Instituto Nacional de Calidad, INACAL. (2017, 26 de diciembre). *NTP 339.171 SUELOS. Método de ensayo normalizado para el corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas drenadas*. 1a Ed. INACAL.
- Instituto Nacional de Calidad, INACAL. (2021, 15 de noviembre). *NTP 339.185 AGREGADOS. Determinación del contenido de humedad total evaporable de agregados por secado*. Método de ensayo. 3a Ed. INACAL.
- Instituto Nacional De Defensa Civil, INDECI. (2017). *Compendio estadístico del INDECI 2017- Gestión Reactiva*. INDECI. <https://www.indeci.gob.pe/objetos/secciones/OQ==/NDY=/lista/MzMx/MTAwMg==/201902271714541.pdf>

- Instituto Nacional De Defensa Civil, INDECI. (2011). Manual de estimación del riesgo ante inundaciones fluviales. INDECI. <http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc1743/doc1743-contenido.pdf>
- Instituto Nacional de Defensa Civil, INDECI. (2009, 27 de marzo). *Informe de emergencia N° 082 – 27/03/2009/COEN – INDECI/11:00 Horas (Informe N° 23)*. Centro de Operaciones de Emergencia Nacional COEN. <https://reliefweb.int/report/peru/per%C3%BA-informe-de-emergencia-no-82-fen%C3%B3menos-hidrometereol%C3%B3gicos-afectan-al-departamento>
- Irigoin, S. (2020). *Modelación hidráulica e hidrológica de eventos para la predicción de escenarios de riesgos en la microcuenca de la quebrada Juningullo – Moyobamba, 2018*. [Tesis de maestría en Ciencias con mención en Gestión Ambiental, Universidad Nacional de San Martín]. <http://hdl.handle.net/11458/4026>
- Kahneman, D., & Tversky, A. (1987). Teoría prospectiva: un análisis de la decisión bajo riesgo. *Estudios de Psicología*, 8(29-30), 95-124. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=65981>
- Lindo, P.J. (2016). *Diseño de gaviones de protección en el río Chacapalca*. [Monografía técnica para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico de Fluidos, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/8395>
- López S, J. L. (2005). Estrategias de mitigación y control de inundaciones y aludes torrenciales en el Estado Vargas y en el Valle de Caracas: situación actual y perspectivas futuras. *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*, 20, 61-73.
- Loyola, J.F. (2019). *Evaluación del riesgo por inundación en la quebrada del cauce del Río Grande, tramo desde el Puente Candopata hasta el Puente Cumbicus de la ciudad de Huamachuco, Provincia de Sánchez Carrión – La Libertad*. [Tesis de maestría en Ingeniería Civil con mención en Dirección de Empresas de la Construcción, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/31347>
- Lozano, M.A. (2017). *Resiliencia de las personas que viven en zonas vulnerables y de alto riesgo de desastres por inundaciones y la gestión de riesgos de los Gobiernos locales en la región Ucayali, 2015*. [Tesis para optar el grado académico de

- magister en derecho, Universidad Nacional Hermilio Valdizán].
<https://hdl.handle.net/20.500.13080/3320>
- Maccaferri. (2017). *Revestimientos de canales y cursos de agua – Manual Técnico*. MACCAFERRI América Latina. <https://n9.cl/443bl>
- Machuca, Y. (2022, 03 de marzo). *Cajamarca: desborde del río Chotano inunda colegio, casas y destruye plataforma de la vía a Chiclayo*. La República. <https://larepublica.pe/sociedad/2022/03/03/cajamarca-desborde-del-rio-chotano-inunda-colegio-casas-y-destruye-plataforma-de-la-via-a-chiclayo-lrmd/>
- Mahamane, S. O., Oumarou, A., & Piñeira Mantiñán, M. J. (2023). Improving Public Action to Mitigate River Flooding in Niamey (Niger). *Land*, 12(8), 1523. <https://doi.org/10.3390/land12081523>
- 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 para optar el título de Ingeniero Ambiental, Universidad Peruana Unión]. <http://hdl.handle.net/20.500.12840/3316>
- Marín Urbina, D. A. (2018). *Análisis comparativo de los parámetros geomorfológicos de las subcuencas San Gregorio, Chongoyapito, Cupisnique y Yamalán*. [Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/2129>
- Manríque, M.L. (2021). *Determinación de los niveles y zonas de riesgos por inundación en el caserío Santa Rosa de Shapajilla*. [Tesis de maestría en Ciencias en Agroecología Mención: Gestión Ambiental, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1948>
- Maza Collaguazo, J. V., Ochoa Tapia, M. X., Castillo García, H. L., & Paladines, J. S. (2023). Propuesta de medidas preventivas ante inundaciones. Caso Barrio Reina del Cisne de Cariamanga, Provincia de Loja. *CEDAMAZ*, 13(1), 78–89. <https://doi.org/10.54753/cedamaz.v13i1.1842>
- Merz, B., Blöschl, G., Vorogushyn, S., Dottori, F., Aerts, J. C., Bates, P., ... & Macdonald, E. (2021). Causes, impacts and patterns of disastrous river floods. *Nature Reviews Earth & Environment*, 2(9), 592-609. <https://doi.org/10.1038/s43017-021-00195-3>
- Mihu-Pintilie, A., Cîmpianu, C. I., Stoleriu, C. C., Pérez, M. N., & Paveluc, L. E. (2019). Using high-density LiDAR data and 2D streamflow hydraulic modeling to

- improve urban flood hazard maps: A HEC-RAS multi-scenario approach. *Water*, 11(9), 1832. <https://doi.org/10.3390/w11091832>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento - MVCS. (2017, 07 de junio). *Reporte situación N° 390-2017/07JUN2017 15:00 horas (Informe N° 22)*. Centro de operaciones de emergencia del sector vivienda, construcción y saneamiento (COE-Vivienda).
[http://www3.vivienda.gob.pe/grd/documentos/Reporte%20de%20Situaci%C3%B3n%20N%C2%BA%20390-2017%20\(Precipitaciones%20pluviales%20en%20Cajamarca%20-%202007Jun\).pdf](http://www3.vivienda.gob.pe/grd/documentos/Reporte%20de%20Situaci%C3%B3n%20N%C2%BA%20390-2017%20(Precipitaciones%20pluviales%20en%20Cajamarca%20-%202007Jun).pdf)
- Mind'je, R., Li, L., Amanambu, A. C., Nahayo, L., Nsengiyumva, J. B., Gasirabo, A., & Mindje, M. (2019). Flood susceptibility modeling and hazard perception in Rwanda. *International journal of disaster risk reduction*, 38, 101211.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones, MTC. (2018). *Manual de carreteras: Hidrología, hidráulica y drenaje*. MTC.
http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/970.pdf
- Moliní, F. (1999). Proactividad: el método científico de Karl Popper aplicado al futuro. *Encuentros multidisciplinares*, 1(1), 1-12.
https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/684768/EM_3_4.pdf?sequence=1
- Mondragon, J.R. (2020). *Análisis prospectivo en la toma de decisiones: políticas de gestión del riesgo de desastres para la adaptación al cambio climático*. [Tesis de grado para optar el título profesional de ingeniero civil, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/43716>
- Mora, L. (2019). *Análisis del riesgo de inundaciones en el curso medio-alto del río Tajo a su paso por Aranjuez (Madrid)*. [Trabajo Fin de Máster, Universidad Complutense Madrid]. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/57321/>
- 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].
- Nkwunonwo, U. C., Whitworth, M., & Baily, B. (2020). A review of the current status of flood modelling for urban flood risk management in the developing countries. *Scientific African*, 7, e00269.
<https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2020.e00269>

- Nuñez, I. (2020). *Comportamiento estructural y diseño del muro de contención en voladizo de concreto armado para el sostenimiento de talud, ciudad de Huancayo - 2018*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Continental]. <https://hdl.handle.net/20.500.12394/7998>
- Oliva, A., & Olcina, J. (2022). Floods and Emergency Management: Elaboration of Integral Flood Maps Based on Emergency Calls (112)—Episode of September 2019 (Vega Baja Del Segura, Alicante, Spain). *Water*, 15(1), 2. <https://doi.org/10.3390/w15010002>
- Ortiz, O. (2004). *Evaluación hidrológica*. Hidrored Red Latinoamericana de micro hidroenergía. Soluciones Prácticas-ITDG (diciembre 2016): 1-2.
- Ortiz-Vera, O. (2016). Similitud Hidráulica de Sistemas Hidrológicos Altoandinos y Transferencia de Información Hidrometeorológica. *Tecnología y ciencias del agua*, 6(4), 25-44. ISSN 0187-8336.
- Pardo, F.H., Pachacama, E.A., Rodríguez, W.A. (2012). *Análisis y diseño de muros de contención*. [Tesis de grado para optar el título de ingeniero civil, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/156/1/T-UC-0011-5.pdf>
- Pasco Dalla Porta, M. (2016). *Ética en la investigación en gestión: relevancia, principios y lineamientos para su aplicación*. Cuadernos de Trabajo sobre Ética de la Investigación Cuaderno 1. <http://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/54912>
- Perigó Roman, E., Laborde Castillo, N., Machado Montes de Oca, A., Soler Pérez, Y., Rojas Díaz, Y., & Suárez Bustamante, R. (2020). Inundaciones costeras en Guantánamo. *Revista Cubana De Meteorología*, 26(1). Recuperado a partir de <http://rcm.insmet.cu/index.php/rcm/article/view/504>
- Pettao Cedeño, D. (2019). *Análisis del riesgo e identificación de medidas estructurales y no estructurales para eventos de inundación en el Cantón Mocache, provincia de Los Ríos Ecuador*. [Tesis de Máster en Hidrología y gestión de recursos hídricos, Universidad de Alcalá]. <http://hdl.handle.net/10017/41914>
- Piñar, R. (2008). *Proyecto de construcción de un muro de gaviones de 960 m³*. [Proyecto final de graduación para optar el grado de licenciatura en ingeniería en construcción, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6034/construcci%C3%B3n-muro-gaviones.pdf?sequence=1>

- Pizarro Quintanar, F. (2014). *Development Of A Database And Selection Model For Optimum Retaining Wall Construction, Cost And Production*. [Thesis Master of Civil Engineering, The University of Texas At Arlington]. <http://hdl.handle.net/10106/24385>
- Popoola, A. A., Adeleye B. M., Adeniji K. N., Babalola, T. O. & Magidimisha-Chipungu, H. H. (2022). Indicators for Disaster Vulnerability to the Overflowing of the Niger River in Adjoining Settlements in the Confluence City of Lokoja, Nigeria. *Disaster Advances*; 15(2); 53-65. <https://doi.org/10.25303/1502da5365>
- Ramil-Rego, P., Ferreira da Costa, J., López Castro, H., Oreiro Rey, C., González Baz, M., Fernández García, M., ... & Marques Ferreira, M. T. (2019). *Plan de Contingencia. Acción A2 “Planificación técnica de las acciones de restauración”* [Informe realizado para el proyecto LIFE Fluvial (Life 16 NAT/ES7000771), Universidad de Lisboa]. <http://hdl.handle.net/10400.5/27091>
- Reyes Agudelo, A. (2017). Levantamiento Topográfico: Universidad Distrital Francisco José Caldas. No 15-82, Bogotá.
- Rosa, R. (2004). River basins: geomorphology and dynamics, in Bejan's Constructal Theory of Shape and Structure, Editors: Rui N Rosa, A Heitor Reis, A F Miguel. Chapter 1. *ResearchGate*, 1(1), 1-33. https://www.researchgate.net/publication/260425345_River_basins_geomorphology_and_dynamics_in_Bejan's_Constructal_Theory_of_Shape_and_Structure_Editors_Rui_N_Rosa_A_Heitor_Reis_A_F_Miguel_Chapter_1
- RTV Chota. (2009, 23 de marzo). *Chota, se desborda rio chotano*. rtv chota. [video de youtube] <https://www.youtube.com/watch?v=WSvhPteaO6M>
- Sejati, W., Paramitha AH, D. ., Khansa, F., Maulana, A. S., & Julianingsih, D. (2021). Flood Disaster Mitigation Using the HEC-RAS Application to Determine River Water Levels in the Old City Area of Jakarta. *Aptisi Transactions on Technopreneurship (ATT)*, 4(2), 121–134. <https://doi.org/10.34306/att.v4i2.253>
- Sewchurran, K., & Brown, I. (2011). Toward an approach to generate forward-looking theories using systems concepts. In *Researching the future in information systems*, 1(1), 11-26. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-21364-9_2
- Smith, P. G., & Merritt, G. M. (2020). *Proactive risk management*. productivity press. <https://doi.org/10.4324/9780367807542>
- Son, R., Wang, S. Y. S., Tseng, W. L., Barreto Schuler, C. W., Becker, E., & Yoon, J. H. (2020). Climate diagnostics of the extreme floods in Peru during early

2017. *Climate dynamics*, 54(1), 935-945.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s00382-019-05038-y>
- Sun, Y., Wendi, D., Kim, D. E., & Liong, S. Y. (2019). Deriving intensity–duration–frequency (IDF) curves using downscaled in situ rainfall assimilated with remote sensing data. *Geoscience Letters*, 6, 1-12. <https://doi.org/10.1186/s40562-019-0147-x>
- Tacuña, O. (2022). *Plan de contingencia ante riesgo de inundación en el municipio de Viacha, departamento la Paz*. [Trabajo final del diplomado en gestión de riesgos, desastres y resiliencia territorial, Universidad Mayor de San Simón de Bolivia]. <http://hdl.handle.net/123456789/35159>
- Tamay, A. R. (2022). *Análisis de las propiedades físico-mecánicas de una base granular tratada con adición de PET reciclado triturado, cantera Chuyabamba, Chota, 2021*. [Tesis de grado, Universidad Santo Toribio de Mogrovejo]. <https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/5503>
- Tamiru, H., & Dinka, M. O. (2021). Application of ANN and HEC-RAS model for flood inundation mapping in lower Baro Akobo River Basin, Ethiopia. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 36, 100855. <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2021.100855>
- Terán, R. (1998). *Diseño y construcción de defensas ribereñas*. Escuela Superior de Administración de Aguas “Charles SUTTON”.
- 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 para optar el título de ingeniero civil, Universidad Nacional Autónoma de Chota].
- Timbe, L., & Willems, P. (2011). Desempeño de modelos hidráulicos 1D y 2D para la simulación de inundaciones. *Maskana*, 2(1), 91-98. <https://doi9.org/10.18537/mskn.02.01.06>
- Vaidya, D. (2023). *Contingency Plan*. Wallstreetmojo Team. <https://www.wallstreetmojo.com/contingency-plan/>
- 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.
- Vásquez, C. (2022, 25 de marzo). *Cajamarca: desborde de río deja 55 viviendas afectadas y 5 destruidas en Lajas*. La República.

<https://larepublica.pe/sociedad/2022/03/25/cajamarca-desborde-de-rio-deja-55-viviendas-afectadas-y-5-destruidas-en-lajas-lrnd>

- Vijayachandran, L., & Singh, A. P. (2023). Flood risk assessment in the Karamana river basin, Kerala, using HEC-RAS. *Environmental Monitoring and Assessment*, 195(8), 1-26. <https://doi.org/10.1007/s10661-023-11450-z>
- Villca, G.J. (2022). *Plan de contingencia de inundación del distrito e del municipio de Colcapirhua*. [Trabajo final del diplomado en gestión de riesgos, desastres y resiliencia territorial, Universidad Mayor de San Simón de Bolivia]. <http://hdl.handle.net/123456789/35162>
- Villón, M. (2002). *Hidrología*, 2ª ed. Editorial MaxSoft.
- Villón, M. (2016). *Hidrología estadística*, 2ª ed. Editorial MaxSoft.
- Williams, Philip B., Andrews, Elizabeth, Opperman, Jeff J., Bozkurt, Setenay, & Moyle, Peter B. (2009). Quantifying activated floodplains on a lowland regulated river: its application to floodplain restoration in the Sacramento Valley. *San Francisco Estuary and Watershed Science*, 7(1), 1-25. <http://escholarship.org/uc/item/1sn8r310>
- World Meteorological Organization. (2017). *Environmental aspects of integrated flood management Case studies*. World Meteorological Organization. http://www.floodmanagement.info/publications/policy/ifm_env_aspects/Environmental-Aspects-of-Flood-Management_Case%20Studies.pdf
- Ydrogo, J. J. (2021). *Estudio de inundabilidad del río chotano en las comunidades de Aygasbamba, Toril, Pingobamba, Chororco y la Iraca aplicando modelos matemáticos en el distrito y provincia de Chota, Cajamarca 2020*. [Tesis de grado para optar el título de Ingeniero, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12423/4294>
- Zevallos-Loaiza, M. (2015). *Diseño de la defensa ribereña para el Balneario Turístico Cocalmayo, ubicado en la margen izquierda del río Urubamba*. [Tesis de maestría, Universidad de Piura].

CAPÍTULO VII. ANEXOS

Anexo A. Matriz de consistencia

Tesis: Plan de contingencia ante inundaciones por desborde del río Chotano, del sector La Retama hasta la I.E.S. Anaximandro Vega, Lajas

Tesista(s): Willy Alexander Núñez Guevara, Cristhian Antony Ruiz Idrogo

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variable	Dimensión	Indicador	Metodología
¿Es posible proponer un plan de contingencia que logre reducir las probables inundaciones por desborde del río Chotano a partir del puente La Retama hasta la I.E.S. Anaximandro Vega, parte baja de la ciudad de Lajas?	<p>Objetivo general: Elaborar el plan de contingencia ante inundaciones por desborde del río Chotano, del sector La Retama hasta la I.E.S. Anaximandro Vega, Lajas.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Determinar el riesgo de inundación por desborde del río Chotano a partir del sector La Retama hasta la I.E.S. Anaximandro Vega de la parte baja de la ciudad de Lajas, mediante la metodología INDECI. – Caracterizar la(s) propuesta(s) de contención que pueden reducir los riesgos de inundación por desborde del río Chotano a partir del sector La Retama hasta la I.E.S. Anaximandro Vega de la parte baja de la ciudad de Lajas. – Determinar en qué porcentaje se reduce la inundación con la descolmatación de río Chotano a partir del sector La Retama hasta la I.E.S. Anaximandro Vega de la parte baja de la ciudad de Lajas. – Determinar en qué porcentaje se reduce la inundación con una propuesta estructural (gaviones y/o muros de contención) del sector La Retama hasta la I.E.S. Anaximandro Vega de la parte baja de la ciudad de Lajas. 	<p>Ho: Las propuestas del plan de contingencias reducen el riesgo de inundación por desborde del río Chotano a partir del sector La Retama hasta la I.E.S. Anaximandro Vega, parte baja de la ciudad de Lajas en menos del 50%.</p> <p>H1: Las propuestas del plan de contingencias reducen el riesgo de inundación por desborde del río Chotano a partir del sector La Retama hasta la I.E.S. Anaximandro Vega, parte baja de la ciudad de Lajas en más del 50%.</p>	<p>VI</p> <p>Inundaciones por desborde del río Chotano</p>	<p>Parámetros geomorfológicos de la subcuenca</p> <hr/> <p>Análisis de la tormenta</p> <hr/> <p>Inundación fluvial</p> <hr/> <p>Identificación del riesgo de inundación (INDECI)</p> <hr/> <p>Reducción del riesgo de inundación</p> <hr/> <p>Manejo de desastres</p>	<p>Área</p> <p>Altitud media</p> <p>Tiempo de concentración</p> <p>Longitud del cauce principal</p> <hr/> <p>Precipitaciones máximas</p> <p>Intensidades máximas</p> <p>Período de retorno</p> <p>Caudal máximo</p> <hr/> <p>Área</p> <p>Velocidad</p> <p>Altura de desborde</p> <hr/> <p>Análisis del peligro</p> <p>Análisis de elementos expuestos</p> <p>Vulnerabilidad física</p> <p>Riesgo de inundación</p> <p>Con el modelo actual</p> <p>Con descolmatación</p> <p>Con muros de contención</p> <p>Durante la inundación</p> <p>Después de la inundación</p>	<p>Enfoque: MIXTO</p> <p>Tipo: APLICADA</p> <p>Nivel: DESCRIPTIVO</p> <p>Diseño: NO EXPERIMENTAL</p> <p>Población: El río Chotano que, atraviesa la ciudad de Lajas.</p> <p>Muestra: 2 km del río Chotano, del sector La Retama hasta la I.E.S. Anaximandro Vega, Lajas.</p>

Anexo B. Propuesta de plan de contingencia ante inundaciones por desborde del río

Chotano, sector la Retama hasta la I.E.S. Anaximandro Vega

7.1. GENERALIDADES

7.1.1. Introducción

El siguiente plan de contingencia tiene como objetivo establecer los procedimientos y acciones necesarias para hacer frente a las inundaciones causadas por el desborde del río Chotano en el sector La Retama hasta la I.E.S. Anaximandro Vega. Este documento tiene como finalidad proteger la vida y seguridad de las personas y minimizar los posibles daños materiales durante una contingencia de este tipo.

El desborde del río Chotano representa una amenaza constante para la comunidad ubicada en el sector La Retama hasta la I.E.S. Anaximandro Vega. Las lluvias intensas y el incremento del caudal del río pueden resultar en inundaciones que afecten a las viviendas y a las infraestructuras de esta zona. Por lo tanto, es fundamental tener un plan de contingencia sólido que permita una respuesta rápida y eficiente ante una situación de este tipo.

Este plan de contingencia ha sido desarrollado mediante la evaluación de riesgos y la identificación de las acciones necesarias para reducir los posibles impactos de una inundación. Además, se ha tomado en cuenta la participación y coordinación de los diferentes actores involucrados, como las autoridades locales, los equipos de emergencia, la comunidad educativa y la población en general.

La implementación de este plan de contingencia permitirá mejorar la capacidad de respuesta ante las inundaciones por desborde del río Chotano, minimizando los posibles impactos negativos en la comunidad. Es fundamental que todas las partes

involucradas estén familiarizadas con el contenido de este documento y sean conscientes de sus roles y responsabilidades durante una situación de emergencia. El éxito de este plan de contingencia dependerá de la coordinación efectiva, la comunicación oportuna y la asistencia mutua entre todos los participantes. La revisión y actualización periódica de este plan garantizará su eficacia a lo largo del tiempo, adaptándose a los cambios en las condiciones del entorno y las necesidades de la comunidad.

7.1.2. Objetivos

Salvaguardar la vida y seguridad de las personas: El principal objetivo de este plan de contingencia es proteger la vida de los habitantes del sector La Retama hasta la I.E.S. Anaximandro Vega durante una inundación por desborde del río Chotano. Se establecerán medidas y procedimientos para garantizar la evacuación segura de la población y minimizar los riesgos para su integridad física.

Reducir los daños materiales: Otro objetivo clave de este plan es minimizar los posibles daños materiales causados por una inundación. Se implementarán acciones preventivas y de respuesta para proteger las infraestructuras, viviendas y cualquier otro bien en riesgo. Esto incluye la identificación y protección de zonas críticas, como sistemas de energía y suministro de agua.

Fortalecer la capacidad de respuesta: Este plan busca mejorar la capacidad de respuesta de la comunidad frente a una inundación por desborde del río Chotano. Se implementarán medidas de preparación, como simulacros y capacitaciones, para educar a la comunidad sobre las medidas de seguridad y las acciones a seguir en caso de una emergencia. Además, se establecerán mecanismos de monitoreo y alerta temprana para una detección y respuesta rápida.

7.1.3. Responsabilidades

Las responsabilidades del plan de contingencia ante inundaciones por desborde del río Chotano del sector La Retama hasta la I.E.S. Anaximandro Vega incluyen: **Autoridades locales:** Responsables de la Municipalidad Distrital de Lajas. Deben establecer una estructura de comando y control, garantizar la comunicación fluida entre los diferentes actores, y tomar decisiones basadas en la información y las necesidades de la comunidad.

Organismos de emergencia: Encargados de la planificación y ejecución de las acciones de búsqueda y rescate, evacuación y suministro de recursos básicos. Deben contar con personal capacitado y equipos adecuados para responder de manera efectiva en situaciones de emergencia.

Comunidad educativa: Responsables de difundir información y capacitación sobre medidas de seguridad y acciones a seguir en caso de una inundación. Deben participar activamente en las simulaciones y prácticas de evacuación, y colaborar en la identificación de zonas seguras dentro de la institución educativa.

Instituciones de salud: Encargadas de brindar atención médica y apoyo psicológico a las personas afectadas por una inundación. Deben tener planes de contingencia específicos para garantizar la continuidad de sus servicios y la atención de emergencias.

Población en general: Todos los residentes y habitantes del sector La Retama hasta la I.E.S. Anaximandro Vega tienen la responsabilidad de estar informados sobre el plan de contingencia, seguir las instrucciones de las autoridades, participar en los simulacros y reportar cualquier incidencia o emergencia.

7.2. ANTES DE LA CONTINGENCIA

7.2.1.1. Identificación del riesgo y evaluación del impacto

a) Identificación del riesgo:

- Identificar las zonas propensas a inundaciones: Realizar un análisis detallado de la topografía y de los antecedentes históricos de inundaciones en el área para determinar las zonas más vulnerables.
- Identificar las causas del riesgo: Evaluar las razones que pueden contribuir al desborde del río, como lluvias intensas, deforestación, obstrucción del cauce, entre otros.
- Identificar la probabilidad de ocurrencia: Analizar los patrones de lluvia y los pronósticos meteorológicos para determinar la probabilidad de que se produzcan inundaciones.

b) Evaluación del impacto:

- Evaluar los posibles daños físicos: Determinar qué áreas o infraestructuras estarían más expuestas a los efectos de una inundación, como viviendas, escuelas, hospitales, puentes, etc.
- Evaluar los posibles daños humanos: Analizar la cantidad de personas que podrían resultar afectadas y la vulnerabilidad de grupos específicos, como ancianos, niños, personas con discapacidad, entre otros.
- Evaluar los posibles daños económicos: Estimar el costo de los daños materiales y las pérdidas económicas, considerando la infraestructura, los cultivos, el comercio y otras actividades económicas afectadas.
- Evaluar los posibles daños ambientales: Identificar los impactos ambientales que podrían resultar de una inundación, como la contaminación del agua y del suelo, la pérdida de biodiversidad, etc.

c) En la ciudad de Lajas:

El peligro de inundación en la ciudad de Lajas, debido al desborde del río Chotano, es una preocupación importante para la población y las autoridades locales. Los mapas de inundación realizados muestran claramente que el peligro es muy alto en un 31.64% del área de la ciudad, lo cual indica que estas zonas son propensas a experimentar inundaciones graves en caso de desbordamiento del río. Dentro de las áreas de alto peligro se encuentra la Institución Educativa Secundaria “Anaximandro Vega”, lo cual representa una preocupación adicional, ya que la seguridad de los estudiantes y el personal docente puede estar en riesgo durante eventos de inundación, por tanto, es fundamental implementar medidas de prevención y mitigación en esta institución para salvaguardar la vida y la integridad de la comunidad educativa.

La cercanía al río, la fragilidad de la estructura y los servicios básicos sin protección, hacen que las viviendas en Lajas sean altamente vulnerables a las crecidas del río Chotano. El 80% de los lotes tienen vulnerabilidad alta frente a inundaciones, ocupando una superficie de 5.16 ha, así mismo, el 14.71% de los lotes tienen vulnerabilidad media y se encuentran distribuidos dentro de 4.12 ha, mientras que, el 5.29% de los lotes tienen alta vulnerabilidad ocupando tan solo 0.13 ha, debido a que, se trata de pequeñas viviendas de material rústico aledañas a la ribera del río Chotano. Entre las edificaciones con vulnerabilidad alta se encuentran la I.E.S. Anaximandro Vega, la I.E. de nivel primario y el puesto de salud de la ciudad de Lajas, siendo infraestructuras de importancia que, deben prevalecer frente a cualquier abatimiento de la naturaleza. Aparte de los 170 lotes analizados existen terrenos que son netamente utilizados como áreas de plantaciones de árboles o pastizales los cuales presentan una vulnerabilidad baja

por su distancia al río y porque se tratan de áreas verdes sin infraestructura urbana que pueda ser afectada por el desborde del río Chotano.

El riesgo de inundación por desborde del río Chotano en la ciudad de Lajas presenta diferentes niveles. En el 4.68% de las 26.87 hectáreas de la ciudad, se encuentra el riesgo más alto, donde está ubicada la institución educativa de nivel secundario Anaximandro Vega; esto indica que dicha institución se encuentra en una zona propensa a inundaciones y debe tomar medidas de prevención adecuadas. Además, el 28.77% de la superficie de la ciudad presenta un riesgo alto de inundación, principalmente debido a la ubicación en todo el trayecto del río Chotano y algunas viviendas cercanas a este. El 3.60% de las áreas de cultivo próximas al río Chotano en los primeros kilómetros del tramo de estudio presenta un riesgo medio de inundación. Por otro lado, en el 62.95% de la superficie de la ciudad presenta un bajo nivel de riesgo, ya que se trata de viviendas ubicadas en áreas donde no se desborda el río Chotano según el modelamiento realizado. Estas áreas también comprenden zonas de cultivos y pastizales, lo que implica que el riesgo de inundación es mínimo en estas áreas. Finalmente, es fundamental tomar medidas de prevención y planificación adecuadas en las áreas de alto riesgo, como la institución educativa y las viviendas cercanas al río, para reducir los posibles impactos de las inundaciones.

Tabla 66 Peligro, Vulnerabilidad, Riesgo a Inundación, Río Chotano, Lajas





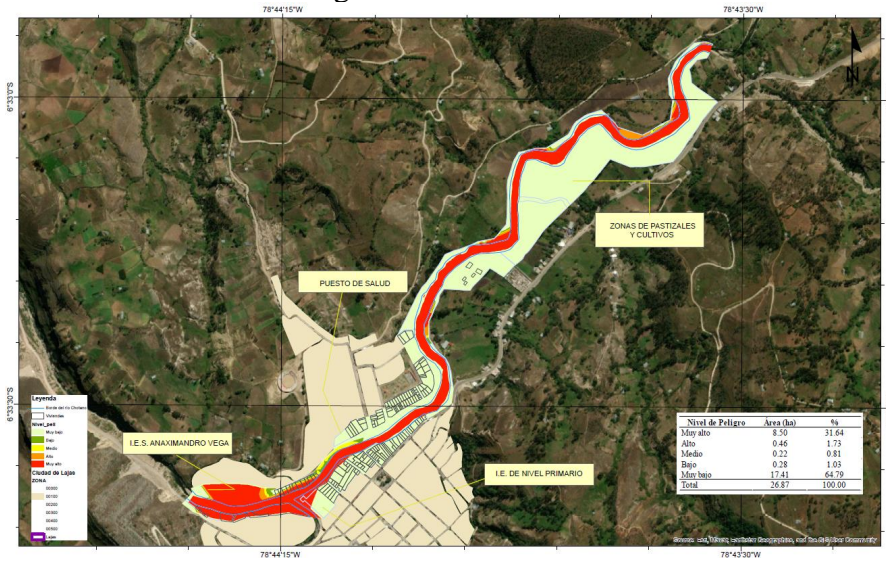
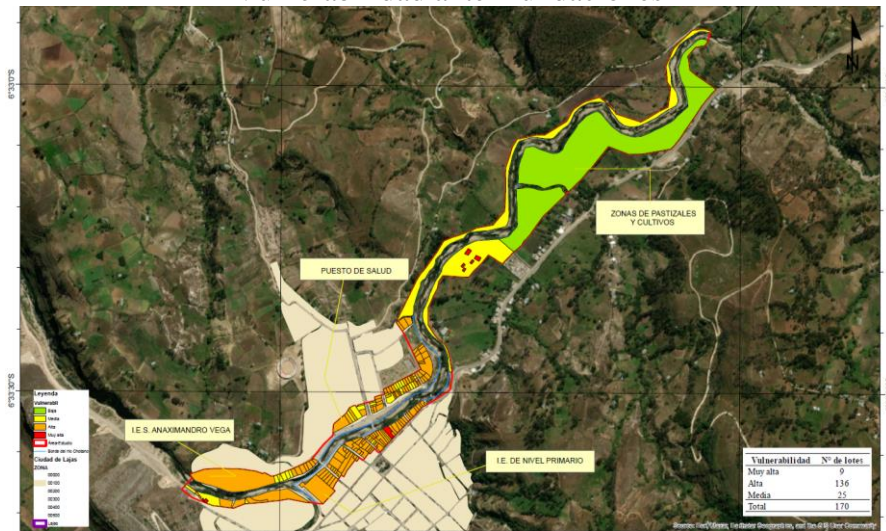
	Indicador	Peligro (ha)	Vulnerabilidad (N° de lotes)	Riesgo (ha)	%
	Muy alto	8.50	9	1.26	4.68
	Alto	0.46	136	7.73	28.77
	Medio	0.22	25	0.97	3.60
	Bajo	0.18	Pastizales	16.91	62.95
	Total			26.87	100.00

Figura 88 Peligro, Vulnerabilidad, Riesgo a Inundación, Río Chotano, Lajas

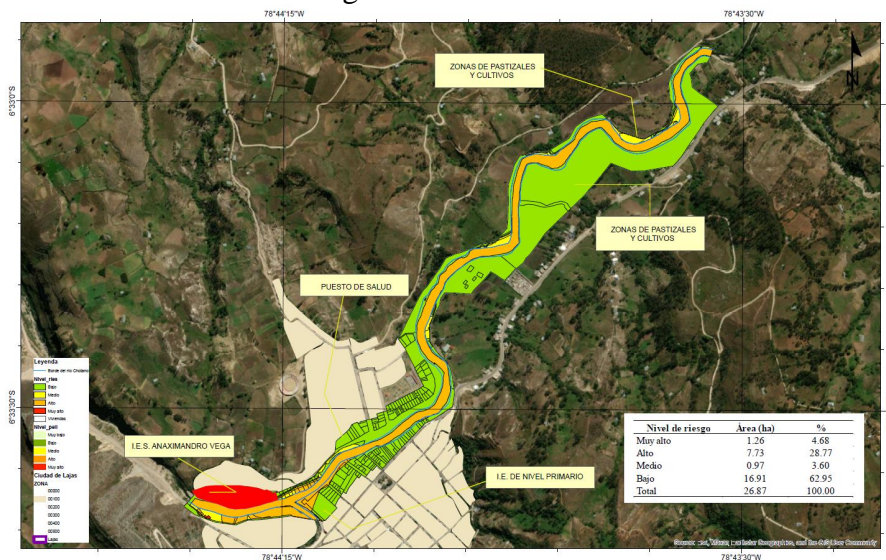
Peligro ante inundaciones



Vulnerabilidad ante inundaciones



Riesgo ante inundaciones



7.2.1.2.Propuestas estructurales de contención

Descolmatación del río Chotano: En el km 0+000 a km 1+600 del río Chotano, del sector La Retama al Puente Colgante de Lajas, no obstante, la descolmatación debe realizarse cada 1 ½ año, primordialmente en las cuatro secciones críticas identificadas a fin de garantizar la efectividad de este método de contención en el control de inundaciones fluviales por desborde del río Chotano en Lajas.

Muro de contención: En el tramo km 2+060 al km 2+648 se debe construir un muro de contención de concreto armado $f'c$ 210 kg/cm² en voladizo, del cual se da más detalle de sus dimensiones y análisis estructural en el anexo J.

Mantenimiento de muros de contención existentes: Es importante realizar un adecuado mantenimiento a los muros de contención existentes en la zona para garantizar su eficacia en la contención de las inundaciones.

Limpieza y despeje: Mantener limpia la base de los muros, removiendo sedimentos y vegetación que puedan afectar su estabilidad. Además, eliminar cualquier objeto o residuo que pueda obstruir el flujo del agua.

Reforzamiento estructural: En caso de identificarse daños o debilidades en los muros de contención, se deben realizar las reparaciones o refuerzos necesarios para garantizar su estabilidad y resistencia.

7.2.1.3.Propuestas no estructurales de contención

Crear un comité de emergencia local: Es importante establecer un comité de emergencia compuesto por representantes de la comunidad, autoridades locales, personal de educación y expertos en desastres naturales. Este comité será responsable de coordinar las acciones y tomar decisiones en caso de inundaciones.

Establecer un sistema de alerta temprana: Se debe implementar un sistema de alerta temprana que permita a la comunidad recibir información sobre el posible

desbordamiento del río con suficiente antelación. Esto puede incluir el uso de sirenas, mensajes de texto, redes sociales y otros medios de comunicación efectivos.

Delimitar las fajas marginales: En el área urbana existen edificaciones construidas por lo que no se puede delimitar adecuadamente las fajas marginales, no obstante, en las áreas de expansión urbana, aguas arriba del río Chotano en la ciudad de Lajas Km 0+000 al Km 1+600 se pueden plantear normas que regulen la construcción en las fajas marginales evitando así que en un futuro estas se conviertan en áreas de lotización o construcción de edificaciones.

Capacitación y simulacros: Es esencial capacitar a la comunidad y al personal de educación sobre los procedimientos de emergencia, incluyendo la evacuación y los primeros auxilios. Además, se deben realizar simulacros periódicos para asegurar que todos estén preparados y conozcan los pasos a seguir durante una inundación.

Monitoreo constante del río: Es necesario establecer un sistema de monitoreo constante del nivel del río Chotano en la zona, para poder predecir y anticipar posibles desbordamientos. Esto puede incluir la instalación de estaciones de monitoreo y la designación de personal encargado de esta tarea.

Educación y conciencia comunitaria: Se debe promover la educación y conciencia comunitaria sobre los riesgos de inundaciones y cómo actuar durante una emergencia. Esto puede incluir la difusión de material informativo, charlas educativas y talleres de capacitación.

7.3. DURANTE LA CONTINGENCIA

7.3.1. *Procedimientos de respuesta*

Cuando se presenta una inundación por desborde del río Chotano en la ciudad de Lajas, es fundamental que las autoridades locales, la comunidad educativa aledaña al cauce del río, los organismos de emergencia, las instituciones de salud y la población en general estén preparados para responder de manera eficiente y segura. A continuación, se presentan algunos procedimientos de respuesta que se deben seguir:

Activación de los planes de emergencia: Las autoridades locales deben activar los planes de emergencia pertinentes y coordinar las acciones necesarias para enfrentar la inundación. Esto incluye establecer comités de emergencia, designar responsabilidades y comunicar de manera efectiva la situación a la comunidad.

Evacuación: En caso de ser necesario, las autoridades locales y los organismos de emergencia deben llevar a cabo una evacuación ordenada de las personas que se encuentran en zonas de riesgo. Esto implica establecer rutas de evacuación seguras, puntos de encuentro y contar con los recursos necesarios para la evacuación (transporte, albergues temporales, entre otros).

Comunicación y difusión de información: Tanto las autoridades locales como las instituciones educativas, de salud y los medios de comunicación deben difundir información clara y oportuna sobre la situación de emergencia, las medidas de seguridad que se deben tomar, las rutas de evacuación y los puntos de encuentro. Es importante utilizar diferentes canales de comunicación (radio, televisión, redes sociales, entre otros) para llegar a la mayor cantidad de personas posible.

Coordinación entre los organismos de emergencia: Los diferentes organismos de emergencia (bomberos, policía, defensa civil, entre otros) deben coordinar sus acciones y esfuerzos para garantizar una respuesta eficiente y oportuna. Esto implica compartir información, colaborar en la evacuación y rescate de personas, y brindar apoyo logístico y sanitario.

Atención de las necesidades básicas: Las instituciones de salud y las autoridades competentes deben asegurar la atención de las necesidades básicas de la población afectada, como alimentos, agua potable, medicamentos y atención médica. Se deben establecer áreas de atención médica y contar con personal calificado y recursos suficientes para brindar asistencia.

7.4. DESPUÉS DE LA CONTINGENCIA

7.4.1. *Plan de evacuación y refugio seguro*

Un plan de evacuación y refugio seguro después de una inundación es un conjunto de medidas y procedimientos establecidos con el objetivo de garantizar la seguridad y protección de las personas afectadas por el desastre natural. A continuación, se presenta una descripción de los pasos a seguir en un plan de evacuación y refugio seguro después de una inundación:

Evaluación de la situación: Una vez que ha ocurrido la inundación, es necesario evaluar la situación para determinar el nivel de riesgo y la magnitud de los daños causados. Esta evaluación debe hacerse por personal capacitado en respuesta a emergencias.

Alerta y comunicación: Es fundamental contar con un sistema de alerta temprana y un sistema de comunicación efectivo para informar a las personas afectadas sobre la situación y las medidas a tomar. Esto puede incluir el uso de alarmas,

megáfonos, mensajes de texto, redes sociales u otros medios de comunicación masiva.

Evacuación: En caso de que sea necesario evacuar, se debe organizar y coordinar el traslado de las personas a lugares seguros. Esto implica establecer rutas de evacuación y puntos de encuentro, así como proveer el transporte necesario. Es importante tener en cuenta las necesidades particulares de grupos vulnerables, como personas mayores, personas con discapacidad o niños.

- **Zonas seguras de evacuación:** Identificar las zonas más vulnerables en la ciudad de Lajas que podrían ser afectadas por una inundación y establecer puntos de encuentro para la evacuación de los habitantes. Estas zonas deben estar ubicadas en áreas altas y seguras, lejos del río y de posibles deslizamientos de tierra.
- **Rutas de evacuación:** Establecer rutas de evacuación claras y señalizadas que permitan a la población desplazarse desde las zonas inundables hacia los puntos de encuentro previamente establecidos. Estas rutas deben ser seguras y estar libres de obstáculos que dificulten el paso de los evacuados.
- **Transporte de emergencia:** Prever la disponibilidad de vehículos de transporte de emergencia, como autobuses o camiones, para facilitar la evacuación de personas que no puedan desplazarse por sus propios medios. Estos vehículos deben estar en buen estado de funcionamiento y contar con personal capacitado para su operación.

Albergues temporales: Habilitar refugios temporales en lugares seguros y adecuados para recibir a las personas evacuadas. Estos refugios deben contar con los suministros necesarios, como agua potable, comida, colchonetas, mantas, servicios sanitarios y atención médica básica.

Figura 89

Evacuación y Albergues Temporales



Asistencia y apoyo: Se debe garantizar la atención y asistencia necesaria a las personas afectadas. Esto incluye la provisión de servicios básicos como alimentos, agua potable, medicamentos y atención médica. Además, se deben brindar servicios psicosociales para ayudar a las personas a hacer frente a las secuelas emocionales causadas por la inundación.

7.4.2. Plan de recuperación

Un plan de recuperación después de una inundación es un conjunto de acciones y medidas establecidas para restaurar y reconstruir las áreas afectadas con el objetivo de recuperar la normalidad y mejorar la resiliencia de la comunidad. A continuación, se presenta una descripción de los pasos a seguir en un plan de recuperación después de una inundación:

Evaluar los daños: Después de una inundación, es importante evaluar los daños causados por el desborde del río Chotano en la ciudad de Lajas. Esto incluye

evaluar la estructura de los edificios, carreteras y puentes, así como los daños en las viviendas y en los servicios básicos como agua potable, electricidad y alcantarillado.

Priorización de acciones: Con base en la evaluación de daños y necesidades, se establecen prioridades en las acciones a tomar. Se identifican las áreas más afectadas y se determina el orden en el que se debe realizar la reconstrucción y restauración.

Movilización de recursos: Se busca y moviliza los recursos necesarios para llevar a cabo las acciones de recuperación. Esto puede incluir fondos económicos, materiales de construcción, maquinaria, mano de obra especializada y apoyo técnico.

Limpiar y desinfectar: Una vez evaluados los daños, es necesario realizar una limpieza exhaustiva y desinfección de las áreas afectadas por la inundación. Esto incluye eliminar el lodo, escombros y cualquier material contaminado que pueda representar un riesgo para la salud.

Reparar la infraestructura dañada: Se debe priorizar la reparación de la infraestructura dañada, como las carreteras y puentes, para permitir el acceso a las áreas afectadas y facilitar la prestación de los servicios públicos y de emergencia.

Restablecer los servicios básicos: Es fundamental trabajar en el restablecimiento de los servicios básicos, como el suministro de agua potable, electricidad y alcantarillado. Se deben reparar las tuberías dañadas y garantizar que estas sean seguras y estén en funcionamiento adecuado.

Rehabilitar las viviendas afectadas: Muchas viviendas pueden haber sufrido daños debido a la inundación. Es importante brindar asistencia para rehabilitar

estas viviendas, ya sea a través de subsidios o programas de reconstrucción, para que las personas puedan regresar a sus hogares lo antes posible.

Restauración de recursos naturales: Se implementan acciones para rehabilitar y proteger los recursos naturales afectados por la inundación, como ríos, bosques, humedales y ecosistemas marinos. Esto incluye la reforestación, la restauración de hábitats y la promoción de prácticas sostenibles.

Apoyo psicosocial y asistencia a la comunidad: Se brinda apoyo psicosocial a las personas afectadas para ayudarles en su proceso de recuperación emocional y mental. Además, se ofrecen servicios de asistencia social y económica a la comunidad, como programas de empleo temporal, créditos para pequeños negocios y capacitación para la generación de ingresos.

Coordinación entre autoridades y organizaciones: Es fundamental asegurar una coordinación efectiva entre las autoridades locales, nacionales y las diferentes organizaciones involucradas en la recuperación después de la inundación. Esto garantizará una respuesta rápida y eficiente, así como una distribución equitativa de los recursos y apoyos disponibles.

Sensibilización y educación: Es esencial invertir en la educación y sensibilización de la comunidad sobre cómo prepararse y responder ante desastres naturales como las inundaciones. Esto incluye difundir información sobre medidas de seguridad, evacuación y la importancia de contar con un plan de emergencia familiar.

Medidas preventivas: Para evitar futuras inundaciones en la ciudad de Lajas, es necesario implementar medidas preventivas. De existir las mismas, se verificará si siguen cumpliendo su función o requieren mantenimiento y/o reconstrucción.

Monitoreo y evaluación: Una vez implementadas las medidas de recuperación, es importante realizar un monitoreo y evaluación periódica para verificar la efectividad de las acciones tomadas y realizar ajustes si es necesario. Esto permitirá mejorar las respuestas futuras ante desbordamientos del río Chotano o cualquier otro desastre natural.

7.5. IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE CONTINGENCIA

Según el enfoque de INDECI (2011), la implementación de planes de contingencia requiere del liderazgo de las autoridades que integran la Municipalidad Distrital de Lajas y, por supuesto, de las decisiones institucionales de todos los participantes, para un proceso continuo y exigente de asignación de roles y responsabilidades. De esta forma se debe realizar el detalle del área de trabajo a activar y las acciones específicas a realizar en cada caso concreto.

7.5.1. Validación y adopción del plan

El plan debe ser validado por todos los participantes mencionados en el plan, es decir, los organismos correspondientes que responden a eventos de inundación en el área en cuestión, para que todos los mismos organismos puedan adoptar el plan a través de ordenanzas municipales.

7.5.2. Revisión del plan de prevención y mitigación

Cada vez que suceda un evento de inundación se debe revisar el plan de prevención y mitigación para verificar que las medidas como la limpieza y descolmatación del río Chotano, la construcción de diques y muros de contención, y la reubicación de las viviendas en zonas seguras siga siendo vigente. Este plan debe ser implementado de manera continua y actualizada en coordinación con las autoridades competentes.

Anexo C. Panel fotográfico

Anexo C.1. Antecedentes de desborde del río Chotano en Lajas

Fotografía 1. Institución educativa Anaximandro Vega, Lajas, afectada por desborde del río Chotano en el año 2022.



Nota: (Vásquez, 25 de marzo 2022).

Fotografía 2. Nivel de agua en la institución educativa Anaximandro Vega, Lajas, por desborde del río Chotano en el año 2013.



Nota: (Gobierno Regional de Cajamarca (GRC), 5 de marzo 2013).

Fotografía 3. Daños al mobiliario de la I.E.S. Anaximandro Vega a causa del desborde del río Chotano en el año 2013.



Nota: (Gobierno Regional de Cajamarca (GRC), 5 de marzo 2013).

Fotografía 4. El desborde del río Chotano ocasionó pérdidas de cultivos y animales en el año 2009 – Sector La Retama, Lajas.



Nota: (RTV Chota, 2009), publicado el 26 de marzo, 2009.

Anexo C.2. Inspección y levantamiento topográfico del área de estudio

Fotografía 5. Vista de la confluencia de los ríos Chotano y Jalqueño



Fotografía 6. Estacionamiento del equipo topográfico



Fotografía 7. BMS y puntos fijos en el trayecto del río Chotano



Fotografía 8. Toma de puntos a 25 m del borde del río Chotano



Fotografía 9. Toma de puntos en el borde y eje del río Chotano



Fotografía 10. Toma de puntos en el borde del río Chotano



Fotografía 11. Toma de puntos topográficos en la confluencia con el río Jalqueño



Fotografía 12. Toma de puntos en el fin del tramo de estudio del río Chotano



Anexo C.3. Aplicación del formato de vulnerabilidad

Fotografía 13. Aplicación del cuestionario visual a aquellas personas dispuestas a responder el mismo



Fotografía 14. Aplicación del cuestionario por medio de la observación



Fotografía 15. Aplicación del cuestionario visual en aquellas viviendas con propietarios presentes al momento de realizar la encuesta



Fotografía 16. Vista de una de las viviendas en la que se aplicó el cuestionario



Anexo C.4. Muestreo y estudio de mecánica de suelos

Fotografía 17. Muestreo de suelos en la Calicata 1 del trayecto del río Chotano



Fotografía 18. Muestreo de suelos en la Calicata 2 del trayecto del río Chotano



Fotografía 19. Muestreo de suelos en la Calicata 3 del trayecto del río Chotano



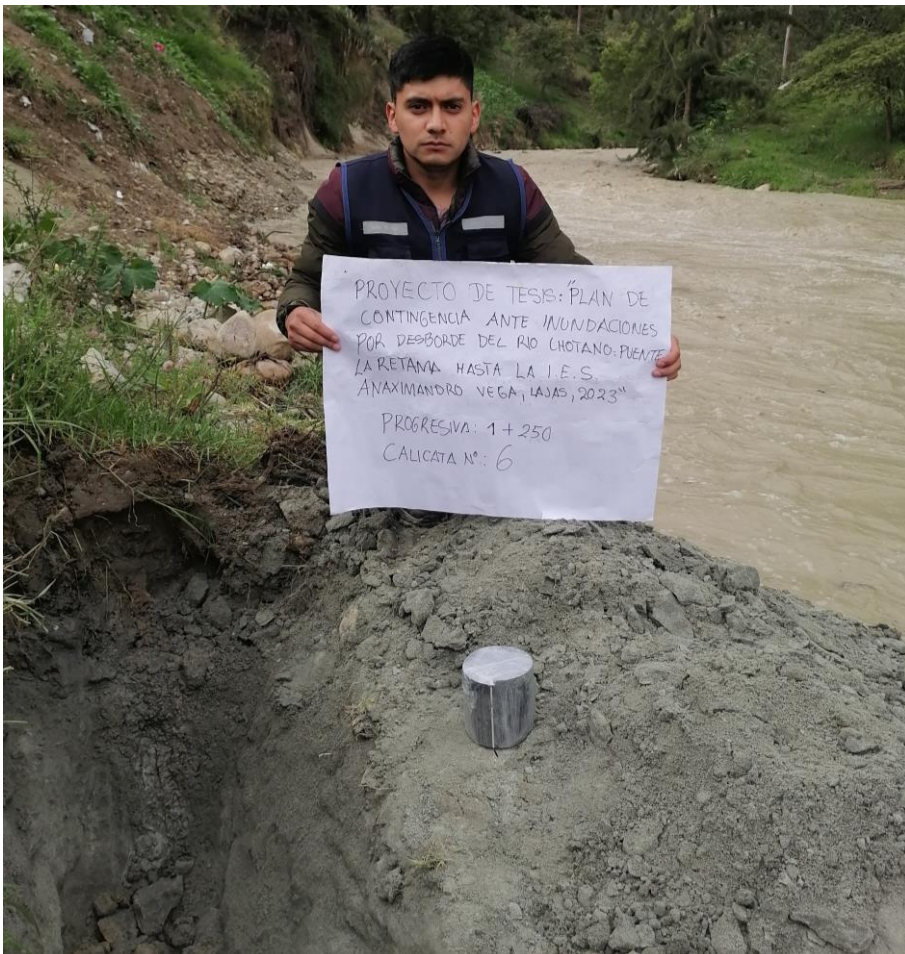
Fotografía 20. Muestreo de suelos en la Calicata 4 del trayecto del río Chotano



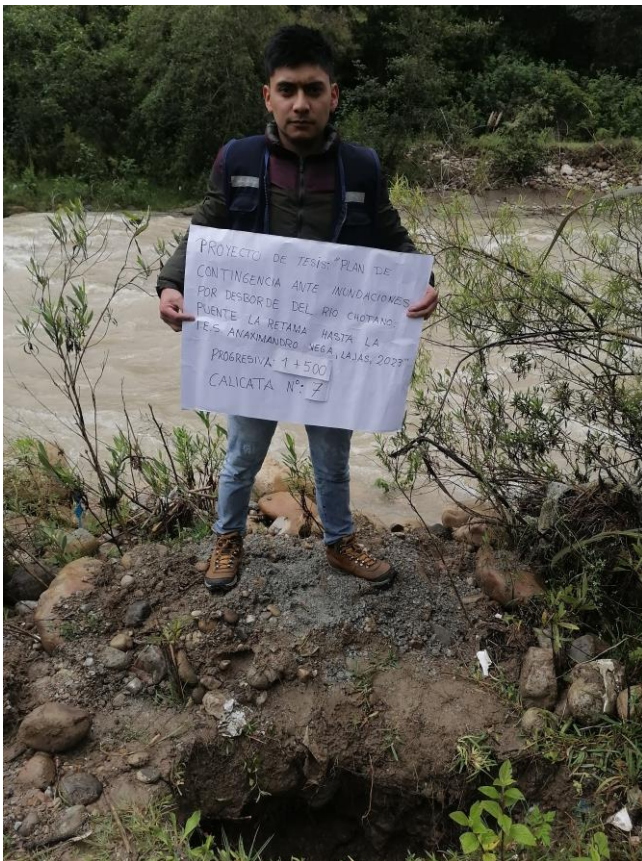
Fotografía 21. Muestreo de suelos en la Calicata 5 del trayecto del río Chotano



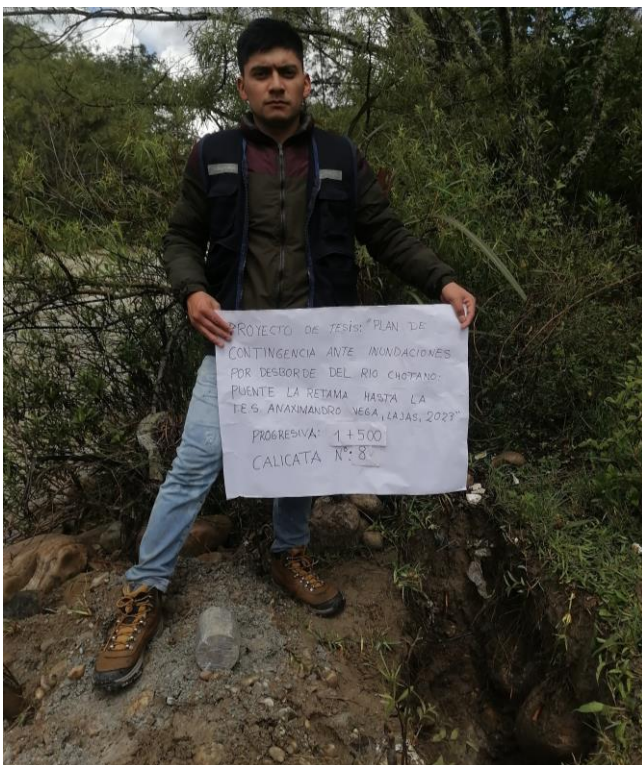
Fotografía 22. Muestreo de suelos en la Calicata 6 del trayecto del río Chotano



Fotografía 23. Muestreo de suelos en la Calicata 7 del trayecto del río Chotano



Fotografía 24. Muestreo de suelos en la Calicata 8 del trayecto del río Chotano



Fotografía 25. Muestreo de suelos en la Calicata 9 del trayecto del río Chotano



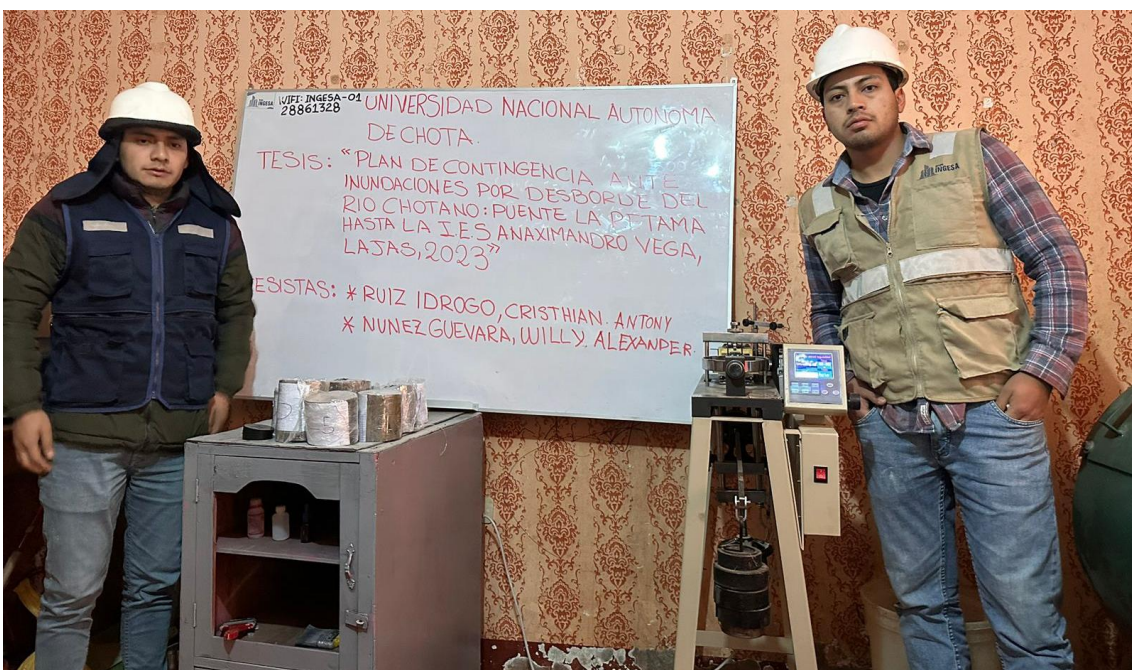
Fotografía 26. Muestreo de suelos en la Calicata 10 del trayecto del río Chotano



Fotografía 27. Toma de muestras inalteradas y protección de las mismas para trasladarlas a laboratorio



Fotografía 28. Ensayos de laboratorio de mecánica de suelos: Prueba de corte directo



Fotografía 29. Ensayos de laboratorio de mecánica de suelos: Prueba de Granulometría



Fotografía 30. Ensayos de laboratorio de mecánica de suelos: Prueba de límites de consistencia



Anexo D. Parámetros geomorfológicos de las cuencas



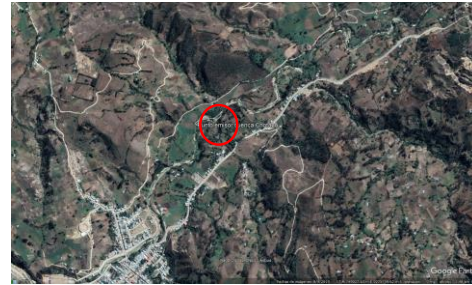
PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
SUBCUENCA DEL RÍO CHOTANO

RESPONSABLE: WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO

SUBCUENCA: CHOTANO

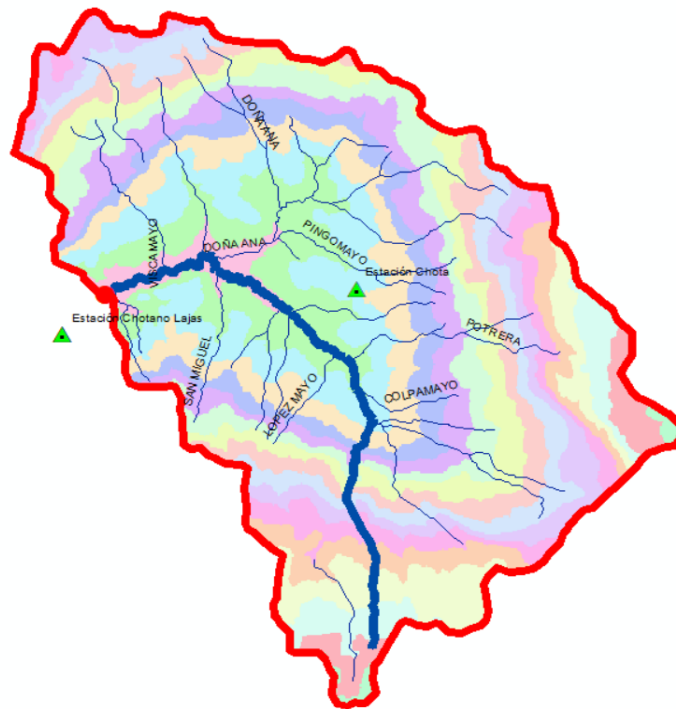
UBICACIÓN: Distrito: LAJAS
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA

PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 750899.65 m E
Norte: 9275226.29 m S



1) Delimitación de la microcuenca en el programa ArcMAP 10.8

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

A_c=	295.56	Km ²	Microcuenca
-----------------------	--------	-----------------	-------------

2.2. Perímetro (P)

P_c=	81.89	Km
-----------------------	-------	----

2.3. Longitud al centroide (L_c)

Centroide x	C _x =	759424.48	m
Centroide y	C _y =	9273941.31	m
Centroide z	C _z =	3106.54	msnm



PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
SUBCUENCA DEL RÍO CHOTANO

RESPONSABLE: WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO

SUBCUENCA: CHOTANO

UBICACIÓN: Distrito: LAJAS
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA

PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 750899.65 m E
Norte: 9275226.29 m S



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

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

P= perímetro de la cuenca 81.89
A= área de la cuenca 295.56

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

La tormenta se da en una parte

Si k mayor a 1 la cuenca tiene forma alargada

La tormenta se da en toda su extensión

K= 1.334

Clase II

Forma oval-oblonga

2.5. Altitud media (H)

Datos: Elevación mínima Hmín= 2150.00 msnm 1700.00
Elevación máxima Hmáx= 3850.00 msnm 100.00

Áreas parciales entre altitudes

PARCIALES	ALTITUDES		AREA (Km2)
Área 1	2150	2250	7.676
Área 2	2250	2350	28.533
Área 3	2350	2450	32.543
Área 4	2450	2550	24.223
Área 5	2550	2650	19.323
Área 6	2650	2750	22.361
Área 7	2750	2850	23.586
Área 8	2850	2950	21.516
Área 9	2950	3050	19.146
Área 10	3050	3150	18.288
Área 11	3150	3250	18.003
Área 12	3250	3350	13.178
Área 13	3350	3450	12.526
Área 14	3450	3550	16.003
Área 15	3550	3650	9.648
Área 16	3650	3750	7.021
Área 17	3750	3850	1.988
	Área total		295.56

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
SUBCUENCA DEL RÍO CHOTANO

RESPONSABLE: WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO

SUBCUENCA: CHOTANO

UBICACIÓN: Distrito: LAJAS
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA

PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 750899.65 m E
Norte: 9275226.29 m S



ALTITUD MEDIA			
ITEM	PROMEDIO	ÁREA ENTRE COTAS	AixHi
1	2,200	7.676	16886.62
2	2,300	28.533	65626.44
3	2,400	32.543	78103.76
4	2,500	24.223	60558.09
5	2,600	19.323	50240.41
6	2,700	22.361	60373.99
7	2,800	23.586	66040.06
8	2,900	21.516	62395.63
9	3,000	19.146	57437.21
10	3,100	18.288	56693.53
11	3,200	18.003	57610.35
12	3,300	13.178	43488.18
13	3,400	12.526	42587.50
14	3,500	16.003	56011.32
15	3,600	9.648	34733.65
16	3,700	7.021	25976.72
17	3,800	1.988	7555.29
TOTAL		295.56	842,318.75
H =		2,849.88	m

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

Método gráfico para el cálculo de la altitud media (H)						
	ALTITUD msnm	AREA PARCIAL	AREA ACUMULADA	AREA QUE QUEDA SOBRE LA CURVA	% DE AREA PARCIAL	% QUE QUEDA SOBRE LA ALTITUD
PMB	2,150	0.000	0	295.56	0.00%	100.00%
A1	2,250	7.676	7.676	287.89	2.60%	97.40%
A2	2,350	28.533	36.209	259.35	9.65%	87.75%
A3	2,450	32.543	68.752	226.81	11.01%	76.74%
A4	2,550	24.223	92.975	202.59	8.20%	68.54%
A5	2,650	19.323	112.299	183.26	6.54%	62.01%
A6	2,750	22.361	134.659	160.90	7.57%	54.44%
A7	2,850	23.586	158.245	137.32	7.98%	46.46%
A8	2,950	21.516	179.761	115.80	7.28%	39.18%
A9	3,050	19.146	198.907	96.66	6.48%	32.70%
A10	3,150	18.288	217.195	78.37	6.19%	26.51%
A11	3,250	18.003	235.198	60.36	6.09%	20.42%
A12	3,350	13.178	248.376	47.19	4.46%	15.96%
A13	3,450	12.526	260.902	34.66	4.24%	11.73%
A14	3,550	16.003	276.905	18.66	5.41%	6.31%
A15	3,650	9.648	286.554	9.01	3.26%	3.05%
A16	3,750	7.021	293.574	1.99	2.38%	0.67%
A17	3,850	1.988	295.563	0.00	0.67%	0.00%
$\Sigma T =$		295.56			100.00%	



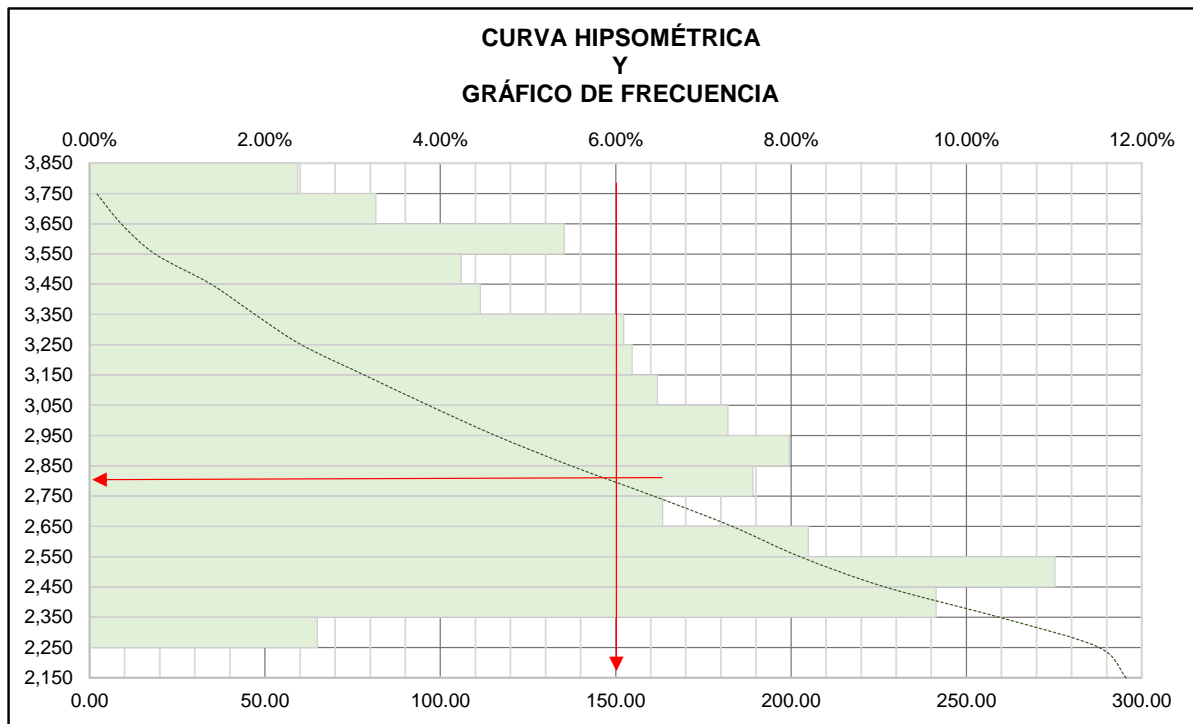
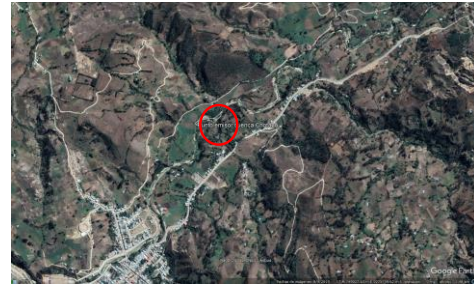
PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
SUBCUENCA DEL RÍO CHOTANO

RESPONSABLE: WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
 CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO

SUBCUENCA: CHOTANO

UBICACIÓN: Distrito: LAJAS
 Provincia: CHOTA
 Región: CAJAMARCA

PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 750899.65 m E
 Norte: 9275226.29 m S



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

0.05 km
 295.565 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



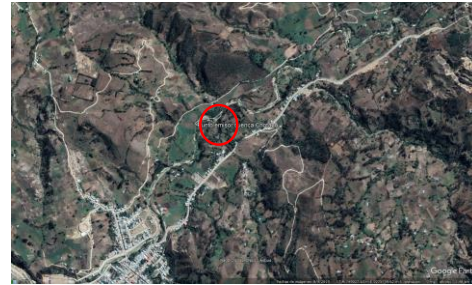
PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
SUBCUENCA DEL RÍO CHOTANO

RESPONSABLE: WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
 CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO

SUBCUENCA: CHOTANO

UBICACIÓN: Distrito: LAJAS
 Provincia: CHOTA
 Región: CAJAMARCA

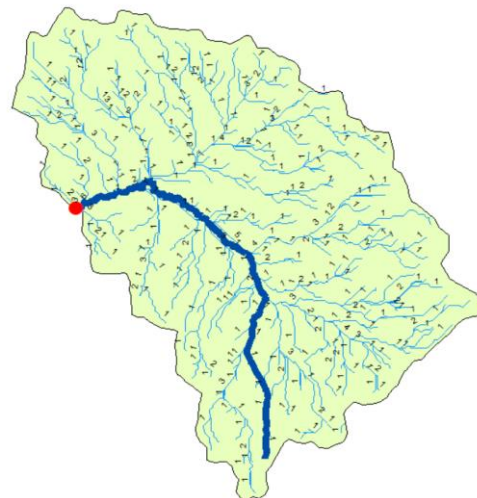
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 750899.65 m E
 Norte: 9275226.29 m S



Estimación de la pendiente de la cuenca (Sc)

CURVA DE NIVEL		LONGITUD (Km)
Curva 1	2,300.00	58.203
Curva 2	2,350.00	75.396
Curva 3	2,400.00	22.007
Curva 4	2,450.00	0.947
Curva 5	2,500.00	39.230
Curva 6	2,550.00	7.035
Curva 7	2,600.00	31.466
Curva 8	2,700.00	37.852
Curva 9	2,750.00	40.209
Curva 10	2,800.00	30.018
Curva 11	2,850.00	19.433
Curva 12	2,900.00	0.408
Curva 13	3,000.00	34.653
Curva 14	3,050.00	35.092
Curva 15	3,100.00	34.375
Curva 16	3,150.00	0.966
Curva 17	3,200.00	0.940
Curva 18	3,250.00	6.526
Curva 19	3,300.00	3.399
Curva 20	3,400.00	14.527
Curva 21	3,500.00	0.976
Curva 22	3,600.00	0.294
Curva 23	3,650.00	0.580
Curva 24	3,700.00	6.662
Curva 25	3,800.00	1.050
Curva 26	3,850.00	0.473
TOTAL		502.718

Sc = 8.50%





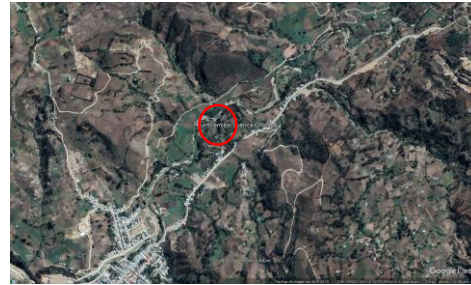
PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
SUBCUENCA DEL RÍO CHOTANO

RESPONSABLE: WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO

SUBCUENCA: CHOTANO

UBICACIÓN: Distrito: LAJAS
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA

PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 750899.65 m E
Norte: 9275226.29 m S



2.7. Número de orden de la cuenca (N) N= 6

2.8. Longitud de la red hídrica

ORDEN	Longitud de cauces (km)	Número de cauces
1	269.60	320
2	113.97	155
3	65.29	94
4	13.09	22
5	14.58	33
6	2.95	7
Total	479.47	631.00

2.9. Longitud del máximo recorrido (L) L (km) 24.24 Km L (m) 24244

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 3700.00
Hmín= Altura mínima 2150.00
ΔH= Diferencia de alturas 1550.00
L= longitud del cauce principal 24.24

6.39 %

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

ALTITUDES		LONG. PARCIALES	DESNIVEL	PENDIENTE ENTRE TRAMOS	
Hi	Hf	Li (m)	hi (m)	si = hi/li	(li ² /si) ^{1/2}
2,150	2,250	8,574.30	100.00	0.0117	79,395.87
2,250	2,350	4,341.31	100.00	0.0230	28,604.26
2,350	2,450	1,386.55	100.00	0.0721	5,163.03
2,450	2,550	592.39	100.00	0.1688	1,441.82
2,550	2,650	412.57	100.00	0.2424	838.01
2,650	2,750	537.28	100.00	0.1861	1,245.37
2,750	2,850	362.20	100.00	0.2761	689.32
2,850	2,950	351.45	100.00	0.2845	658.85
2,950	3,050	328.96	100.00	0.3040	596.63
3,050	3,150	303.20	100.00	0.3298	527.94
3,150	3,250	600.83	100.00	0.1664	1,472.75
3,250	3,350	1,634.88	100.00	0.0612	6,610.39
3,350	3,450	1,057.51	100.00	0.0946	3,438.98
3,450	3,550	1,288.99	100.00	0.0776	4,627.81
3,550	3,650	1,634.90	100.00	0.0612	6,610.56
3,650	3,700	797.32	50.00	0.0627	3,183.92
TOTAL		24,205			145,106

Nota: Esta formula utiliza el HMS S = 2.78 %



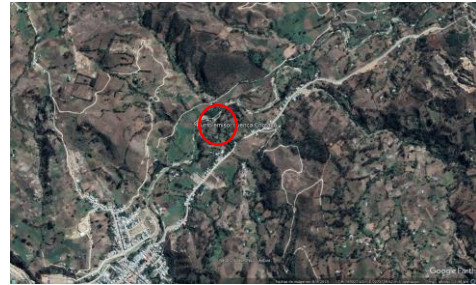
PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
SUBCUENCA DEL RÍO CHOTANO

RESPONSABLE: WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO

SUBCUENCA: CHOTANO

UBICACIÓN: Distrito: LAJAS
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA

PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 750899.65 m E
Norte: 9275226.29 m S



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) 24.24 Km
So= Pendiente promedio del cauce mayor (m/m) 0.028 m/m

Tc= 6.68 horas
Tc= 400.99 minutos

Fórmula de KIRPICH

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

Donde: L = Longitud del curso mayor en metros = 24,244.03 m
S = Pendiente = H/L = 7.01 %
H = Diferencia entre altitud máxima y mínima = 1,700 m

Tc= 112.50 minutos
Tc= 1.87 horas 2.138

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 = 295.56 Km²
L = Longitud del Río Principal en Km= 24.24 Km
H = Altitud Media en metros, descontando la cota de origen de la cuenca sobre el punto en estudio = 699.88 m

Tc= 4.97 horas
Tc= 298.05 minutos

Fórmula de TEMEZ

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

Donde: L = Longitud del cauce principal en Km = 24.24 Km
n = Pendiente media del curso principal = 2.78 %



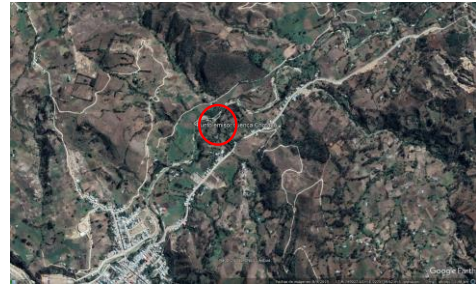
PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
SUBCUENCA DEL RÍO CHOTANO

RESPONSABLE: WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO

SUBCUENCA: CHOTANO

UBICACIÓN: Distrito: LAJAS
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA

PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 750899.65 m E
Norte: 9275226.29 m S



Tc= 6.42 horas
Tc= 384.94 minutos

2.12. Coeficiente orográfico (Co)

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

H= Altitud media del relieve
A= área de la cuenca

2.85 km
295.56 km²

Co= 0.0275

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	320	2.065
2	155	1.649
4	94	4.273
5	22	0.667
6	33	

Rc promedio= 2.163

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	269.60	0.423
2	113.97	0.573
3	65.29	0.201
4	13.09	1.114
5	14.58	0.202
6	2.95	

Rl promedio= 0.502

2.15 Factor de forma (F)

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

A= Área de la cuenca
L= Longitud de máximo recorrido

295.564662 km²
24.24 Km

F= 0.503



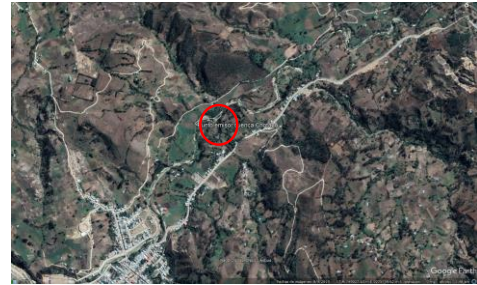
PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
SUBCUENCA DEL RÍO CHOTANO

RESPONSABLE: WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO

SUBCUENCA: CHOTANO

UBICACIÓN: Distrito: LAJAS
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA

PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 750899.65 m E
Norte: 9275226.29 m S



2.1.7. Resumen de resultados

Parámetro geomorfológico	Valor	
Área (km ²)	295.56	
Perímetro (km)	81.89	
Coeficiente de compacidad	1.334	
Altitud media (msnm)	2,849.88	
Pendiente de la cuenca (%)	8.50%	
Número de orden	6	
Longitud de la red hídrica (km)	479.47	
Longitud del máximo recorrido (km)	24.24 Km	
Pendiente del cauce principal (%)	2.78	0.0278
Tiempo de concentración (minutos)	384.94	



**PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
MICROCUECNA DEL RÍO JALQUEÑO**

RESPONSABLE: WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO

SUBCUENCA: CHOTANO

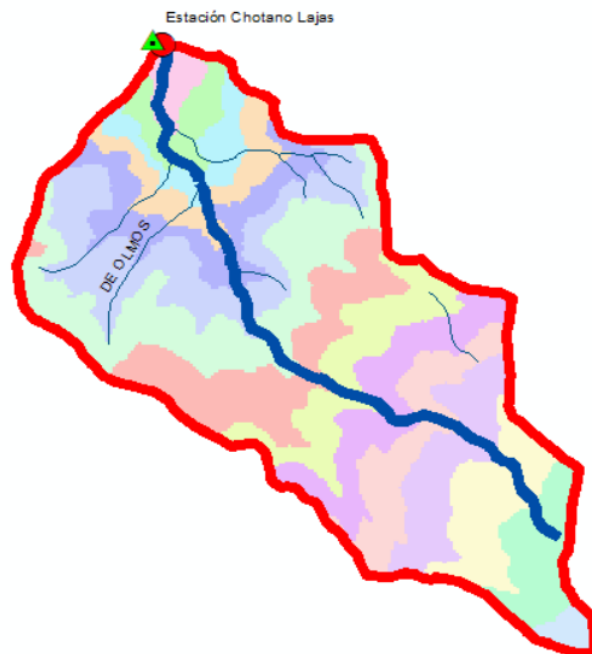
UBICACIÓN: Distrito: LAJAS
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA

PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 750207.07 m E
Norte: 9274235.78 m S



**1) Delimitación de la microcuenca en el programa
ArcMAP 10.8**

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 (km2)		N° de orden
Micro cuenca	0	50	1, 2, 3
Sub cuenca	51	500	4, 5
Cuenca	más	500	6 a más

Ac=	52.86	Km2	Subcuenca
-----	-------	-----	-----------

2.2. Perímetro (P)

Pc=	34.65	Km
-----	-------	----

2.3. Longitud al centroide (Lc)

Centroide x	Cx=	752670.43	m
Centroide y	Cy=	9268640.06	m
Centroide z	Cz=	2910.91	msnm



**PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
MICROCUCNA DEL RÍO JALQUEÑO**

RESPONSABLE: WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO

SUBCUENCA: CHOTANO

UBICACIÓN: Distrito: LAJAS
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA

PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 750207.07 m E
Norte: 9274235.78 m S



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

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

P= perímetro de la cuenca 34.65
A= área de la cuenca 52.86

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= 1.334

Clase II

Forma oval-redonda

2.5. Altitud media (H)

Datos: Elevación mínima Hmín= 2150.00 msnm 1500.00
Elevación máxima Hmáx= 3650.00 msnm 100.00

Áreas parciales entre altitudes

PARCIALES	ALTITUDES		AREA (Km2)
Área 1	2150	2250	1.087
Área 2	2250	2350	1.704
Área 3	2350	2450	1.872
Área 4	2450	2550	2.464
Área 5	2550	2650	3.579
Área 6	2650	2750	6.437
Área 7	2750	2850	7.777
Área 8	2850	2950	5.737
Área 9	2950	3050	4.049
Área 10	3050	3150	4.117
Área 11	3150	3250	3.469
Área 12	3250	3350	3.632
Área 13	3350	3450	3.524
Área 14	3450	3550	2.767
Área 15	3550	3650	0.649
Área total			52.86

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
MICROCUCUENCA DEL RÍO JALQUEÑO**

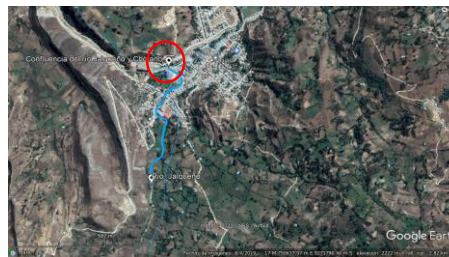
RESPONSABLE: WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA

CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO

SUBCUENCA: CHOTANO

UBICACIÓN: Distrito: LAJAS
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA

PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 750207.07 m E
Norte: 9274235.78 m S



ALTITUD MEDIA			
ITEM	PROMEDIO	Área entre curvas	AixHi
1	2,200	1.087	2390.30
2	2,300	1.704	3919.20
3	2,400	1.872	4491.60
4	2,500	2.464	6160.00
5	2,600	3.579	9305.40
6	2,700	6.437	17378.55
7	2,800	7.777	21774.20
8	2,900	5.737	16635.85
9	3,000	4.049	12147.00
10	3,100	4.117	12761.15
11	3,200	3.469	11100.80
12	3,300	3.632	11983.95
13	3,400	3.524	11981.60
14	3,500	2.767	9682.75
15	3,600	0.649	2336.40
TOTAL		52.86	154,048.75
H =	2,914.28		m

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

Método gráfico para el cálculo de la altitud media (H)						
	ALTITUD msnm	AREA PARCIAL	AREA ACUMULADA	AREA QUE QUEDA SOBRE LA CURVA	% DE AREA PARCIAL	% QUE QUEDA SOBRE LA ALTITUD
PMB	2,150	0.000	0	52.86	0.00%	100.00%
A1	2,254	1.087	1.087	51.77	2.06%	97.94%
A2	2,357	1.704	2.791	50.07	3.22%	94.72%
A3	2,461	1.872	4.662	48.20	3.54%	91.18%
A4	2,564	2.464	7.126	45.73	4.66%	86.52%
A5	2,668	3.579	10.705	42.16	6.77%	79.75%
A6	2,771	6.437	17.142	35.72	12.18%	67.57%
A7	2,875	7.777	24.918	27.94	14.71%	52.86%
A8	2,979	5.737	30.655	22.21	10.85%	42.01%
A9	3,082	4.049	34.704	18.16	7.66%	34.35%
A10	3,186	4.117	38.820	14.04	7.79%	26.56%
A11	3,289	3.469	42.289	10.57	6.56%	20.00%
A12	3,393	3.632	45.921	6.94	6.87%	13.13%
A13	3,496	3.524	49.445	3.42	6.67%	6.46%
A14	3,600	2.767	52.211	0.65	5.23%	1.23%
A15	3,704	0.649	52.860	0.00	1.23%	0.00%
$\Sigma T =$		52.86			100.00%	



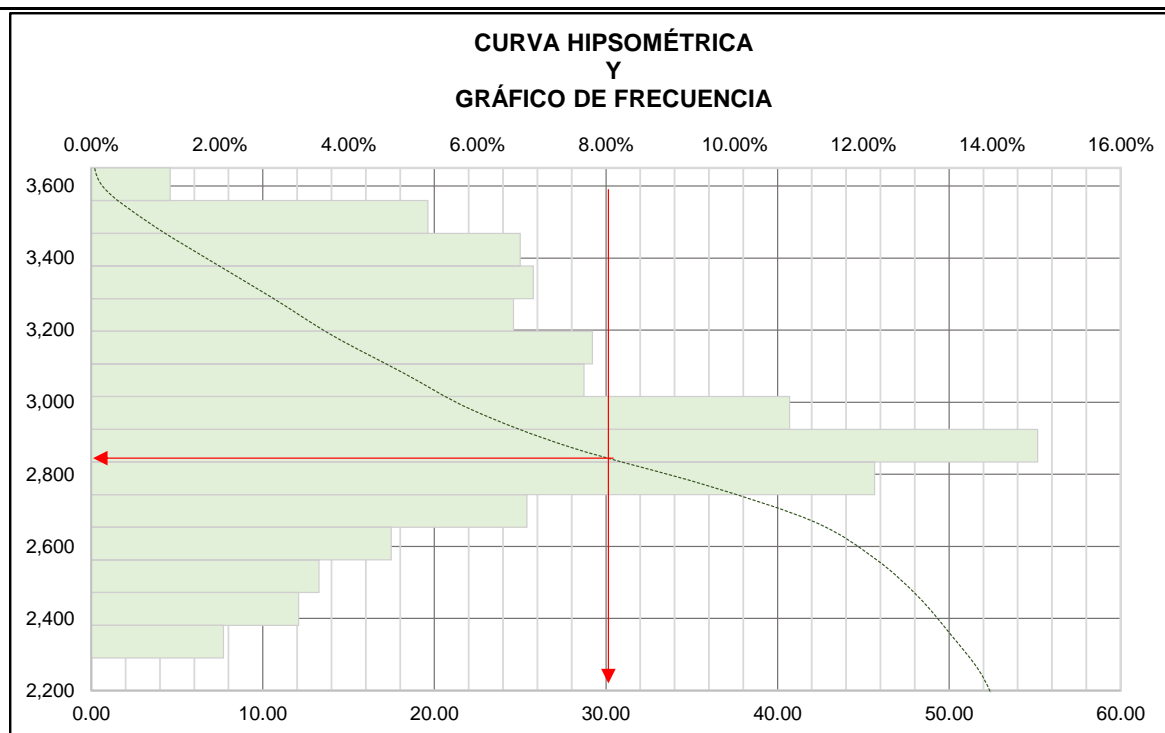
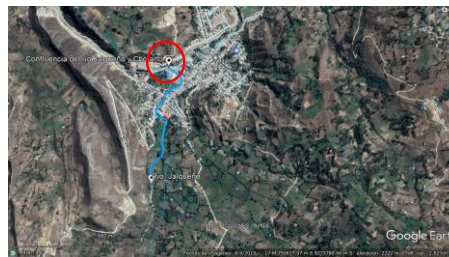
**PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
MICROCUCNA DEL RÍO JALQUEÑO**

RESPONSABLE: WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO

SUBCUENCA: CHOTANO

UBICACIÓN: Distrito: LAJAS
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA

PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 750207.07 m E
Norte: 9274235.78 m S



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

0.05 km
52.857 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
MICROCUCNA DEL RÍO JALQUEÑO**

RESPONSABLE: WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO

SUBCUENCA: CHOTANO

UBICACIÓN: Distrito: LAJAS
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA

PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 750207.07 m E
Norte: 9274235.78 m S



Estimación de la pendiente de la cuenca (Sc)

CURVA DE NIVEL		LONGITUD (Km)
Curva 1	2,150.00	1.024
Curva 2	2,200.00	2.945
Curva 3	2,250.00	4.738
Curva 4	2,300.00	5.237
Curva 5	2,350.00	6.428
Curva 6	2,400.00	6.504
Curva 7	2,450.00	8.532
Curva 8	2,500.00	8.766
Curva 9	2,550.00	10.869
Curva 10	2,600.00	10.202
Curva 11	2,650.00	14.208
Curva 12	2,700.00	17.618
Curva 13	2,750.00	21.088
Curva 14	2,800.00	20.546
Curva 15	2,850.00	17.295
Curva 16	2,900.00	13.569
Curva 17	2,950.00	10.817
Curva 18	3,000.00	10.402
Curva 19	3,050.00	10.322
Curva 20	3,100.00	12.903
Curva 21	3,150.00	10.420
Curva 22	3,200.00	9.751
Curva 23	3,250.00	7.905
Curva 24	3,300.00	8.270
Curva 25	3,350.00	7.267
Curva 26	3,400.00	5.695
Curva 27	3,450.00	6.003
Curva 28	3,500.00	5.785
Curva 29	3,550.00	1.855
Curva 30	3,600.00	1.356
Curva 31	3,650.00	0.441
TOTAL		278.760

Sc = 26.37%



**PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
MICROCUECNA DEL RÍO JALQUEÑO**

RESPONSABLE: WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO

SUBCUENCA: CHOTANO

UBICACIÓN: Distrito: LAJAS
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA

PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 750207.07 m E
Norte: 9274235.78 m S



2.7. Número de orden de la cuenca (N)

N= 4

2.8. Longitud de la red hídrica

ORDEN	Longitud de cauces (km)	Número de cauces
1	10.169	19
2	5.571	8
3	2.455	6
4	2.525	7
Total	20.72	40.00

2.9. Longitud del máximo recorrido (L) L (km) 12.88 Km L (m) 12881

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

2.10.1. MÉTODO I. Pendiente uniforme

$$S_o = \frac{\Delta H}{L} \quad 10.48 \quad \%$$

H_{máx}= Altura máxima 3500.00
H_{mín}= Altura mínima 2150.00
ΔH= Diferencia de alturas 1350.00
L= longitud del cauce principal 12.88



**PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
MICROCUCNA DEL RÍO JALQUEÑO**

RESPONSABLE: WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO

SUBCUENCA: CHOTANO

UBICACIÓN: Distrito: LAJAS
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA

PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 750207.07 m E
Norte: 9274235.78 m S



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

ALTITUDES		LONG. PARCIALES	DESNIVEL	PENDIENTE ENTRE TRAMOS	
Hi	Hf	Li (m)	hi (m)	si = hi/li	(li ² /si) ^{1/2}
2,150	2,550	4,408.37	400.00	0.0907	14,634.82
2,550	2,650	786.42	100.00	0.1272	2,205.37
2,650	2,750	902.09	100.00	0.1109	2,709.42
2,750	2,850	915.60	100.00	0.1092	2,770.50
2,850	2,950	863.03	100.00	0.1159	2,535.36
2,950	3,050	995.02	100.00	0.1005	3,138.70
3,050	3,150	818.70	100.00	0.1221	2,342.55
3,150	3,250	482.99	100.00	0.2070	1,061.48
3,250	3,350	1,058.68	100.00	0.0945	3,444.67
3,350	3,450	936.85	100.00	0.1067	2,867.53
3,450	3,500	703.88	50.00	0.0710	2,640.97
TOTAL		12,872			40,351

S = 10.18 %

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) 12.88 Km
So= Pendiente promedio del cauce mayor (m/m) 0.102 m/m

Tc= 3.23 horas
Tc= 193.82 minutos

Fórmula de KIRPICH

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

Donde: L = Longitud del curso mayor en metros = 12,881.10 m
S = Pendiente = H/L = 11.64 %
H = Diferencia entre altitud máxima y mínima = 1,500 m

Tc= 57.15 minutos
Tc= 0.95 horas

1.081



**PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
MICROCUCNA DEL RÍO JALQUEÑO**

RESPONSABLE: WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO

SUBCUENCA: CHOTANO

UBICACIÓN: Distrito: LAJAS
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA

PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 750207.07 m E
Norte: 9274235.78 m S



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 = 52.86 Km²
L = Longitud del Río Principal en Km = 12.88 Km
H = Altitud Media en metros, descontando la cota de origen de la cuenca sobre el punto en estudio = 764.28 m

T_c = 2.19 horas
T_c = 131.31 minutos

Fórmula de TEMEZ

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

Donde: L = Longitud del cauce principal en Km = 12.88 Km
n = Pendiente media del curso principal = 10.18 %

T_c = 3.13 horas
T_c = 187.85 minutos

2.12. Coeficiente orográfico (Co)

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

H= Altitud media del relieve = 2.91 km
A= área de la cuenca = 52.857435 km²

Co = 0.1607

2.13. Relación de confluencias (Rc)

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

n_i = Número total de cauces de orden i
n_{i+1} = Número total de cauces de orden i+1

Orden	Número de cauces	Rc parciales
1	19	2.375
2	8	1.333
3	6	0.857
4	7	

Rc promedio = 1.522



**PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
MICROCUCNA DEL RÍO JALQUEÑO**

RESPONSABLE: WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO

SUBCUENCA: CHOTANO

UBICACIÓN: Distrito: LAJAS
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA

PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 750207.07 m E
Norte: 9274235.78 m S



2.14. Relación de longitudes (Rl)

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

L_i = Longitud promedio de todos los cauces de orden i
 L_{i+1} = Longitud promedio de todos los cauces de orden $i-1$

Orden	Longitud de cauces (km)	Rc parciales
1	10.169	0.548
2	5.571	0.441
3	2.455	1.028
4	2.525	

Rl promedio= 0.672

2.15 Factor de forma (F)

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

A = Área de la cuenca 52.857435 km²
 L = Longitud de máximo recorrido 12.88 Km

F= 0.319

2.1.7. Resumen de resultados

Parámetro geomorfológico	Valor
Área (km ²)	52.86
Perímetro (km)	34.65
Coefficiente de compacidad	1.334
Altitud media (msnm)	2,914.28
Pendiente de la cuenca (%)	26.37%
Número de orden	4
Longitud de la red hídrica (km)	20.72
Longitud del máximo recorrido (km)	12.88 Km
Pendiente del cauce principal (%)	10.18
Tiempo de concentración (minutos)	187.85

0.1018

Anexo E. Análisis hidrológico de caudales máximos

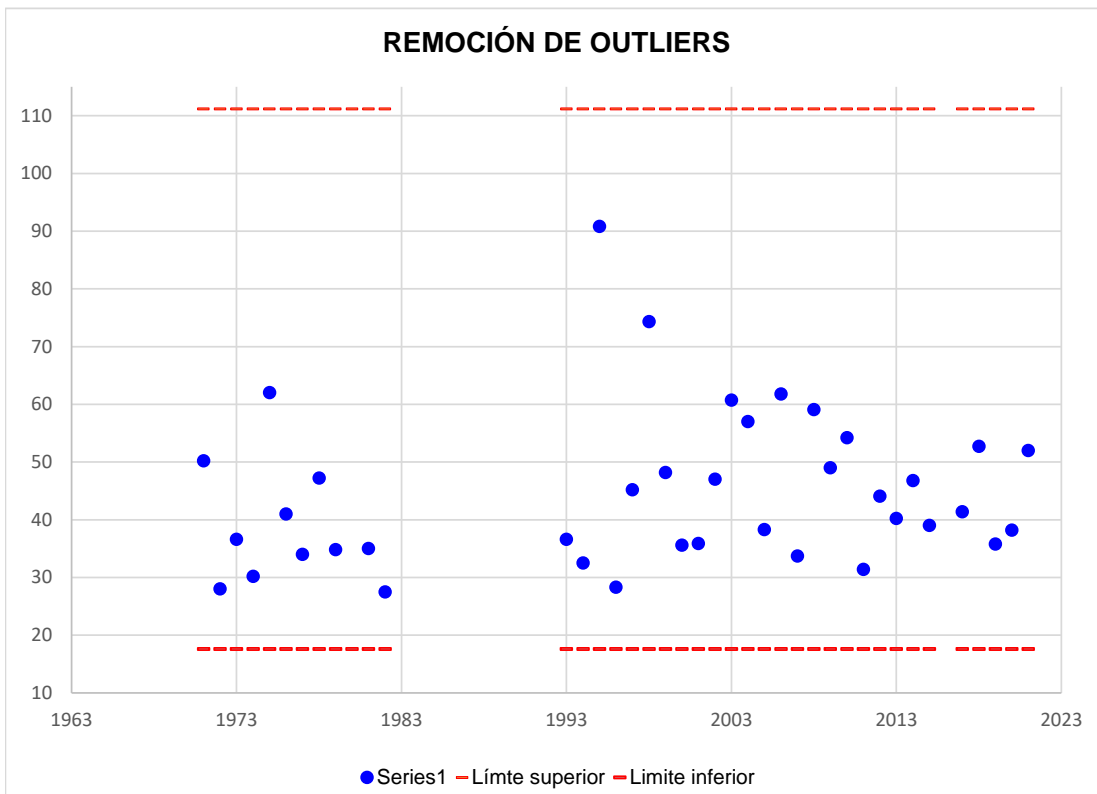
**PRECIPITACIONES
SUBCUENCA DEL RÍO CHOTANO**

Año	Precipitación Histórica máx 24h	Log				
1971	50.2	1.70	111.1	17.6	2.0	1.2
1972	28	1.45	111.1	17.6	2.0	1.2
1973	36.6	1.56	111.1	17.6	2.0	1.2
1974	30.2	1.48	111.1	17.6	2.0	1.2
1975	62	1.79	111.1	17.6	2.0	1.2
1976	41	1.61	111.1	17.6	2.0	1.2
1977	34	1.53	111.1	17.6	2.0	1.2
1978	47.2	1.67	111.1	17.6	2.0	1.2
1979	34.8	1.54	111.1	17.6	2.0	1.2
1980	160.5	2.21	111.1	17.6	2.0	1.2
1981	35	1.54	111.1	17.6	2.0	1.2
1982	27.5	1.44	111.1	17.6	2.0	1.2
1993	36.6	1.56	111.1	17.6	2.0	1.2
1994	32.5	1.51	111.1	17.6	2.0	1.2
1995	90.8	1.96	111.1	17.6	2.0	1.2
1996	28.3	1.45	111.1	17.6	2.0	1.2
1997	45.2	1.66	111.1	17.6	2.0	1.2
1998	74.3	1.87	111.1	17.6	2.0	1.2
1999	48.2	1.68	111.1	17.6	2.0	1.2
2000	35.6	1.55	111.1	17.6	2.0	1.2
2001	35.9	1.56	111.1	17.6	2.0	1.2
2002	47	1.67	111.1	17.6	2.0	1.2
2003	60.7	1.78	111.1	17.6	2.0	1.2
2004	57	1.76	111.1	17.6	2.0	1.2
2005	38.3	1.58	111.1	17.6	2.0	1.2
2006	61.8	1.79	111.1	17.6	2.0	1.2
2007	33.7	1.53	111.1	17.6	2.0	1.2
2008	59.1	1.77	111.1	17.6	2.0	1.2
2009	49	1.69	111.1	17.6	2.0	1.2
2010	54.2	1.73	111.1	17.6	2.0	1.2
2011	31.4	1.50	111.1	17.6	2.0	1.2
2012	44.1	1.64	111.1	17.6	2.0	1.2
2013	40.2	1.60	111.1	17.6	2.0	1.2
2014	46.8	1.67	111.1	17.6	2.0	1.2
2015	39	1.59	111.1	17.6	2.0	1.2
2017	41.4	1.62	111.1	17.6	2.0	1.2
2018	52.7	1.72	111.1	17.6	2.0	1.2
2019	35.8	1.55	111.1	17.6	2.0	1.2
2020	38.2	1.58	111.1	17.6	2.0	1.2
2021	52	1.72	111.1	17.6	2.0	1.2

Número de registros	40
Precipitación media	47.42
Precipitación máx	160.50
Precipitación mínima	27.50
Desviación estándar de la muestra	22.61
Media de logaritmos de registros	1.65
Desviación estándar de logaritmos de registros	0.15
Coficiente al nivel de significación de 5% (Kn)	2.68
Logaritmo del límite superior	2.05
Logaritmo de límite inferior	1.25

Límite superior	111.14
Límite inferior	17.624

Verificar
Ok



Atpícos
 el año de 1980
 el año de 1995

ESTA FORMULA ES DE UN NIVEL DE SIGNIFICANCIA DE 5%

$$K_n = -3.62201 + 6.28446n^{1/4} - 2.49835n^{1/2} + 0.491436n^{3/4} - 0.037911n$$

$$y_H = \bar{y} + K_n * \sigma$$

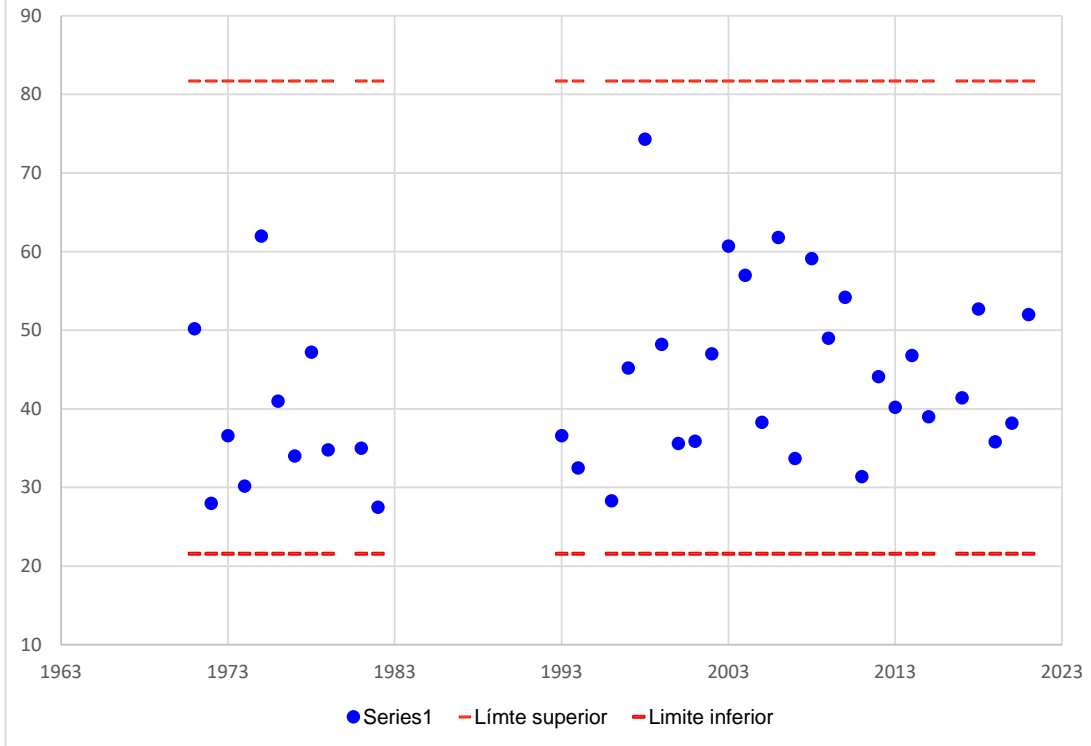
$$y_L = \bar{y} - K_n * \sigma$$

Año	Precipitación Histórica máx 24h	Log				
1971	50.2	1.70	81.7	21.6	1.9	1.3
1972	28	1.45	81.7	21.6	1.9	1.3
1973	36.6	1.56	81.7	21.6	1.9	1.3
1974	30.2	1.48	81.7	21.6	1.9	1.3
1975	62	1.79	81.7	21.6	1.9	1.3
1976	41	1.61	81.7	21.6	1.9	1.3
1977	34	1.53	81.7	21.6	1.9	1.3
1978	47.2	1.67	81.7	21.6	1.9	1.3
1979	34.8	1.54	81.7	21.6	1.9	1.3
1981	35	1.54	81.7	21.6	1.9	1.3
1982	27.5	1.44	81.7	21.6	1.9	1.3
1993	36.6	1.56	81.7	21.6	1.9	1.3
1994	32.5	1.51	81.7	21.6	1.9	1.3
1996	28.3	1.45	81.7	21.6	1.9	1.3
1997	45.2	1.66	81.7	21.6	1.9	1.3
1998	74.3	1.87	81.7	21.6	1.9	1.3
1999	48.2	1.68	81.7	21.6	1.9	1.3
2000	35.6	1.55	81.7	21.6	1.9	1.3
2001	35.9	1.56	81.7	21.6	1.9	1.3
2002	47	1.67	81.7	21.6	1.9	1.3
2003	60.7	1.78	81.7	21.6	1.9	1.3
2004	57	1.76	81.7	21.6	1.9	1.3
2005	38.3	1.58	81.7	21.6	1.9	1.3
2006	61.8	1.79	81.7	21.6	1.9	1.3
2007	33.7	1.53	81.7	21.6	1.9	1.3
2008	59.1	1.77	81.7	21.6	1.9	1.3
2009	49	1.69	81.7	21.6	1.9	1.3
2010	54.2	1.73	81.7	21.6	1.9	1.3
2011	31.4	1.50	81.7	21.6	1.9	1.3
2012	44.1	1.64	81.7	21.6	1.9	1.3
2013	40.2	1.60	81.7	21.6	1.9	1.3
2014	46.8	1.67	81.7	21.6	1.9	1.3
2015	39	1.59	81.7	21.6	1.9	1.3
2017	41.4	1.62	81.7	21.6	1.9	1.3
2018	52.7	1.72	81.7	21.6	1.9	1.3
2019	35.8	1.55	81.7	21.6	1.9	1.3
2020	38.2	1.58	81.7	21.6	1.9	1.3
2021	52	1.72	81.7	21.6	1.9	1.3

Número de registros	38
Precipitación media	43.30
Precipitación máx	74.30
Precipitación mínima	27.50
Desviación estándar de la muestra	11.19
Media de logaritmos de registros	1.62
Desviación estándar de logaritmos de registros	0.11
Coeficiente al nivel de significación de 5% (Kn)	2.66
Logaritmo del límite superior	1.91
Logaritmo de límite inferior	1.33

Límite superior	81.70	Ok
Límite inferior	21.573	Ok

REMOCIÓN DE OUTLIERS



atpícos
atpícos

el año de
el año de

1980
1995

pmax
160.5
90.8

Resultados de la prueba de Kolmogorov-Smirnov a un nivel de significancia de 5%

Estación: Chota

Distribución teórica de probabilidades	Estimación de parámetros		
	Metodo de momentos lineales		
	Δ teorico	Δ tabular	Se ajustan los datos?
Normal	0.1111	0.2206	SÍ
Log-Normal de 2 parámetros	0.0884	0.2206	SÍ
Log-Normal de 3 parámetros	0.0812	0.2206	SÍ
Gamma (2 parámetros)	0.1244	0.2206	SÍ
Gamma generalizado (3 parámetros)	0.0665	0.2206	SÍ
Log-Pearson tipo III	0.07134	0.2206	SÍ
Gumbel	0.0747	0.2206	SÍ
Log-Gumbel	0.101	0.2206	SÍ

Δ teorico

Max 0.1244

Min 0.0665

Gamma generalizado(3 parámetros)

ok

Analisis de frecuencia a un nivel de confianza de 5%

Estación: Chota		
Periodo de retorno T (años)	Propabilidad de excedencia q	Precipitación correspondiente XT (mm)
2	0.500	41.92
5	0.200	52.09
10	0.100	58.23
20	0.050	63.76
30	0.033	66.79
50	0.020	70.47
80	0.013	73.72
100	0.010	75.23
140	0.007	77.47
175	0.006	78.93
200	0.005	79.79
500	0.005	85.53

Ajuste de una serie de datos a la distribución Gamma de 3 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	35.0
11	27.5
12	36.6
13	32.5
14	28.3

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	27.5	0.0256	0.0490	0.0380	0.0234
2	28.0	0.0513	0.0570	0.0467	0.0057
3	28.3	0.0769	0.0621	0.0525	0.0148
4	30.2	0.1026	0.1010	0.0969	0.0015
5	31.4	0.1282	0.1311	0.1315	0.0029
6	32.5	0.1538	0.1622	0.1669	0.0083
7	33.7	0.1795	0.1994	0.2087	0.0199
8	34.0	0.2051	0.2092	0.2195	0.0041

Caudal de diseño:
 Caudal (Q): 85.53 m³/s
 Periodo de retorno (T): 500 años
 Probabilidad (P): %

Parámetros distribución Gamma 3 par:

Momentos ordinarios:
 De posición (x0): 13.403
 De forma (gamma): 7.1413
 De escala (beta): 4.1869

Momentos lineales:
 De posición (x0): 20.7335
 De forma (gamma): 3.8044
 De escala (beta): 5.9324

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 0.08413, es menor que el delta tabular 0.2206. Los datos se ajustan a la distribución Gamma de 3 parámetros, con un nivel de significación del 5%

Archivos y resultados:

**Precipitación máxima de 24 horas (mm) para diferentes
Tr**

La Organización Meteorológica Mundial (OMM) recomienda un coeficiente de corrección para datos de estaciones que se registran una vez al día de 1.13. Para el caso de nuestra estación, según fuentes del SENAMHI indican que la medición de la precipitación máxima se realiza al finalizar el día, lo cuales considerado como una medición al día.

Factor corrección : 1.13

Periodo de retorno T (años)	P Máx	P Máx corregida
2	41.92	47.4
5	52.09	58.9
10	58.23	65.8
20	63.76	72.0
30	66.79	75.5
50	70.47	79.6
80	73.72	83.3
100	75.23	85.0
140	77.47	87.5
175	78.93	89.2
200	79.79	90.2
500	85.53	96.6

**Precipitación máxima de 24 horas (mm), para
diferentes Tr**

Factor corrección : 1.17

Periodo de retorno T (años)	P Máx	P Máx corregida
2	47.4	55.28
5	58.9	68.69
10	65.8	76.79
20	72.0	84.08
30	75.5	88.08
50	79.6	92.93
80	83.3	97.22
100	85.0	99.21
140	87.5	102.16
175	89.2	104.09
200	90.2	105.22
500	96.6	112.79

Altura promedio de la Cuenca chotano

2849.88

Altura de la estacion Chota

2442

Factor

1.17



CURVA NUMERO

La microcuenca de estudio se encuentra en tres CN

Área de la Cuenca 295.56 Km2

CN : Número de curva



Áreas	CN	Área Km2
A1=	86 - 90	275.13
A2=	90 - 95	7.62
A3=	90 - 95	12.81
Área de la Cuenca		295.56

Según el (MTC,2018). El A1, y A2.

Descripción del uso del suelo	
Tierra cultivada:	A1
Sin tratamiento de conservación:	A2
Sin tratamiento de conservación:	A3

Grupo Hidrológico del Suelo
pertenece al tipo (D)

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

$$CN_{prom} = \frac{86 \times 275.13 + 90 \times 7.62 + 90 \times 12.81}{295.56} = 86.3$$

Umbral de escorentía

"Abstraccion inicial"

$$P_o = \left(\frac{5000}{CN} \right) - 50 \quad 7.95$$

Donde:
CN : Número de curva

Coficiente de escorentía

Donde:

Pd : Precipitación máxima diaria (mm)

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

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

Precipitación máxima diaria (mm) de la estacion.

Pd : 69.10 mm

Coficiente de escorentía	C
Cprom	0.629

**PRECIPITACIONES
MICROCUEENCA DEL RÍO
JALQUEÑO**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA****EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO A INUNDACIÓN POR DESBORDE DEL RÍO JALQUEÑO EN LA CIUDAD DE LAJAS, CHOTA, 2022****ESTACIÓN: CHOTANO LAJAS****Ubicación Política:**

Región : Cajamarca
Distrito : Lajas
Periodo : 1985-2021
Provincia : Chota

Ubicación Geográfica:

Latitud: 6° 33' 43.77"
Longitud: 78° 44' 19.87"
Altitud : 2163 msnm

Precipitación Máxima en 24 Horas (mm).

Nº REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MAX
2	1986	0	27.4	15.4	38	23.3	1.8	1.8	12.4	8.6	20.2	30	29.1	38
3	1987	29.6	26	9.9	17.5	4.5	1.2	14.4	15.7	34	17.5	29	16.1	34
4	1988	28.6	24.4	21.2	31.2	23.8	21.3	4.4	12.5	18	10.5	20.5	24	31.2
5	1989	32.8	51.5	82.1	25.3	17	25.5	10.2	31.7	35.7	44	33.3	4.5	82.1
6	1990	24.5	14	9.2	18.8	22.2	5.2	3.2	10.7	1.7	43.3	16.9	10.2	43.3
7	1991	3	31.1	22.7	33.9	4.5	3.2	17.6	0	13.2	10.9	12.8	23.1	33.9
8	1992	14.3	32.2	18.7	37.8	13	11.8	14.6	6.5	28.1	26.2	14.5	7.7	37.8
9	1993	17.1	0	20.9	13	14.2	6.8	5.2	0	18.1	25.2	19.2	25.8	25.8
10	1994	20.3	23.3	26.6	19.3	16	13.8	2.4	0	31.8	7.9	22	17.6	31.8
11	1995	6.5	21.6	38.1	21.2	15.2	3	19.3	20.7	15.2	20.2	9.1	17.5	38.1
12	1996	19.3	22.7	20.5	17.9	10	15	2.1	10.4	21.7	31.1	17.5	5.8	31.1
13	1997	10.7	28.6	23	25.5	6.1	10.7	0.4	0.3	6.6	14.5	14.2	48.3	48.3
14	1998	28.1	28.6	36.8	63.4	28.2	0.3	5.1	16.6	18.5	29.1	19.2	69.1	69.1
15	1999	32	32.4	37.2	15	7.8	41.4	9	8.1	27.7	53.3	16.7	19.2	53.3
16	2000	18.7	18.6	17	35.4	24.5	27.5	0.9	13	7.7	3.3	9	29.1	35.4
17	2001	22.7	11.8	36.5	42.5	27.1	1.7	6.9	0	20	21	15	16.5	42.5
18	2002	20.9	35.5	26.6	24.2	24	1.9	3	1.3	11.7	24.3	24.2	39.5	39.5
19	2003	32.5	27.9	26	32.6	9.6	29.1	4.5	4.3	17.5	18.6	21.1	27.4	32.6
20	2004	26.2	18	27	17.6	43.3	0.8	14.7	1.2	29	18.8	27.7	19.3	43.3
21	2005	7.5	22.1	37.5	25	4	13.6	1.4	5.2	28.5	22.2	29.6	15.8	37.5
22	2006	29.6	36.2	42.4	30.3	1.2	9.2	13.6	10.1	37.1	18.4	32.4	26.7	42.4
23	2007	25.3	11.2	22.3	34.4	25.2	0	4.7	12.2	12.3	41.2	32.7	12.9	41.2
24	2008	49	35	20.4	11.8	12.7	10.8	2.6	17.6	35.5	43.4	26.2	8.2	49
25	2009	24	20.1	43.9	29.9	23.2	15.6	1.4	4.1	36.2	26.4	54.1	27.2	54.1
26	2010	15.1	57.7	34.2	33.5	13.5	10.3	16.9	12.4	19.4	20	8.6	13.1	57.7
27	2011	12.3	20.2	19.8	14.3	19.5	0.8	8.2	3.4	17.8	11.8	11.6	28.8	28.8
28	2012	26.7	48.5	36.4	47.6	18.9	0.6	4.8	0.6	15.8	23.1	31.4	35.7	48.5
29	2013	50.4	14.6	25.7	18.4	36.1	5.9	18.8	17.6	6	17.8	5.7	10.3	50.4
30	2014	16.6	22.1	24.1	16.8	34.6	3.1	8.7	11.9	11.1	17.7	40	16.5	40
31	2015	35	18	31.4	19	30.8	16.7	3.2	2.5	3.5	41.1	37.4	19.7	41.1
32	2016	20.3	32.4	37.5	31.5	19.6	29.4	0	0	26.7	15.8	16.8	17	37.5
33	2017	29.2	18.7	41.8	22.2	23.3	25.4	0	33.4	14	24.4	32	18	41.8
34	2018	34.4	40	20	38	19.5	5.8	0	0	32	35.7	46.5	12.4	46.5
35	2019	16.7	41.1	18.9	48.8	41.9	5.1	6.5	0	16.4	21.8	16	27	48.8
36	2020	6.7	25.5	23.6	44	18.1	21.4	27.9	5.5	21.9	34.5	0	0	44
37	2021	25.3	41.9	40.9	25.6	24.8	26.2	5.1	16.5	7.1	57.7	52.2	23.7	57.7



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO A INUNDACIÓN POR DESBORDE DEL RÍO JALQUEÑO EN LA CIUDAD DE LAJAS, CHOTA, 2022



ESTACIÓN: CHOTANO LAJAS

Ubicación Política:

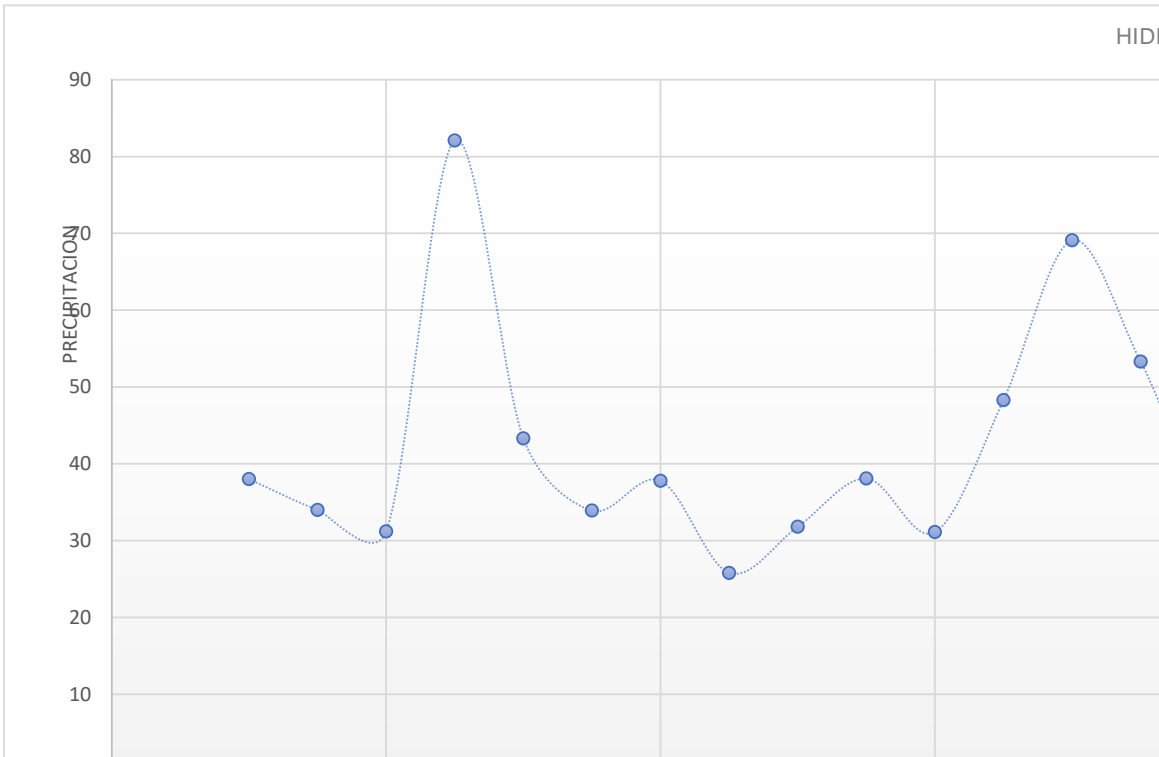
Región : Cajamarca
Distrito : Lajas
Periodo : 1985-2021
Provincia : Chota

Ubicación Geográfica:

Latitud: 6° 33' 43.77"
Longitud: 78° 44' 19.87"
Altitud : 2163 msnm

Table with 15 columns containing numerical data: 38, 2022, 16, 34.6, 51, 18, 25.7, 13.8, 13.7, 22.4, 13.4, 12.2, 7.8, 47.2, 51

Fuente : elaboración propia

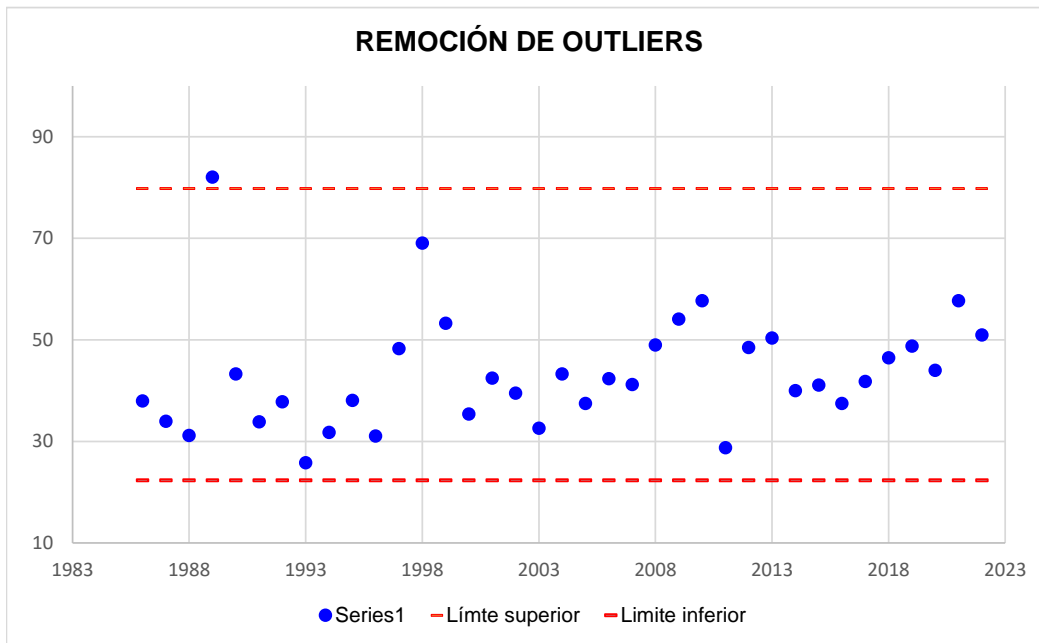


Año	Precipitación Histórica máx 24h	Log				
1986	38	1.58	79.8	22.4	1.9	1.3
1987	34	1.53	79.8	22.4	1.9	1.3
1988	31.2	1.49	79.8	22.4	1.9	1.3
1989	82.1	1.91	79.8	22.4	1.9	1.3
1990	43.3	1.64	79.8	22.4	1.9	1.3
1991	33.9	1.53	79.8	22.4	1.9	1.3
1992	37.8	1.58	79.8	22.4	1.9	1.3
1993	25.8	1.41	79.8	22.4	1.9	1.3
1994	31.8	1.50	79.8	22.4	1.9	1.3
1995	38.1	1.58	79.8	22.4	1.9	1.3
1996	31.1	1.49	79.8	22.4	1.9	1.3
1997	48.3	1.68	79.8	22.4	1.9	1.3
1998	69.1	1.84	79.8	22.4	1.9	1.3
1999	53.3	1.73	79.8	22.4	1.9	1.3
2000	35.4	1.55	79.8	22.4	1.9	1.3
2001	42.5	1.63	79.8	22.4	1.9	1.3
2002	39.5	1.60	79.8	22.4	1.9	1.3
2003	32.6	1.51	79.8	22.4	1.9	1.3
2004	43.3	1.64	79.8	22.4	1.9	1.3
2005	37.5	1.57	79.8	22.4	1.9	1.3
2006	42.4	1.63	79.8	22.4	1.9	1.3
2007	41.2	1.61	79.8	22.4	1.9	1.3
2008	49	1.69	79.8	22.4	1.9	1.3
2009	54.1	1.73	79.8	22.4	1.9	1.3
2010	57.7	1.76	79.8	22.4	1.9	1.3
2011	28.8	1.46	79.8	22.4	1.9	1.3
2012	48.5	1.69	79.8	22.4	1.9	1.3
2013	50.4	1.70	79.8	22.4	1.9	1.3
2014	40	1.60	79.8	22.4	1.9	1.3
2015	41.1	1.61	79.8	22.4	1.9	1.3
2016	37.5	1.57	79.8	22.4	1.9	1.3
2017	41.8	1.62	79.8	22.4	1.9	1.3
2018	46.5	1.67	79.8	22.4	1.9	1.3
2019	48.8	1.69	79.8	22.4	1.9	1.3
2020	44	1.64	79.8	22.4	1.9	1.3
2021	57.7	1.76	79.8	22.4	1.9	1.3
2022	51.0	1.71	79.8	22.4	1.9	1.3

Número de registros	37
Precipitación media	43.49
Precipitación máx	82.10
Precipitación mínima	25.80
Desviación estándar de la muestra	11.21
Media de logaritmos de registros	1.63
Desviación estándar de logaritmos de registros	0.10
Coficiente al nivel de significación de 5% (Kn)	2.65
Logaritmo del límite superior	1.90
Logaritmo de límite inferior	1.35

Límite superior	79.80
Límite inferior	22.361

Verificar
Ok



atpícos el año de 1989

ESTA FORMULA ES DE UN NIVEL DE SIGNIFICANCIA DE 5%

$$K_n = -3.62201 + 6.28446n^{1/4} - 2.49835n^{1/2} + 0.491436n^{3/4} - 0.037911n$$

$$y_H = \bar{y} + K_n * \sigma$$

$$y_L = \bar{y} - K_n * \sigma$$

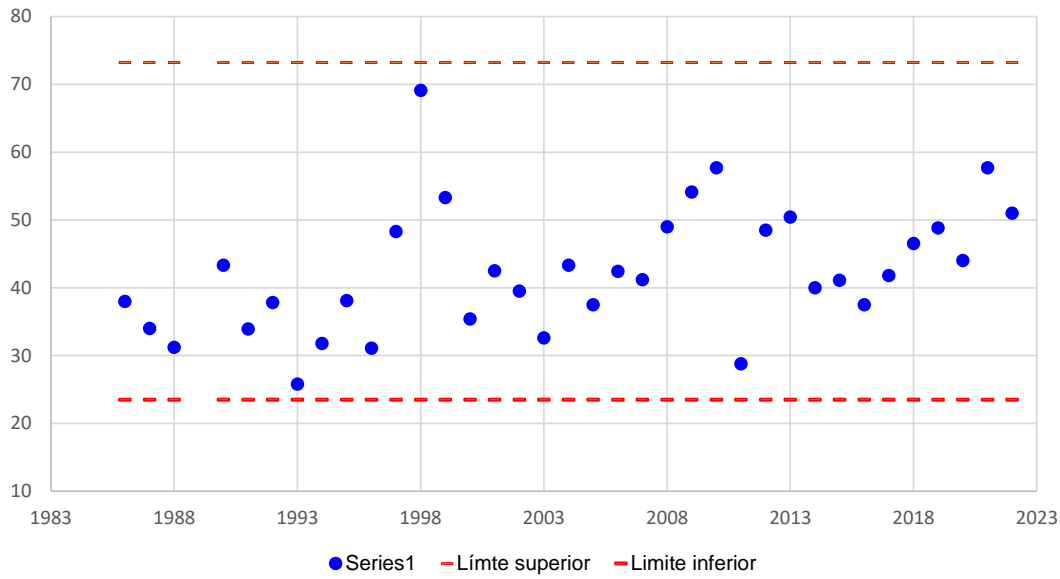
Año	Precipitación Histórica máx 24h	Log				
1986	38	1.58	73.2	23.5	1.9	1.4
1987	34	1.53	73.2	23.5	1.9	1.4
1988	31.2	1.49	73.2	23.5	1.9	1.4
1990	43.3	1.64	73.2	23.5	1.9	1.4
1991	33.9	1.53	73.2	23.5	1.9	1.4
1992	37.8	1.58	73.2	23.5	1.9	1.4
1993	25.8	1.41	73.2	23.5	1.9	1.4
1994	31.8	1.50	73.2	23.5	1.9	1.4
1995	38.1	1.58	73.2	23.5	1.9	1.4
1996	31.1	1.49	73.2	23.5	1.9	1.4
1997	48.3	1.68	73.2	23.5	1.9	1.4
1998	69.1	1.84	73.2	23.5	1.9	1.4
1999	53.3	1.73	73.2	23.5	1.9	1.4
2000	35.4	1.55	73.2	23.5	1.9	1.4
2001	42.5	1.63	73.2	23.5	1.9	1.4
2002	39.5	1.60	73.2	23.5	1.9	1.4
2003	32.6	1.51	73.2	23.5	1.9	1.4
2004	43.3	1.64	73.2	23.5	1.9	1.4
2005	37.5	1.57	73.2	23.5	1.9	1.4
2006	42.4	1.63	73.2	23.5	1.9	1.4
2007	41.2	1.61	73.2	23.5	1.9	1.4
2008	49	1.69	73.2	23.5	1.9	1.4
2009	54.1	1.73	73.2	23.5	1.9	1.4
2010	57.7	1.76	73.2	23.5	1.9	1.4
2011	28.8	1.46	73.2	23.5	1.9	1.4
2012	48.5	1.69	73.2	23.5	1.9	1.4
2013	50.4	1.70	73.2	23.5	1.9	1.4
2014	40	1.60	73.2	23.5	1.9	1.4
2015	41.1	1.61	73.2	23.5	1.9	1.4
2016	37.5	1.57	73.2	23.5	1.9	1.4
2017	41.8	1.62	73.2	23.5	1.9	1.4
2018	46.5	1.67	73.2	23.5	1.9	1.4
2019	48.8	1.69	73.2	23.5	1.9	1.4
2020	44	1.64	73.2	23.5	1.9	1.4
2021	57.7	1.76	73.2	23.5	1.9	1.4
2022	51.0	1.71	73.2	23.5	1.9	1.4

Número de registros	36
Precipitación media	42.42
Precipitación máx	69.10
Precipitación mínima	25.80
Desviación estándar de la muestra	9.24
Media de logaritmos de registros	1.62
Desviación estándar de logaritmos de registros	0.09
Coeficiente al nivel de significación de 5% (Kn)	2.64
Logaritmo del límite superior	1.86
Logaritmo de límite inferior	1.37

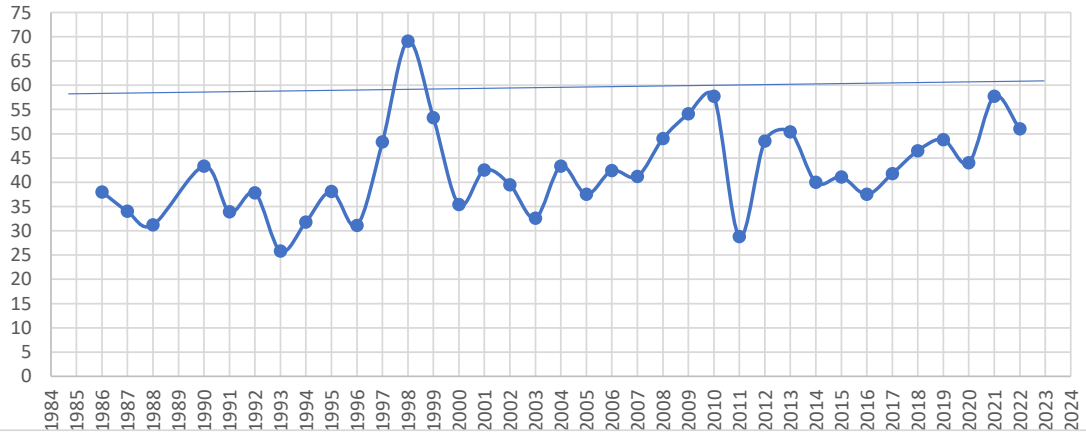
Límite superior	73.17
Límite inferior	23.504

Ok
Ok

REMOCIÓN DE OUTLIERS



Precipitación Histórica máx 24h Máx



MAX

69.1

mm

ANALISIS ELIMINADO DATOS ATIPICOS

Resultados de la prueba de Kolmogorov-Smirnov a un nivel de significancia de 5%

Estación: Chotano Lajas

Distribución teórica de probabilidades	Estimación de parámetros		
	Párametros ordinarios		
	Δ teorico	Δ tabular	Se ajustan los datos?
Normal	0.0836	0.2267	SÍ
Log-Normal de 2 parámetros	0.058	0.2267	SÍ
Log-Normal de 3 parámetros	0.0628	0.2267	SÍ
Gamma (2 parámetros)	0.0548	0.2267	SÍ
Gamma generalizado (3 parámetros)	0.0566	0.2267	SÍ
Log-Pearson tipo III	-	-	-
Gumbel	0.0775	0.2267	SÍ
Log-Gumbel	0.0948	0.2267	SÍ

Δ teorico

Max 0.0948

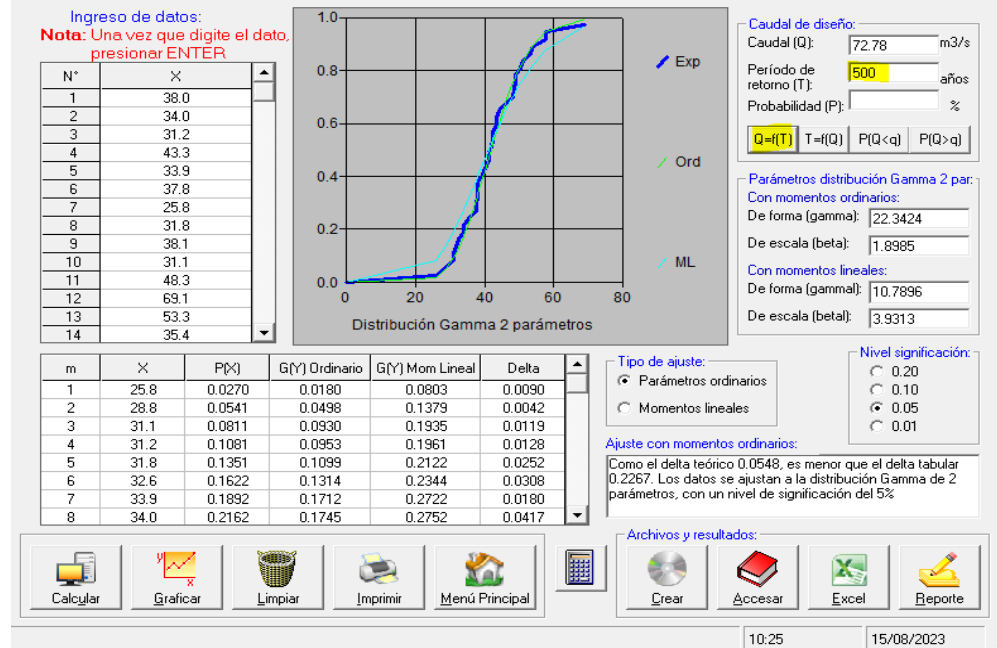
Min 0.0548

Gamma(2 parámetros)

Analisis de frecuencia a un nivel de confianza de 5%

Estación: Chota		
Período de retorno T (años)	Propabilidad de excedencia q	Precipitación correspondiente X_T (mm)
2	0.500	41.79
5	0.200	49.73
10	0.100	54.24
20	0.050	58.17
30	0.033	60.28
50	0.020	62.80
80	0.013	65.00
100	0.010	66.01
140	0.007	67.50
175	0.006	68.47
200	0.005	69.03
500	0.005	72.78

Ajuste de una serie de datos a la distribución Gamma de 2 parámetros



**Precipitación máxima de 24 horas (mm) para diferentes
Tr**

La Organización Meteorológica Mundial (OMM) recomienda un coeficiente de corrección para datos de estaciones que se registran una vez al día de 1.13. Para el caso de nuestra estación, según fuentes del SENAMHI indican que la medición de la precipitación máxima se realiza al finalizar el día, lo cuales considerado como una medición al día.

Factor corrección : 1.13

Periodo de retorno T (años)	P Máx	P Máx corregida
2	41.79	47.2
5	49.73	56.2
10	54.24	61.3
20	58.17	65.7
30	60.28	68.1
50	62.80	71.0
80	65.00	73.5
100	66.01	74.6
140	67.50	76.3
175	68.47	77.4
200	69.03	78.0
500	72.78	82.2

Precipitación máxima de 24 horas (mm), para diferentes Tr

Factor corrección :

1.35

Periodo de retorno T (años)	P Máx	P Máx corregida
2	47.2	63.62
5	56.2	75.71
10	61.3	82.58
20	65.7	88.56
30	68.1	91.78
50	71.0	95.61
80	73.5	98.96
100	74.6	100.50
140	76.3	102.77
175	77.4	104.24
200	78.0	105.10
500	82.2	110.81

Altura promedio de la Cuenca el Jalqueño

2914.28

Altura de la estacion Lajas

2163

Factor

1.35



CURVA NUMERO

La microcuenca de estudio se encuentra en dos CN

Área de la Cuenca 52.86 Km2

CN : Número de curva



Áreas	CN	Área Km2
A1=	86 - 90	52.54
A2=	90 - 95	0.32
Área de la Cuenca		52.86

Según el (MTC,2018). El A1, y A2.

Descripción del uso del suelo	
Tierra cultivada:	A1
Sin tratamiento de conservación:	A2

Grupo Hidrológico del Suelo		
pertenece al tipo (D)		
A1=	CN=	86
A2=	CN=	90

$$CN_{prom} = \frac{86 \times 52.5490 + 90 \times 0.32}{52.86} = 86.0$$

Umbral de escorrentía

"Abstracción inicial"

$$P_o = \left(\frac{5000}{CN} \right) - 50 = 8.12$$

Donde:
CN : Número de curva

Coficiente de escorrentía

Donde:

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

Pd : Precipitación máxima diaria (mm)

P0 : Umbral de escorrentía

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

Precipitación máxima diaria (mm) de la estación.

Pd : 57.70 mm

Coficiente de escorrentía	C
Cprom	0.561

RESUMEN DE CAUDALES MÁXIMOS

Tr (años)	Caudal máximo Q (m ³ /s)		
	Subcuenca del Río Chotano	Microcuenca del río Jalqueño	Punto de confluencia
10	467.1	160.60	627.70
50	624.0	199.90	823.90
100	686.3	214.80	901.10
140	715.8	221.80	937.60
500	822.6	246.50	1069.10

Anexo F. Formato de “Identificación de Amenazas y Análisis de Vulnerabilidad Física” de INDECI (2011)

Preguntas que se pueden resolver de forma visual	1.00	0.75	0.50	0.25	0.00
1) ¿Cuál es el uso del lote o edificación?	a. Vivienda	b. Comercio	c. Gubernamental	d. Sin construcción	e. NA
2) ¿A que distancia del río se localiza el lote?	a. 0 a 10 m	b. 11 a 25 m	c. 26 a 250 m	d. Más de 250 m	e. NA
3) ¿Cuál es el estado de conservación de la edificación?	a. Muy mala	b. Mala	c. Regular	d. Buena	e. NA
4) ¿Cuál es el sistema constructivo de la edificación?	a. Adobe	b. Madera	c. Albañilería	d. Concreto armado	e. NA
5) ¿Cuál es el tipo de material predominante del piso de la edificación?	a. Tierra	b. Madera	c. Cerámica	d. Concreto	e. NA
6) ¿Cuál es el tipo de material predominante del techo de la edificación?	a. Teja	b. Eternit	c. Calamina	d. Aligerado	e. NA
7) ¿Cuál es el tipo de material predominante de las paredes de la edificación?	a. Madera/ esteras	b. Tapial/ adobe	c. Ladrillo/bloque	d. Concreto	e. NA
8) ¿Cuántos pisos tiene la vivienda?	a. 1	b. 2	c. 3	d. 4 a más
9) ¿Qué tipo de sistema de abastecimiento de agua potable dispone?	a. Otro tipo de abastecimiento	b. Agua de quebrada	c. Red pública fuera de la vivienda	d. Red pública en la vivienda	e. NA
10) ¿Qué tipo de sistema de desagüe dispone?	a. Campo abierto	b. Letrina	c. Red pública fuera de la vivienda	d. Red pública en la vivienda	e. NA
11) ¿Qué tipo de alumbrado dispone en su lote?	a. No tiene	b. Vela, mechero o lampara	c. Alumbrado compartido	d. Red pública de alumbrado	e. NA
12) ¿Qué tipo de obras de mitigación tiene en su lote o edificación?	a. No tiene	b. Sacos de arena	c. Vegetación ribereña	d. Muros de contención	e. NA

(*) Esta Ficha se ha adaptado del modelo referencial del manual de estimación del riesgo ante inundaciones de INDECI (2011) de acuerdo a la realidad y al tipo de peligro (desborde del río Chotano) observado en la ciudad de Lajas.

Anexo G. Análisis de Vulnerabilidad Física

RESPUESTA A LAS PREGUNTAS VISUALES DEL CUESTIONARIO

N° de Ítem	Manz	Lote	Coordenadas UTM		Dirección	Uso del suelo o lotes	Localización	Estado de conservación	Sistema constructivo	Material			Altura de vivienda	Servicios			Obras de mitigación
			Este (m)	Norte (m)						Piso	Techo	Pared		Agua	Desague	Alumbrado	
1	38	27	9274205.07	749932.52	Av. Chiclayo S/N	d	a	NA	NA	NA	NA	NA	b	a	a	c	
2	38	26	9274196.16	749941.10	Av. Chiclayo S/N	a	b	c	c	d	d	c	b	c	c	d	a
3	38	25	9274186.15	749950.67	Av. Chiclayo S/N	d	b	NA	NA	NA	NA	NA	b	a	a	a	
4	38	24	9274180.40	749957.94	Av. Chiclayo S/N	d	b	NA	NA	NA	NA	NA	b	a	a	a	
5	38	23	9274167.64	749980.17	Av. Chiclayo S/N	d	a	NA	NA	NA	NA	NA	b	a	a	c	
6	38	22	9274151.23	750009.38	Av. Chiclayo S/N	d	a	NA	NA	NA	NA	NA	b	a	a	c	
7	38	21	9274147.90	750014.90	Av. Chiclayo S/N	a	b	a	a	a	c	b	b	c	c	d	a
8	38	20	9274144.32	750020.89	Av. Chiclayo S/N	a	b	d	c	d	d	c	c	c	c	d	a
9	24	1	9274281.67	750318.88	Jr. San Francisco Bolognesi S/N	a	a	c	c	d	c	c	a	c	c	d	d
10	24	2	9274276.43	750325.06	Jr. San Francisco Bolognesi S/N	a	a	c	c	d	c	c	a	c	c	d	a
11	24	3	9274270.11	750332.47	Jr. San Francisco Bolognesi S/N	a	b	d	c	d	c	c	a	c	c	d	a
12	24	4	9274264.78	750338.82	Jr. San Francisco Bolognesi S/N	a	b	c	c	d	c	c	b	c	c	d	a
13	24	5	9274259.52	750344.90	Jr. San Francisco Bolognesi S/N	a	b	c	c	d	c	c	b	c	c	d	a
14	24	6	9274252.85	750352.41	Jr. San Francisco Bolognesi S/N	a	b	c	c	d	d	c	b	c	c	d	a
15	17	1	9274349.40	750370.89	Jr. 28 De Julio S/N	d	a	a	a	a	NA	b	a	c	c	d	d
16	17	2	9274344.64	750377.99	Jr. 28 De Julio S/N	a	b	c	a	a	c	b	b	c	c	d	a
17	17	3	9274339.03	750385.72	Jr. 28 De Julio S/N	a	b	c	a	a	c	b	b	c	c	d	a
18	17	4	9274334.02	750392.83	Jr. 28 De Julio S/N	a	b	c	c	d	c	c	b	c	c	d	a
19	17	5	9274329.06	750399.09	Jr. 28 De Julio S/N	a	b	c	c	d	c	c	b	c	c	d	a
20	17	20	9274324.98	750404.94	Jr. 28 De Julio S/N	a	b	c	c	d	c	c	b	c	c	d	a
21	17	6	9274320.82	750410.78	Jr. 28 De Julio S/N	a	b	c	a	a	c	b	b	c	c	d	a
22	17	7	9274316.24	750417.00	Jr. 28 De Julio S/N	a	c	d	a	a	c	b	b	c	c	d	a
23	17	27	9274257.12	750357.13	Jr. San Francisco Bolognesi S/N	a	b	c	c	d	c	c	b	c	c	d	a
24	17	28	9274262.24	750351.57	Jr. San Francisco Bolognesi S/N	a	b	c	c	d	c	c	b	c	c	d	a
25	17	29	9274267.36	750346.03	Jr. San Francisco Bolognesi S/N	a	a	d	a	a	c	b	a	c	c	d	d
26	17	30	9274272.37	750340.56	Jr. San Francisco Bolognesi S/N	a	b	c	c	d	c	c	b	c	c	d	a
27	17	31	9274277.45	750335.13	Jr. San Francisco Bolognesi S/N	a	b	c	c	d	c	c	a	c	c	d	a
28	17	32	9274324.26	750327.31	Jr. San Francisco Bolognesi S/N	a	a	d	a	a	c	b	b	c	c	d	d
29	17	33	9274307.38	750335.08	Malecón Almirante Grau S/N	a	b	d	c	d	c	c	b	c	c	d	a
30	17	34	9274326.20	750346.91	Malecón Almirante Grau S/N	a	b	d	c	d	c	c	b	c	c	d	a
31	13	1	9274377.08	750426.64	Jr. Belisario Barsallo S/N	a	b	d	c	d	c	c	b	c	c	d	a
32	13	2	9274377.08	750426.64	Jr. Belisario Barsallo S/N	a	b	c	c	d	c	c	b	c	c	d	a
33	13	3	9274373.06	750430.34	Jr. Belisario Barsallo S/N	a	a	d	a	a	c	b	a	c	c	d	d
34	13	4	9274370.03	750433.12	Jr. Belisario Barsallo S/N	a	a	d	a	a	c	b	a	c	c	d	d
35	13	5	9274358.01	750447.20	Jr. Belisario Barsallo S/N	a	a	d	a	a	c	b	a	c	c	d	d
36	13	6	9274351.05	750454.99	Jr. Belisario Barsallo S/N	a	a	d	a	a	c	b	a	c	c	d	d
37	13	7	9274346.30	750459.79	Jr. Belisario Barsallo S/N	a	b	d	c	d	c	c	b	c	c	d	a
38	13	8	9274342.50	750463.86	Jr. Belisario Barsallo S/N	a	b	d	a	a	c	b	a	c	c	d	d
39	13	16	9274315.08	750430.77	Jr. 28 De Julio S/N	a	b	c	a	a	c	b	a	c	c	d	d

RESPUESTA A LAS PREGUNTAS VISUALES DEL CUESTIONARIO

N° de Ítem	Manz	Lote	Coordenadas UTM		Dirección	Uso del suelo o lotes	Localización	Estado de conservación	Sistema constructivo	Material			Altura de vivienda	Servicios			Obras de mitigación
			Este (m)	Norte (m)						Piso	Techo	Pared		Agua	Desague	Alumbrado	
40	13	17	9274321.41	750422.52	Jr. 28 De Julio S/N	a	b	d	a	a	c	b	a	c	c	d	d
41	13	18	9274327.14	750414.63	Jr. 28 De Julio S/N	a	b	c	a	a	c	b	a	c	c	d	d
42	13	19	9274333.18	750406.01	Jr. 28 De Julio S/N	a	b	d	a	a	c	b	a	c	c	d	d
43	13	20	9274338.24	750398.87	Jr. 28 De Julio S/N	a	b	d	a	a	c	b	a	c	c	d	d
44	13	21	9274352.77	750378.58	Jr. 28 De Julio S/N	d	b	a	a	a	NA	b	a	c	c	d	d
45	9	1	9274419.15	750567.18	Jr. Rosendo Mendivel S/N	a	b	b	a	d	c	b	b	c	c	d	c
46	9	2	9274413.00	750561.27	Jr. Rosendo Mendivel S/N	a	b	c	a	d	c	b	b	c	c	d	c
47	9	3	9274406.86	750555.03	Jr. Rosendo Mendivel S/N	a	b	c	a	d	c	b	b	c	c	d	c
48	9	4	9274399.43	750548.54	Jr. Rosendo Mendivel S/N	a	b	c	a	d	c	b	b	c	c	d	c
49	9	5	9274391.28	750540.56	Jr. Rosendo Mendivel S/N	a	b	c	a	d	c	b	b	c	c	d	c
50	9	6	9274384.76	750534.42	Jr. Rosendo Mendivel S/N	a	b	b	a	d	c	b	b	c	c	d	c
51	9	7	9274378.95	750529.00	Jr. Rosendo Mendivel S/N	a	b	b	a	d	c	b	b	c	c	d	a
52	9	8	9274372.45	750522.78	Jr. Rosendo Mendivel S/N	a	b	d	c	d	d	5	c	c	c	d	c
53	9	9	9274367.09	750518.15	Jr. Rosendo Mendivel S/N	NA	b	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	c
54	9	10	9274363.29	750514.22	Jr. Rosendo Mendivel S/N	a	b	d	c	d	d	c	b	c	c	d	c
55	9	11	9274358.79	750510.27	Jr. Rosendo Mendivel S/N	a	b	c	a	d	c	b	b	c	c	d	c
56	9	12	9274354.14	750506.02	Jr. Rosendo Mendivel S/N	a	b	c	a	d	c	b	b	c	c	d	c
57	9	13	9274349.42	750501.64	Jr. Rosendo Mendivel S/N	a	b	d	c	d	d	c	b	c	c	d	a
58	9	14	9274345.98	750498.16	Jr. Rosendo Mendivel S/N	a	b	d	c	d	d	c	b	c	c	d	a
59	9	15	9274338.30	750490.55	Jr. Rosendo Mendivel S/N	a	b	c	a	d	c	b	b	c	c	d	a
60	9	16	9274342.38	750473.70	Jr. Belisario Barsallo S/N	a	b	c	a	d	c	b	b	c	c	d	a
61	9	17	9274346.55	750468.56	Jr. Belisario Barsallo S/N	a	b	c	a	d	c	b	b	c	c	d	a
62	9	18	9274350.89	750463.68	Jr. Belisario Barsallo S/N	a	b	c	a	d	c	b	b	c	c	d	a
63	9	19	9274355.17	750458.73	Jr. Belisario Barsallo S/N	a	b	d	c	d	d	c	d	c	c	d	a
64	9	20	9274359.82	750453.33	Jr. Belisario Barsallo S/N	a	b	b	a	d	c	b	b	c	c	d	a
65	9	21	9274365.17	750447.27	Jr. Belisario Barsallo S/N	a	b	a	a	d	c	b	a	c	c	d	a
66	9	22	9274377.68	750445.54	Malecón Almirante Grau S/N	a	a	d	c	d	d	c	d	c	c	d	a
67	9	23	9274382.70	750455.40	Malecón Almirante Grau S/N	a	a	d	c	d	d	c	b	c	c	d	a
68	9	24	9274387.06	750461.35	Malecón Almirante Grau S/N	a	a	d	c	d	d	c	c	c	c	d	a
69	9	25	9274391.07	750467.58	Malecón Almirante Grau S/N	a	a	d	c	d	d	c	b	c	c	d	a
70	1	1	9274472.37	750623.49	Jr. Rosendo Mendivel S/N	a	a	c	a	d	c	b	b	c	c	d	c
71	1	2	9274469.07	750617.69	Jr. Rosendo Mendivel S/N	a	a	c	a	d	c	b	b	c	c	d	c
72	1	3	9274464.97	750611.30	Jr. Rosendo Mendivel S/N	a	a	c	a	d	c	b	b	c	c	d	c
73	1	4	9274459.90	750605.54	Jr. Rosendo Mendivel S/N	a	a	c	a	d	c	b	b	c	c	d	c
74	1	5	9274453.83	750599.70	Jr. Rosendo Mendivel S/N	a	a	c	a	d	c	b	b	c	c	d	c
75	1	6	9274443.89	750590.43	Jr. Rosendo Mendivel S/N	a	a	c	a	d	c	b	b	c	c	d	c
76	1	7	9274434.33	750581.53	Jr. Rosendo Mendivel S/N	a	a	c	a	d	c	b	a	c	c	d	c
77	1	8	9274429.10	750576.64	Jr. Rosendo Mendivel S/N	a	a	c	a	d	c	b	a	c	c	d	c

RESPUESTA A LAS PREGUNTAS VISUALES DEL CUESTIONARIO

N° de Ítem	Manz	Lote	Coordenadas UTM		Dirección	Uso del suelo o lotes	Localización	Estado de conservación	Sistema constructivo	Material			Altura de vivienda	Servicios			Obras de mitigación
			Este (m)	Norte (m)						Piso	Techo	Pared		Agua	Desague	Alumbrado	
78	UC19200	1	9274255.705	750169.9198	Malecón Almirante Grau S/N	d	a	NA	NA	NA	NA	NA	NA	c	c	NA	d
79	UC19200	2	9274260.17	750179.38	Malecón Almirante Grau S/N	a	a	d	c	d	d	c	c	c	c	d	d
80	UC19200	3	9274263.56	750188.73	Malecón Almirante Grau S/N	d	a	NA	NA	NA	NA	NA	NA	c	c	NA	d
81	UC19200	4	9274268.71	750198.74	Malecón Almirante Grau S/N	a	a	d	c	d	d	c	b	c	c	d	d
82	UC19200	5	9274273.29	750207.91	Malecón Almirante Grau S/N	d	a	NA	NA	NA	NA	NA	NA	c	c	NA	d
83	UC19200	6	9274277.60	750218.00	Malecón Almirante Grau S/N	a	a	d	c	d	d	c	b	c	c	d	c
84	UC19200	7	9274283.45	750230.53	Malecón Almirante Grau S/N	d	a	NA	NA	NA	NA	NA	NA	c	c	NA	c
85	UC19200	8	9274289.69	750246.20	Malecón Almirante Grau S/N	d	a	NA	NA	NA	NA	NA	NA	c	c	NA	c
86	UC19200	9	9274294.63	750256.05	Malecón Almirante Grau S/N	a	a	d	c	d	d	c	b	c	c	d	c
87	UC19200	10	9274298.74	750266.49	Malecón Almirante Grau S/N	d	a	NA	NA	NA	NA	NA	NA	c	c	NA	c
88	UC19200	11	9274302.52	750273.86	Malecón Almirante Grau S/N	a	a	d	c	d	d	c	b	c	c	d	c
89	UC19200	12	9274306.74	750282.33	Malecón Almirante Grau S/N	a	a	c	a	a	c	b	b	c	c	d	c
90	UC19150	1	9274326.58	750288.08	Malecón Almirante Grau S/N	b	b	d	c	d	d	c	d	c	c	d	a
91	UC19151	2	9274354.31	750283.06	Malecón Almirante Grau S/N	a	c	c	a	a	c	b	b	c	c	d	a
92	8	34	9274474.23	750435.39	CA. La Retama	a	c	d	c	d	d	c	c	c	c	d	a
93	8	35	9274461.55	750438.48	CA. La Retama	a	c	d	c	d	d	c	c	c	c	d	a
94	8	36	9274439.42	750439.19	CA. La Retama	a	c	d	c	d	d	c	b	c	c	d	a
95	8	37	9274431.81	750422.94	Malecón Almirante Grau S/N	b	c	d	c	d	d	c	c	c	c	d	a
96	8	38	9274425.56	750412.92	Malecón Almirante Grau S/N	a	c	d	c	d	d	c	b	c	c	d	a
97	8	39	9274422.11	750406.82	Malecón Almirante Grau S/N	a	c	d	c	d	d	c	c	c	c	d	a
98	8	40	9274417.42	750398.56	Malecón Almirante Grau S/N	a	c	c	a	a	d	b	b	c	c	d	a
99	10	24	9274497.24	750487.65	CA. Casuarinas	a	c	c	c	d	d	c	b	c	c	d	a
100	10	25	9274488.18	750490.32	CA. Casuarinas	a	c	d	c	d	d	c	b	c	c	d	a
101	10	26	9274480.59	750491.77	CA. Casuarinas	a	c	c	c	d	d	c	b	c	c	d	a
102	10	27	9274456.19	750484.26	Malecón Almirante Grau S/N	a	c	d	c	d	d	c	a	c	c	d	a
103	10	28	9274449.33	750471.24	Malecón Almirante Grau S/N	a	c	c	a	a	c	b	b	c	c	d	a
104	10	29	9274445.87	750463.97	Malecón Almirante Grau S/N	a	c	c	a	a	c	b	b	c	c	d	a
105	10	30	9274459.85	750456.61	CA. La Retama	a	c	d	c	d	d	c	b	c	c	d	a
106	10	31	9274466.00	750454.05	CA. La Retama	a	c	c	c	d	d	c	b	c	c	d	a
107	10	32	9274471.78	750452.57	CA. La Retama	a	c	d	c	d	d	c	c	c	c	d	a
108	10	33	9274478.41	750451.93	CA. La Retama	a	c	d	c	d	d	c	b	c	c	d	a
109	14	1	9274519.31	750498.21	CA. Los Eucaliptos	a	c	d	c	d	d	c	a	c	c	d	a
110	14	2	9274523.07	750505.43	CA. Los Eucaliptos	a	c	b	a	a	c	b	b	c	c	d	a
111	14	3	9274526.59	750512.03	CA. Los Eucaliptos	a	c	b	a	a	c	b	b	c	c	d	a
112	14	4	9274530.35	750519.24	CA. Los Eucaliptos	a	c	d	c	d	d	c	a	c	c	d	a
113	14	5	9274534.11	750526.38	CA. Los Eucaliptos	d	a	NA	NA	NA	NA	NA	NA	c	c	NA	d
114	14	6	9274537.86	750533.43	CA. Los Eucaliptos	d	a	NA	NA	NA	NA	NA	NA	c	c	NA	d
115	14	7	9274541.62	750540.50	CA. Los Eucaliptos	d	a	NA	NA	NA	NA	NA	NA	c	c	NA	d

RESPUESTA A LAS PREGUNTAS VISUALES DEL CUESTIONARIO

N° de Ítem	Manz	Lote	Coordenadas UTM		Dirección	Uso del suelo o lotes	Localización	Estado de conservación	Sistema constructivo	Material			Altura de vivienda	Servicios			Obras de mitigación
			Este (m)	Norte (m)						Piso	Techo	Pared		Agua	Desague	Alumbrado	
116	14	8	9274545.45	750547.76	CA. Los Eucaliptos	d	a	NA	NA	NA	NA	NA	c	c	NA	d	
117	14	9	9274549.06	750554.64	CA. Los Eucaliptos	a	c	c	a	a	c	b	b	c	c	d	a
118	14	10	9274552.78	750561.72	CA. Los Eucaliptos	a	c	c	a	a	c	b	b	c	c	d	a
119	14	11	9274556.49	750568.78	CA. Los Eucaliptos	a	c	d	c	d	d	c	b	c	c	d	a
120	14	12	9274559.47	750574.52	CA. Los Eucaliptos	a	c	d	c	d	d	c	b	c	c	d	a
121	14	13	9274561.05	750577.54	CA. Los Eucaliptos	a	c	d	c	d	d	c	b	c	c	d	a
122	14	14	9274562.40	750588.79	CA. Los Eucaliptos	a	c	d	c	d	d	c	b	c	c	d	a
123	14	15	9274555.19	750593.09	Psje. Los Pinos	a	c	d	c	d	d	c	c	c	c	d	a
124	14	16	9274548.89	750596.83	Psje. Los Pinos	a	c	d	c	d	d	c	a	c	c	d	a
125	14	17	9274543.21	750600.29	Psje. Los Pinos	a	c	d	c	d	d	c	a	c	c	d	a
126	14	18	9274539.87	750602.31	Psje. Los Pinos	a	c	d	c	d	d	c	b	c	c	d	a
127	14	19	9274534.23	750605.80	Psje. Los Pinos	a	c	d	c	d	d	c	a	c	c	d	a
128	14	20	9274525.35	750595.45	Malecón Almirante Grau S/N	a	c	d	c	d	d	c	a	c	c	d	a
129	14	21	9274522.53	750588.39	Malecón Almirante Grau S/N	a	c	d	c	d	d	c	c	c	c	d	a
130	14	22	9274518.70	750581.19	Malecón Almirante Grau S/N	a	c	d	c	d	d	c	c	c	c	d	a
131	14	23	9274515.28	750574.60	Malecón Almirante Grau S/N	a	c	d	c	a	NA	c	a	c	c	d	a
132	14	24	9274511.56	750567.49	Malecón Almirante Grau S/N	a	c	c	a	a	c	b	b	c	c	d	a
133	14	25	9274507.70	750560.10	Malecón Almirante Grau S/N	a	c	c	a	a	c	b	b	c	c	d	a
134	14	26	9274503.75	750553.66	Malecón Almirante Grau S/N	a	c	d	c	d	d	c	c	c	c	d	a
135	14	27	9274500.85	750548.73	Malecón Almirante Grau S/N	a	c	d	c	d	d	c	b	c	c	d	a
136	14	28	9274498.59	750545.25	Malecón Almirante Grau S/N	a	c	d	c	d	d	c	b	c	c	d	a
137	14	29	9274495.51	750540.05	Malecón Almirante Grau S/N	a	c	d	c	d	d	c	b	c	c	d	a
138	14	30	9274491.93	750535.25	Malecón Almirante Grau S/N	a	c	d	c	d	d	c	a	c	c	d	a
139	14	31	9274489.84	750532.11	Malecón Almirante Grau S/N	a	c	d	c	d	d	c	b	c	c	d	a
140	14	32	9274477.11	750509.90	Malecón Almirante Grau S/N	a	c	d	c	d	d	c	c	c	c	d	a
141	14	33	9274494.21	750500.21	CA. Casuarinas	a	c	d	c	d	d	c	b	c	c	d	a
142	14	34	9274502.07	750499.23	CA. Casuarinas	a	c	d	c	d	d	c	d	c	c	d	a
143	13	1	9274628.38	750583.53	Malecón Almirante Grau S/N	d	c	NA	NA	NA	NA	NA	c	c	c	NA	a
144	13	2	9274652.50	750614.14	Malecón Almirante Grau S/N	d	c	NA	NA	NA	NA	NA	c	c	c	NA	a
145	13	3	9274642.31	750620.31	Malecón Almirante Grau S/N	a	b	d	c	d	d	c	b	c	c	d	a
146	13	4A-4B	9274631.44	750626.25	Malecón Almirante Grau S/N	a	b	d	c	d	d	c	c	c	c	d	a
147	13	5	9274584.30	750642.04	Malecón Almirante Grau S/N	a	b	d	c	d	d	c	b	c	c	d	a
148	13	6	9274550.56	750632.67	Malecón Almirante Grau S/N	d	c	NA	NA	NA	NA	NA	c	c	c	NA	a
149	13	7	9274543.70	750624.53	Malecón Almirante Grau S/N	a	b	d	c	d	d	c	c	c	c	d	a
150	13	8	9274538.88	750617.69	Malecón Almirante Grau S/N	a	b	d	c	d	d	c	b	c	c	d	a
151	13	9	9274571.18	750596.23	CA. Los Eucaliptos	a	b	d	c	d	d	c	b	c	c	d	a
152	13	10	9274575.15	750602.70	CA. Los Eucaliptos	a	b	d	c	d	d	c	b	c	c	d	a
153	13	11	9274594.67	750599.80	CA. Los Eucaliptos	a	b	d	c	d	d	c	a	c	c	d	a

RESPUESTA A LAS PREGUNTAS VISUALES DEL CUESTIONARIO

N° de Ítem	Manz	Lote	Coordenadas UTM		Dirección	Uso del suelo o lotes	Localización	Estado de conservación	Sistema constructivo	Material			Altura de vivienda	Servicios			Obras de mitigación
			Este (m)	Norte (m)						Piso	Techo	Pared		Agua	Desague	Alumbrado	
154	13	12	9274598.73	750597.83	CA. Los Eucaliptos	a	b	d	c	d	d	c	a	c	c	d	a
155	13	13	9274607.67	750593.52	CA. Los Eucaliptos	d	c	NA	NA	NA	NA	NA	NA	c	c	NA	a
156	13	14	9274619.45	750587.84	CA. Los Eucaliptos	d	c	NA	NA	NA	NA	NA	NA	c	c	NA	a
157	9	16	9274712.08	750576.55	CA. Los Sauces	d	c	NA	NA	NA	NA	NA	NA	c	c	NA	a
158	9	17	9274703.89	750565.11	CA. Los Sauces	d	c	NA	NA	NA	NA	NA	NA	c	c	NA	a
159	9	18	9274696.07	750554.97	CA. Los Sauces	d	c	NA	NA	NA	NA	NA	NA	c	c	NA	a
160	UC14001	1	9274674.89	750676.48	UC14001	a	c	d	c	d	d	c	b	a	a	d	a
161	UC14015	1	9274878.75	750731.82	UC14015	a	c	c	a	a	c	b	b	a	a	d	a
162	UC14015	2	9274907.45	750754.42	UC14015	a	c	c	a	a	c	b	a	a	a	d	a
163	UC14019	1	9274891.86	750729.68	UC14019	a	c	c	a	a	c	b	b	a	a	d	a
164	UC14022	1	9274934.82	750742.56	UC14022	a	c	c	a	a	c	b	b	a	a	d	a
165	UC14023	1	9274905.98	750772.18	UC14023	a	c	c	a	a	c	b	a	a	a	d	a
166	UC14061	1	9275312.40	751420.04	UC14061	a	b	d	c	d	d	c	a	a	a	d	a
167	UC14063	1	9275338.77	751430.67	UC14063	a	b	d	c	d	d	c	b	a	a	d	a
168	24	19	9274179.78	750305.21	CA Rio Jalqueño S/N	c	a	c	c	d	d	c	a	d	c	d	d
169	I.E.S.		9274258.048	750164.057	Malecón Almirante Grau S/N	c	a	d	c	d	d	c	b	d	d	d	d
170	8	41	9274402.82	750372.57	Malecón Almirante Grau S/N	c	c	d	c	d	d	c	b	c	c	d	a

PONDERACIÓN DE LAS RESPUESTAS DE ACUERDO A INDECI (0.75011)

N° de Ítem	Manz	Lote	Coordenadas UTM		Uso de suelo o lotes	Localización	Estado de conservación	Sistema constructivo	Material				Servicios			Obras de mitigación	Vulnerabilidad física (promedio)	Nivel de vulnerabilidad
			Este (m)	Norte (m)					Piso	Techo	Pared	Altura de vivienda	Agua	Desague	Alumbrado			
1	38	27	9274205.07	749932.52	0.25	1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.75	1	1	0.5	0.750	Alta
2	38	26	9274196.16	749941.10	1	0.75	0.5	0.5	0.25	0.25	0.5	0.75	0.5	0.5	1	1	0.563	Alta
3	38	25	9274186.15	749950.67	0.25	0.75	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.75	1	1	1	0.792	Muy alta
4	38	24	9274180.40	749957.94	0.25	0.75	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.75	1	1	1	0.792	Muy alta
5	38	23	9274167.64	749980.17	0.25	1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.75	1	1	0.5	0.750	Alta
6	38	22	9274151.23	750009.38	0.25	1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.75	1	1	0.5	0.750	Alta
7	38	21	9274147.90	750014.90	1	0.75	1	1	1	0.5	0.75	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.750	Alta
8	38	20	9274144.32	750020.89	1	0.75	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	0.5	0.5	0.5	0.25	1	0.521	Alta
9	24	1	9274281.67	750318.88	1	1	0.5	0.5	0.25	0.5	0.5	1	0.5	0.5	0.25	0.25	0.563	Alta
10	24	2	9274276.43	750325.06	1	1	0.5	0.5	0.25	0.5	0.5	1	0.5	0.5	0.25	1	0.625	Alta
11	24	3	9274270.11	750332.47	1	0.75	0.25	0.5	0.25	0.5	0.5	1	0.5	0.5	0.25	1	0.583	Alta
12	24	4	9274264.78	750338.82	1	0.75	0.5	0.5	0.25	0.5	0.5	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.583	Alta
13	24	5	9274259.52	750344.90	1	0.75	0.5	0.5	0.25	0.5	0.5	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.583	Alta
14	24	6	9274252.85	750352.41	1	0.75	0.5	0.5	0.25	0.25	0.5	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.563	Alta
15	17	1	9274349.40	750370.89	0.25	1	1	1	1	NA	0.75	1	0.5	0.5	0.25	0.25	0.682	Alta
16	17	2	9274344.64	750377.99	1	0.75	0.5	1	1	0.5	0.75	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.708	Alta
17	17	3	9274339.03	750385.72	1	0.75	0.5	1	1	0.5	0.75	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.708	Alta
18	17	4	9274334.02	750392.83	1	0.75	0.5	0.5	0.25	0.5	0.5	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.583	Alta
19	17	5	9274329.06	750399.09	1	0.75	0.5	0.5	0.25	0.5	0.5	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.583	Alta
20	17	20	9274324.98	750404.94	1	0.75	0.5	0.5	0.25	0.5	0.5	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.583	Alta
21	17	6	9274320.82	750410.78	1	0.75	0.5	1	1	0.5	0.75	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.708	Alta
22	17	7	9274316.24	750417.00	1	0.5	0.25	1	1	0.5	0.75	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.667	Alta
23	17	27	9274257.12	750357.13	1	0.75	0.5	0.5	0.25	0.5	0.5	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.583	Alta
24	17	28	9274262.24	750351.57	1	0.75	0.5	0.5	0.25	0.5	0.5	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.583	Alta
25	17	29	9274267.36	750346.03	1	1	0.25	1	1	0.5	0.75	1	0.5	0.5	0.25	0.25	0.667	Alta
26	17	30	9274272.37	750340.56	1	0.75	0.5	0.5	0.25	0.5	0.5	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.583	Alta
27	17	31	9274277.45	750335.13	1	0.75	0.5	0.5	0.25	0.5	0.5	1	0.5	0.5	0.25	1	0.604	Alta
28	17	32	9274284.26	750327.31	1	1	0.25	1	1	0.5	0.75	0.75	0.5	0.5	0.25	0.25	0.646	Alta
29	17	33	9274307.38	750335.08	1	0.75	0.25	0.5	0.25	0.5	0.5	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.563	Alta
30	17	34	9274326.20	750346.91	1	0.75	0.25	0.5	0.25	0.5	0.5	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.563	Alta
31	13	1	9274377.08	750426.64	1	0.75	0.25	0.5	0.25	0.5	0.5	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.563	Alta
32	13	2	9274377.08	750426.64	1	0.75	0.5	0.5	0.25	0.5	0.5	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.583	Alta
33	13	3	9274373.06	750430.34	1	1	0.25	1	1	0.5	0.75	1	0.5	0.5	0.25	0.25	0.667	Alta
34	13	4	9274370.03	750433.12	1	1	0.25	1	1	0.5	0.75	1	0.5	0.5	0.25	0.25	0.667	Alta
35	13	5	9274358.01	750447.20	1	1	0.25	1	1	0.5	0.75	1	0.5	0.5	0.25	0.25	0.667	Alta
36	13	6	9274351.05	750454.99	1	1	0.25	1	1	0.5	0.75	1	0.5	0.5	0.25	0.25	0.667	Alta
37	13	7	9274346.30	750459.79	1	0.75	0.25	0.5	0.25	0.5	0.5	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.563	Alta
38	13	8	9274342.50	750463.86	1	0.75	0.25	1	1	0.5	0.75	1	0.5	0.5	0.25	0.25	0.646	Alta
39	13	16	9274315.08	750430.77	1	0.75	0.5	1	1	0.5	0.75	1	0.5	0.5	0.25	0.25	0.667	Alta

PONDERACIÓN DE LAS RESPUESTAS DE ACUERDO A INDECI (0.75011)

N° de Ítem	Manz	Lote	Coordenadas UTM		Uso del suelo o lotes	Localización	Estado de conservación	Sistema constructivo	Material			Servicios				Vulnerabilidad física (promedio)	Nivel de vulnerabilidad	
			Este (m)	Norte (m)					Piso	Techo	Pared	Altura de vivienda	Agua	Desague	Alumbrado			Obras de mitigación
40	13	17	9274321.41	750422.52	1	0.75	0.25	1	1	0.5	0.75	1	0.5	0.5	0.25	0.25	0.646	Alta
41	13	18	9274327.14	750414.63	1	0.75	0.5	1	1	0.5	0.75	1	0.5	0.5	0.25	0.25	0.667	Alta
42	13	19	9274333.18	750406.01	1	0.75	0.25	1	1	0.5	0.75	1	0.5	0.5	0.25	0.25	0.646	Alta
43	13	20	9274338.24	750398.87	1	0.75	0.25	1	1	0.5	0.75	1	0.5	0.5	0.25	0.25	0.646	Alta
44	13	21	9274352.77	750378.58	0.25	0.75	1	1	1	NA	0.75	1	0.5	0.5	0.25	0.25	0.659	Alta
45	9	1	9274419.15	750567.18	1	0.75	0.75	1	0.25	0.5	0.75	0.75	0.5	0.5	0.25	0.5	0.625	Alta
46	9	2	9274413.00	750561.27	1	0.75	0.5	1	0.25	0.5	0.75	0.75	0.5	0.5	0.25	0.5	0.604	Alta
47	9	3	9274406.86	750555.03	1	0.75	0.5	1	0.25	0.5	0.75	0.75	0.5	0.5	0.25	0.5	0.604	Alta
48	9	4	9274399.43	750548.54	1	0.75	0.5	1	0.25	0.5	0.75	0.75	0.5	0.5	0.25	0.5	0.604	Alta
49	9	5	9274391.28	750540.56	1	0.75	0.5	1	0.25	0.5	0.75	0.75	0.5	0.5	0.25	0.5	0.604	Alta
50	9	6	9274384.76	750534.42	1	0.75	0.75	1	0.25	0.5	0.75	0.75	0.5	0.5	0.25	0.5	0.625	Alta
51	9	7	9274378.95	750529.00	1	0.75	0.75	1	0.25	0.5	0.75	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.667	Alta
52	9	8	9274372.45	750522.78	1	0.75	0.25	0.5	0.25	0.25	5	0.5	0.5	0.5	0.25	0.5	0.854	Muy alta
53	9	9	9274367.09	750518.15	NA	0.75	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.5	0.625	Alta
54	9	10	9274363.29	750514.22	1	0.75	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	0.75	0.5	0.5	0.25	0.5	0.500	Media
55	9	11	9274358.79	750510.27	1	0.75	0.5	1	0.25	0.5	0.75	0.75	0.5	0.5	0.25	0.5	0.604	Alta
56	9	12	9274354.14	750506.02	1	0.75	0.5	1	0.25	0.5	0.75	0.75	0.5	0.5	0.25	0.5	0.604	Alta
57	9	13	9274349.42	750501.64	1	0.75	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.542	Alta
58	9	14	9274345.98	750498.16	1	0.75	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.542	Alta
59	9	15	9274338.30	750490.55	1	0.75	0.5	1	0.25	0.5	0.75	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.646	Alta
60	9	16	9274342.38	750473.70	1	0.75	0.5	1	0.25	0.5	0.75	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.646	Alta
61	9	17	9274346.55	750468.56	1	0.75	0.5	1	0.25	0.5	0.75	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.646	Alta
62	9	18	9274350.89	750463.68	1	0.75	0.5	1	0.25	0.5	0.75	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.646	Alta
63	9	19	9274355.17	750458.73	1	0.75	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	0.25	0.5	0.5	0.25	1	0.500	Media
64	9	20	9274359.82	750453.33	1	0.75	0.75	1	0.25	0.5	0.75	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.667	Alta
65	9	21	9274365.17	750447.27	1	0.75	1	1	0.25	0.5	0.75	1	0.5	0.5	0.25	1	0.708	Alta
66	9	22	9274377.68	750445.54	1	1	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	0.25	0.5	0.5	0.25	1	0.521	Alta
67	9	23	9274382.70	750455.40	1	1	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.563	Alta
68	9	24	9274387.06	750461.35	1	1	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	0.5	0.5	0.5	0.25	1	0.542	Alta
69	9	25	9274391.07	750467.58	1	1	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.563	Alta
70	1	1	9274472.37	750623.49	1	1	0.5	1	0.25	0.5	0.75	0.75	0.5	0.5	0.25	0.5	0.625	Alta
71	1	2	9274469.07	750617.69	1	1	0.5	1	0.25	0.5	0.75	0.75	0.5	0.5	0.25	0.5	0.625	Alta
72	1	3	9274464.97	750611.30	1	1	0.5	1	0.25	0.5	0.75	0.75	0.5	0.5	0.25	0.5	0.625	Alta
73	1	4	9274459.90	750605.54	1	1	0.5	1	0.25	0.5	0.75	0.75	0.5	0.5	0.25	0.5	0.625	Alta
74	1	5	9274453.83	750599.70	1	1	0.5	1	0.25	0.5	0.75	0.75	0.5	0.5	0.25	0.5	0.625	Alta
75	1	6	9274443.89	750590.43	1	1	0.5	1	0.25	0.5	0.75	0.75	0.5	0.5	0.25	0.5	0.625	Alta
76	1	7	9274434.33	750581.53	1	1	0.5	1	0.25	0.5	0.75	1	0.5	0.5	0.25	0.5	0.646	Alta
77	1	8	9274429.10	750576.64	1	1	0.5	1	0.25	0.5	0.75	1	0.5	0.5	0.25	0.5	0.646	Alta

PONDERACIÓN DE LAS RESPUESTAS DE ACUERDO A INDECI (0.75011)

N° de Ítem	Manz	Lote	Coordenadas UTM		Uso del suelo o lotes	Localización	Estado de conservación	Sistema constructivo	Material				Servicios			Vulnerabilidad física (promedio)	Nivel de vulnerabilidad	
			Este (m)	Norte (m)					Piso	Techo	Pared	Altura de vivienda	Agua	Desague	Alumbrado			Obras de mitigación
78	UC19200	1	9274255.705	750169.9198	0.25	1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.5	0.5	NA	0.25	0.500	Media
79	UC19200	2	9274260.17	750179.38	1	1	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	0.5	0.5	0.5	0.25	0.25	0.479	Media
80	UC19200	3	9274263.56	750188.73	0.25	1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.5	0.5	NA	0.25	0.500	Media
81	UC19200	4	9274268.71	750198.74	1	1	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	0.75	0.5	0.5	0.25	0.25	0.500	Media
82	UC19200	5	9274273.29	750207.91	0.25	1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.5	0.5	NA	0.25	0.500	Media
83	UC19200	6	9274277.60	750218.00	1	1	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	0.75	0.5	0.5	0.25	0.5	0.521	Alta
84	UC19200	7	9274283.45	750230.53	0.25	1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.5	0.5	NA	0.5	0.550	Alta
85	UC19200	8	9274289.69	750246.20	0.25	1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.5	0.5	NA	0.5	0.550	Alta
86	UC19200	9	9274294.63	750256.05	1	1	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	0.75	0.5	0.5	0.25	0.5	0.521	Alta
87	UC19200	10	9274298.74	750266.49	0.25	1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.5	0.5	NA	0.5	0.550	Alta
88	UC19200	11	9274302.52	750273.86	1	1	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	0.75	0.5	0.5	0.25	0.5	0.521	Alta
89	UC19200	12	9274306.74	750282.33	1	1	0.5	1	1	0.5	0.75	0.75	0.5	0.5	0.25	0.5	0.688	Alta
90	UC19150	1	9274326.58	750288.08	0.75	0.75	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	0.25	0.5	0.5	0.25	1	0.479	Media
91	UC19151	2	9274354.31	750283.06	1	0.5	0.5	1	1	0.5	0.75	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.688	Alta
92	8	34	9274474.23	750435.39	1	0.5	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	0.5	0.5	0.5	0.25	1	0.500	Media
93	8	35	9274461.55	750438.48	1	0.5	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	0.5	0.5	0.5	0.25	1	0.500	Media
94	8	36	9274439.42	750439.19	1	0.5	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.521	Alta
95	8	37	9274431.81	750422.94	0.75	0.5	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	0.5	0.5	0.5	0.25	1	0.479	Media
96	8	38	9274425.56	750412.92	1	0.5	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.521	Alta
97	8	39	9274422.11	750406.82	1	0.5	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	0.5	0.5	0.5	0.25	1	0.500	Media
98	8	40	9274417.42	750398.56	1	0.5	0.5	1	1	0.25	0.75	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.667	Alta
99	10	24	9274497.24	750487.65	1	0.5	0.5	0.5	0.25	0.25	0.5	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.542	Alta
100	10	25	9274488.18	750490.32	1	0.5	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.521	Alta
101	10	26	9274480.59	750491.77	1	0.5	0.5	0.5	0.25	0.25	0.5	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.542	Alta
102	10	27	9274456.19	750484.26	1	0.5	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	1	0.5	0.5	0.25	1	0.542	Alta
103	10	28	9274449.33	750471.24	1	0.5	0.5	1	1	0.5	0.75	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.688	Alta
104	10	29	9274445.87	750463.97	1	0.5	0.5	1	1	0.5	0.75	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.688	Alta
105	10	30	9274459.85	750456.61	1	0.5	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.521	Alta
106	10	31	9274466.00	750454.05	1	0.5	0.5	0.5	0.25	0.25	0.5	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.542	Alta
107	10	32	9274471.78	750452.57	1	0.5	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	0.5	0.5	0.5	0.25	1	0.500	Media
108	10	33	9274478.41	750451.93	1	0.5	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.521	Alta
109	14	1	9274519.31	750498.21	1	0.5	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	1	0.5	0.5	0.25	1	0.542	Alta
110	14	2	9274523.07	750505.43	1	0.5	0.75	1	1	0.5	0.75	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.708	Alta
111	14	3	9274526.59	750512.03	1	0.5	0.75	1	1	0.5	0.75	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.708	Alta
112	14	4	9274530.35	750519.24	1	0.5	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	1	0.5	0.5	0.25	1	0.542	Alta
113	14	5	9274534.11	750526.38	0.25	1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.5	0.5	NA	0.25	0.500	Media
114	14	6	9274537.86	750533.43	0.25	1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.5	0.5	NA	0.25	0.500	Media
115	14	7	9274541.62	750540.50	0.25	1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.5	0.5	NA	0.25	0.500	Media

PONDERACIÓN DE LAS RESPUESTAS DE ACUERDO A INDECI (0.75011)

N° de Ítem	Manz	Lote	Coordenadas UTM		Uso del suelo o lotes	Localización	Estado de conservación	Sistema constructivo	Material				Servicios			Obras de mitigación	Vulnerabilidad física (promedio)	Nivel de vulnerabilidad
			Este (m)	Norte (m)					Piso	Techo	Pared	Altura de vivienda	Agua	Desague	Alumbrado			
116	14	8	9274545.45	750547.76	0.25	1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.5	0.5	NA	0.25	0.500	Media
117	14	9	9274549.06	750554.64	1	0.5	0.5	1	1	0.5	0.75	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.688	Alta
118	14	10	9274552.78	750561.72	1	0.5	0.5	1	1	0.5	0.75	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.688	Alta
119	14	11	9274556.49	750568.78	1	0.5	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.521	Alta
120	14	12	9274559.47	750574.52	1	0.5	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.521	Alta
121	14	13	9274561.05	750577.54	1	0.5	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.521	Alta
122	14	14	9274562.40	750588.79	1	0.5	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.521	Alta
123	14	15	9274555.19	750593.09	1	0.5	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	0.5	0.5	0.5	0.25	1	0.500	Media
124	14	16	9274548.89	750596.83	1	0.5	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	1	0.5	0.5	0.25	1	0.542	Alta
125	14	17	9274543.21	750600.29	1	0.5	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	1	0.5	0.5	0.25	1	0.542	Alta
126	14	18	9274539.87	750602.31	1	0.5	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.521	Alta
127	14	19	9274534.23	750605.80	1	0.5	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	1	0.5	0.5	0.25	1	0.542	Alta
128	14	20	9274525.35	750595.45	1	0.5	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	1	0.5	0.5	0.25	1	0.542	Alta
129	14	21	9274522.53	750588.39	1	0.5	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	0.5	0.5	0.5	0.25	1	0.500	Media
130	14	22	9274518.70	750581.19	1	0.5	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	0.5	0.5	0.5	0.25	1	0.500	Media
131	14	23	9274515.28	750574.60	1	0.5	0.25	0.5	1	NA	0.5	1	0.5	0.5	0.25	1	0.636	Alta
132	14	24	9274511.56	750567.49	1	0.5	0.5	1	1	0.5	0.75	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.688	Alta
133	14	25	9274507.70	750560.10	1	0.5	0.5	1	1	0.5	0.75	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.688	Alta
134	14	26	9274503.75	750553.66	1	0.5	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	0.5	0.5	0.5	0.25	1	0.500	Media
135	14	27	9274500.85	750548.73	1	0.5	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.521	Alta
136	14	28	9274498.59	750545.25	1	0.5	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.521	Alta
137	14	29	9274495.51	750540.05	1	0.5	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.521	Alta
138	14	30	9274491.93	750535.25	1	0.5	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	1	0.5	0.5	0.25	1	0.542	Alta
139	14	31	9274489.84	750532.11	1	0.5	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.521	Alta
140	14	32	9274477.11	750509.90	1	0.5	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	0.5	0.5	0.5	0.25	1	0.500	Media
141	14	33	9274494.21	750500.21	1	0.5	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.521	Alta
142	14	34	9274502.07	750499.23	1	0.5	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	0.25	0.5	0.5	0.25	1	0.479	Media
143	13	1	9274628.38	750583.53	0.25	0.5	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.5	0.5	NA	1	0.550	Alta
144	13	2	9274652.50	750614.14	0.25	0.5	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.5	0.5	NA	1	0.550	Alta
145	13	3	9274642.31	750620.31	1	0.75	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.542	Alta
146	13	4A-4B	9274631.44	750626.25	1	0.75	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	0.5	0.5	0.5	0.25	1	0.521	Alta
147	13	5	9274584.30	750642.04	1	0.75	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.542	Alta
148	13	6	9274550.56	750632.67	0.25	0.5	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.5	0.5	NA	1	0.550	Alta
149	13	7	9274543.70	750624.53	1	0.75	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	0.5	0.5	0.5	0.25	1	0.521	Alta
150	13	8	9274538.88	750617.69	1	0.75	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.542	Alta
151	13	9	9274571.18	750596.23	1	0.75	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.542	Alta
152	13	10	9274575.15	750602.70	1	0.75	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.542	Alta
153	13	11	9274594.67	750599.80	1	0.75	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	1	0.5	0.5	0.25	1	0.563	Alta

PONDERACIÓN DE LAS RESPUESTAS DE ACUERDO A INDECI (0.75011)

N° de Ítem	Manz	Lote	Coordenadas UTM		Uso del suelo o lotes	Localización	Estado de conservación	Sistema constructivo	Material				Servicios			Obras de mitigación	Vulnerabilidad física (promedio)	Nivel de vulnerabilidad
			Este (m)	Norte (m)					Piso	Techo	Pared	Altura de vivienda	Agua	Desague	Alumbrado			
154	13	12	9274598.73	750597.83	1	0.75	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	1	0.5	0.5	0.25	1	0.563	Alta
155	13	13	9274607.67	750593.52	0.25	0.5	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.5	0.5	NA	1	0.550	Alta
156	13	14	9274619.45	750587.84	0.25	0.5	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.5	0.5	NA	1	0.550	Alta
157	9	16	9274712.08	750576.55	0.25	0.5	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.5	0.5	NA	1	0.550	Alta
158	9	17	9274703.89	750565.11	0.25	0.5	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.5	0.5	NA	1	0.550	Alta
159	9	18	9274696.07	750554.97	0.25	0.5	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.5	0.5	NA	1	0.550	Alta
160	UC14001	1	9274674.89	750676.48	1	0.5	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	0.75	1	1	0.25	1	0.604	Alta
161	UC14015	1	9274878.75	750731.82	1	0.5	0.5	1	1	0.5	0.75	0.75	1	1	0.25	1	0.771	Muy alta
162	UC14015	2	9274907.45	750754.42	1	0.5	0.5	1	1	0.5	0.75	1	1	1	0.25	1	0.792	Muy alta
163	UC14019	1	9274891.86	750729.68	1	0.5	0.5	1	1	0.5	0.75	0.75	1	1	0.25	1	0.771	Muy alta
164	UC14022	1	9274934.82	750742.56	1	0.5	0.5	1	1	0.5	0.75	0.75	1	1	0.25	1	0.771	Muy alta
165	UC14023	1	9274905.98	750772.18	1	0.5	0.5	1	1	0.5	0.75	1	1	1	0.25	1	0.792	Muy alta
166	UC14061	1	9275312.40	751420.04	1	0.75	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	1	1	1	0.25	1	0.646	Alta
167	UC14063	1	9275338.77	751430.67	1	0.75	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	0.75	1	1	0.25	1	0.625	Alta
168	24	19	9274179.78	750305.21	0.5	1	0.5	0.5	0.25	0.25	0.5	1	0.25	0.5	0.25	0.25	0.479	Media
169	I.E.S.		9274258.048	750164.057	0.5	1	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	0.75	0.25	0.25	0.25	0.25	0.417	Media
170	8	41	9274402.82	750372.57	0.5	0.5	0.25	0.5	0.25	0.25	0.5	0.75	0.5	0.5	0.25	1	0.479	Media

Anexo H. Análisis del Riesgo

Ítem	Peligro	Vulnerabilidad	Riesgo	Nivel de riesgo	Área (ha)
0	0.1	0.75	0.075	Bajo	3.284223508
1	0.75	0.75	0.5625	Alto	0.003691507
2	0.75	0.75	0.5625	Alto	0.002048643
3	0.75	0.75	0.5625	Alto	3.30748E-05
4	0.25	0.75	0.1875	Bajo	0.007359706
5	1	0.75	0.75	Alto	1.40955E-05
6	1	0.75	0.75	Alto	6.089480017
7	0.25	0.75	0.1875	Bajo	0.005535438
8	0.25	0.75	0.1875	Bajo	3.34943E-05
9	0.25	0.75	0.1875	Bajo	0.000238979
10	0.25	0.75	0.1875	Bajo	7.8791E-08
11	0.75	0.75	0.5625	Alto	1.40275E-05
12	0.5	0.75	0.375	Medio	4.97764E-07
13	0.25	0.75	0.1875	Bajo	0.090758826
14	0.5	0.75	0.375	Medio	0.002801028
15	0.5	0.75	0.375	Medio	7.51432E-06
16	0.5	0.75	0.375	Medio	1.60377E-05
17	0.5	0.75	0.375	Medio	0.000114425
18	0.75	0.75	0.5625	Alto	1.71323E-06
19	0.75	0.75	0.5625	Alto	1.80434E-06
20	0.75	0.75	0.5625	Alto	9.33752E-06
21	0.75	0.75	0.5625	Alto	1.56917E-05
22	0.75	0.75	0.5625	Alto	1.31179E-07
23	0.75	0.75	0.5625	Alto	2.77781E-06
24	0.75	0.75	0.5625	Alto	5.72486E-07
25	0.5	0.75	0.375	Medio	0.009195749
26	0.5	0.75	0.375	Medio	9.00154E-06
27	0.5	0.75	0.375	Medio	1.49235E-05
28	0.5	0.75	0.375	Medio	2.51617E-06
29	0.5	0.75	0.375	Medio	1.32847E-05
30	0.5	0.75	0.375	Medio	0.109107508
31	0.75	0.75	0.5625	Alto	0.006343358
32	0.75	0.75	0.5625	Alto	7.81143E-05
33	1	0.75	0.75	Alto	2.48106E-05
34	0.75	0.75	0.5625	Alto	2.46682E-05
35	0.75	0.75	0.5625	Alto	0.000288644
36	0.75	0.75	0.5625	Alto	0.00081771
37	0.75	0.75	0.5625	Alto	3.2107E-05
38	0.75	0.75	0.5625	Alto	8.06343E-06
39	0.75	0.75	0.5625	Alto	6.21417E-06
40	0.75	0.75	0.5625	Alto	0.000342554
41	0.75	0.75	0.5625	Alto	5.53555E-05
42	0.75	0.75	0.5625	Alto	4.65431E-05
43	0.75	0.75	0.5625	Alto	4.01854E-05
44	0.75	0.75	0.5625	Alto	1.82638E-05
45	0.75	0.75	0.5625	Alto	2.98944E-06
46	1	0.75	0.75	Alto	1.49445E-05
47	1	0.75	0.75	Alto	0.028896878
48	0.25	0.75	0.1875	Bajo	3.7061E-06
49	0.75	0.75	0.5625	Alto	5.89353E-05
50	0.5	0.75	0.375	Medio	2.78362E-05
51	1	0.75	0.75	Alto	0.000832863
52	1	0.75	0.75	Alto	6.79739E-05
53	0.75	0.75	0.5625	Alto	2.36765E-06
54	0.5	0.75	0.375	Medio	1.38788E-05
55	1	0.75	0.75	Alto	1.12855E-06
56	0.75	0.75	0.5625	Alto	1.72181E-06
57	1	0.75	0.75	Alto	0.000895367
58	0.75	0.75	0.5625	Alto	0.000107772
59	1	0.75	0.75	Alto	0.000187626
60	0.75	0.75	0.5625	Alto	1.21879E-05
61	0.75	0.75	0.5625	Alto	6.55646E-06

Ítem	Peligro	Vulnerabilidad	Riesgo	Nivel de riesgo	Área (ha)
62	1	0.75	0.75	Alto	0.012119872
63	1	0.75	0.75	Alto	0.218823547
64	1	0.75	0.75	Alto	0.002278177
65	1	0.75	0.75	Alto	5.12856E-05
66	1	0.75	0.75	Alto	2.82396E-05
67	1	0.75	0.75	Alto	2.19043E-06
68	1	0.75	0.75	Alto	4.41949E-07
69	1	0.75	0.75	Alto	2.05579E-07
70	0.1	0.667	0.0667	Bajo	3.79948E-05
71	0.1	0.646	0.0646	Bajo	2.49501E-06
72	0.1	0.625	0.0625	Bajo	6.51107E-06
73	0.1	0.479	0.0479	Bajo	0.000375706
74	0.1	0.2	0.02	Bajo	7.35119E-05
75	0.1	0.646	0.0646	Bajo	1.94061E-06
76	0.1	0.646	0.0646	Bajo	7.01477E-08
77	0.1	0.479	0.0479	Bajo	2.34808E-07
78	0.1	0.667	0.0667	Bajo	0.190255706
79	0.1	0.479	0.0479	Bajo	0.004029638
80	0.1	0.479	0.0479	Bajo	0.023422491
81	0.1	0.667	0.0667	Bajo	0.330101344
82	0.1	0.479	0.0479	Bajo	0.004253539
83	0.1	0.667	0.0667	Bajo	0.129537533
84	0.1	0.479	0.0479	Bajo	0.004811021
85	0.1	0.479	0.0479	Bajo	1.432019826
86	0.1	0.2	0.02	Bajo	1.589062981
87	0.1	0.2	0.02	Bajo	6.004976922
88	0.1	0.479	0.0479	Bajo	1.303141532
89	0.1	0.792	0.0792	Bajo	0.003066229
90	0.1	0.792	0.0792	Bajo	0.000697461
91	0.1	0.75	0.075	Bajo	0.014794619
92	0.1	0.75	0.075	Bajo	0.009138816
93	0.1	0.75	0.075	Bajo	0.019931636
94	0.1	0.521	0.0521	Bajo	0.022376044
95	0.1	0.563	0.0563	Bajo	0.037473298
96	0.1	0.5	0.05	Bajo	0.011809715
97	0.1	0.583	0.0583	Bajo	0.030777976
98	0.1	0.479	0.0479	Bajo	0.009342348
99	0.1	0.583	0.0583	Bajo	0.033555214
100	0.1	0.5	0.05	Bajo	0.009518029
101	0.1	0.583	0.0583	Bajo	0.028228267
102	0.1	0.583	0.0583	Bajo	0.015548559
103	0.1	0.5	0.05	Bajo	0.006545918
104	0.1	0.5	0.05	Bajo	0.003337164
105	0.1	0.625	0.0625	Bajo	0.033625903
106	0.1	0.583	0.0583	Bajo	0.008857047
107	0.1	0.521	0.0521	Bajo	0.002937278
108	0.1	0.563	0.0563	Bajo	0.022061107
109	0.1	0.667	0.0667	Bajo	0.009732886
110	0.1	0.55	0.055	Bajo	0.003105439
111	0.1	0.583	0.0583	Bajo	0.009804673
112	0.1	0.55	0.055	Bajo	0.004570229
113	0.1	0.646	0.0646	Bajo	0.012137313
114	0.1	0.521	0.0521	Bajo	0.00302883
115	0.1	0.55	0.055	Bajo	0.00180076
116	0.1	0.521	0.0521	Bajo	0.000120217
117	0.1	0.563	0.0563	Bajo	0.082167692
118	0.1	0.667	0.0667	Bajo	0.008970841
119	0.1	0.708	0.0708	Bajo	0.010408376
120	0.1	0.583	0.0583	Bajo	0.074218717
121	0.1	0.583	0.0583	Bajo	0.086311449
122	0.1	0.646	0.0646	Bajo	0.008781016
123	0.1	0.479	0.0479	Bajo	5.17649E-06

Ítem	Peligro	Vulnerabilidad	Riesgo	Nivel de riesgo	Área (ha)
124	0.1	0.563	0.0563	Bajo	0.058809392
125	0.1	0.583	0.0583	Bajo	0.019786418
126	0.1	0.604	0.0604	Bajo	5.58328E-06
127	0.1	0.667	0.0667	Bajo	0.014353254
128	0.1	0.688	0.0688	Bajo	8.35397E-06
129	0.1	0.708	0.0708	Bajo	0.00955252
130	0.1	0.646	0.0646	Bajo	0.009458432
131	0.1	0.646	0.0646	Bajo	0.011207718
132	0.1	0.667	0.0667	Bajo	0.039887713
133	0.1	0.708	0.0708	Bajo	0.010545957
134	0.1	0.563	0.0563	Bajo	0.011444947
135	0.1	0.646	0.0646	Bajo	0.002992788
136	0.1	0.682	0.0682	Bajo	0.032775853
137	0.1	0.667	0.0667	Bajo	0.018168593
138	0.1	0.646	0.0646	Bajo	0.028546458
139	0.1	0.625	0.0625	Bajo	3.08338E-06
140	0.1	0.646	0.0646	Bajo	0.03117183
141	0.1	0.646	0.0646	Bajo	0.010263808
142	0.1	0.667	0.0667	Bajo	0.031422876
143	0.1	0.646	0.0646	Bajo	0.009134166
144	0.1	0.659	0.0659	Bajo	0.030258854
145	0.1	0.667	0.0667	Bajo	0.012514593
146	0.1	0.5	0.05	Bajo	0.010463209
147	0.1	0.542	0.0542	Bajo	0.016034285
148	0.1	0.667	0.0667	Bajo	0.018534145
149	0.1	0.667	0.0667	Bajo	0.009812363
150	0.1	0.542	0.0542	Bajo	0.025289653
151	0.1	0.583	0.0583	Bajo	0.023550255
152	0.1	0.563	0.0563	Bajo	0.018871757
153	0.1	0.708	0.0708	Bajo	0.013800573
154	0.1	0.521	0.0521	Bajo	0.007283921
155	0.1	0.563	0.0563	Bajo	0.010777423
156	0.1	0.542	0.0542	Bajo	0.011550416
157	0.1	0.667	0.0667	Bajo	0.010779873
158	0.1	0.563	0.0563	Bajo	0.011564057
159	0.1	0.604	0.0604	Bajo	0.050226455
160	0.1	0.604	0.0604	Bajo	0.030063325
161	0.1	0.5	0.05	Bajo	0.019908552
162	0.1	0.625	0.0625	Bajo	0.022062619
163	0.1	0.854	0.0854	Bajo	0.055876828
164	0.1	0.625	0.0625	Bajo	0.025670108
165	0.1	0.604	0.0604	Bajo	0.040781441
166	0.1	0.604	0.0604	Bajo	0.02783578
167	0.1	0.604	0.0604	Bajo	0.018315859
168	0.1	0.604	0.0604	Bajo	0.020751437
169	0.1	0.625	0.0625	Bajo	0.021274409
170	0.1	0.646	0.0646	Bajo	0.015885469
171	0.1	0.667	0.0667	Bajo	0.033772492
172	0.1	0.646	0.0646	Bajo	0.015418982
173	0.1	0.5	0.05	Bajo	0.029839823
174	0.1	0.688	0.0688	Bajo	0.00699499
175	0.1	0.521	0.0521	Bajo	0.034230582
176	0.1	0.521	0.0521	Bajo	0.032272136
177	0.1	0.625	0.0625	Bajo	0.038822715
178	0.1	0.521	0.0521	Bajo	0.008709053
179	0.1	0.646	0.0646	Bajo	5.92128E-06
180	0.1	0.688	0.0688	Bajo	0.014688754
181	0.1	0.625	0.0625	Bajo	0.014336372
182	0.1	0.479	0.0479	Bajo	0.070717152
183	0.1	0.5	0.05	Bajo	0.028730231
184	0.1	0.542	0.0542	Bajo	0.009294048
185	0.1	0.5	0.05	Bajo	0.0075707

Ítem	Peligro	Vulnerabilidad	Riesgo	Nivel de riesgo	Área (ha)
186	0.1	0.625	0.0625	Bajo	0.01567716
187	0.1	0.542	0.0542	Bajo	0.038211062
188	0.1	0.625	0.0625	Bajo	0.007951685
189	0.1	0.5	0.05	Bajo	0.013834942
190	0.1	0.521	0.0521	Bajo	0.008049465
191	0.1	0.625	0.0625	Bajo	0.011111592
192	0.1	0.542	0.0542	Bajo	0.016290908
193	0.1	0.521	0.0521	Bajo	0.017627311
194	0.1	0.542	0.0542	Bajo	0.016097191
195	0.1	0.521	0.0521	Bajo	0.013465855
196	0.1	0.5	0.05	Bajo	0.047830931
197	0.1	0.479	0.0479	Bajo	0.005723836
198	0.1	0.521	0.0521	Bajo	0.008479921
199	0.1	0.542	0.0542	Bajo	0.008027482
200	0.1	0.521	0.0521	Bajo	0.015840585
201	0.1	0.604	0.0604	Bajo	1.43743E-05
202	0.1	0.521	0.0521	Bajo	0.006601186
203	0.1	0.521	0.0521	Bajo	0.009415007
204	0.1	0.542	0.0542	Bajo	0.013747416
205	0.1	0.5	0.05	Bajo	0.017268853
206	0.1	0.708	0.0708	Bajo	0.017203828
207	0.1	0.688	0.0688	Bajo	0.015678911
208	0.1	0.708	0.0708	Bajo	0.017239832
209	0.1	0.688	0.0688	Bajo	0.015825829
210	0.1	0.542	0.0542	Bajo	0.017538545
211	0.1	0.636	0.0636	Bajo	0.015901688
212	0.1	0.5	0.05	Bajo	0.015670603
213	0.1	0.542	0.0542	Bajo	0.004850656
214	0.1	0.5	0.05	Bajo	0.016360782
215	0.1	0.5	0.05	Bajo	0.015454988
216	0.1	0.5	0.05	Bajo	0.016185213
217	0.1	0.521	0.0521	Bajo	0.004957584
218	0.1	0.5	0.05	Bajo	0.015465157
219	0.1	0.542	0.0542	Bajo	0.015454953
220	0.1	0.542	0.0542	Bajo	0.003400287
221	0.1	0.5	0.05	Bajo	0.015864973
222	0.1	0.688	0.0688	Bajo	0.016076617
223	0.1	0.542	0.0542	Bajo	0.006992254
224	0.1	0.688	0.0688	Bajo	0.015902691
225	0.1	0.542	0.0542	Bajo	0.015725069
226	0.1	0.521	0.0521	Bajo	0.01606128
227	0.1	0.5	0.05	Bajo	0.006712318
228	0.1	0.521	0.0521	Bajo	0.016125237
229	0.1	0.521	0.0521	Bajo	0.008351151
230	0.1	0.521	0.0521	Bajo	0.008517034
231	0.1	0.521	0.0521	Bajo	0.006751866
232	0.1	0.55	0.055	Bajo	0.023966024
233	0.1	0.542	0.0542	Bajo	0.020036117
234	0.1	0.542	0.0542	Bajo	0.019814122
235	0.1	0.563	0.0563	Bajo	0.009117926
236	0.1	0.563	0.0563	Bajo	0.00917526
237	0.1	0.542	0.0542	Bajo	0.143480976
238	0.1	0.55	0.055	Bajo	0.03966509
239	0.1	0.521	0.0521	Bajo	0.036969965
240	0.1	0.55	0.055	Bajo	0.019762921
241	0.1	0.542	0.0542	Bajo	0.029087198
242	0.1	0.55	0.055	Bajo	0.015688599
243	0.1	0.55	0.055	Bajo	0.022960632
244	0.1	0.55	0.055	Bajo	0.024795554
245	0.1	0.55	0.055	Bajo	0.053701019
246	0.1	0.55	0.055	Bajo	0.0432106
247	0.1	0.792	0.0792	Bajo	0.006779495

Ítem	Peligro	Vulnerabilidad	Riesgo	Nivel de riesgo	Área (ha)
248	0.1	0.771	0.0771	Bajo	0.007849476
249	0.1	0.771	0.0771	Bajo	0.007849519
250	0.1	0.771	0.0771	Bajo	0.019114837
251	0.1	0.792	0.0792	Bajo	0.020668772
252	1	0.479	0.479	Medio	1.89963E-06
253	1	0.479	0.479	Medio	2.95009E-06
254	0.25	0.521	0.13025	Bajo	4.84595E-05
255	0.25	0.563	0.14075	Bajo	0.000247417
256	0.25	0.563	0.14075	Bajo	3.92791E-06
257	0.25	0.625	0.15625	Bajo	0.00090408
258	0.25	0.625	0.15625	Bajo	0.000133058
259	0.25	0.625	0.15625	Bajo	0.00020346
260	0.25	0.479	0.11975	Bajo	0.00050397
261	0.25	0.479	0.11975	Bajo	0.022163896
262	0.5	0.563	0.2815	Medio	6.09787E-08
263	0.25	0.667	0.16675	Bajo	0.045692801
264	0.25	0.5	0.125	Bajo	0.00288797
265	0.25	0.479	0.11975	Bajo	0.002968773
266	0.25	0.5	0.125	Bajo	0.002924045
267	0.25	0.5	0.125	Bajo	0.002407299
268	0.25	0.5	0.125	Bajo	0.002188963
269	0.25	0.521	0.13025	Bajo	0.002674339
270	0.25	0.55	0.1375	Bajo	0.005167001
271	0.25	0.55	0.1375	Bajo	0.004791195
272	0.25	0.521	0.13025	Bajo	0.003366141
273	0.25	0.55	0.1375	Bajo	0.006272632
274	0.25	0.521	0.13025	Bajo	0.007798005
275	0.25	0.688	0.172	Bajo	0.005883145
276	0.25	0.479	0.11975	Bajo	5.82029E-05
277	0.25	0.479	0.11975	Bajo	0.016675214
278	0.25	0.479	0.11975	Bajo	0.012332936
279	0.25	0.479	0.11975	Bajo	0.021338102
280	0.25	0.479	0.11975	Bajo	0.000829495
281	0.5	0.521	0.2605	Medio	1.67914E-06
282	0.5	0.563	0.2815	Medio	0.000851944
283	0.5	0.563	0.2815	Medio	4.29174E-05
284	0.5	0.563	0.2815	Medio	1.8165E-05
285	0.5	0.563	0.2815	Medio	4.91163E-06
286	0.5	0.625	0.3125	Medio	0.000385928
287	0.5	0.625	0.3125	Medio	8.17215E-05
288	0.5	0.625	0.3125	Medio	0.000103914
289	0.5	0.479	0.2395	Bajo	0.000242678
290	0.5	0.479	0.2395	Bajo	0.01050059
291	1	0.521	0.521	Alto	2.57392E-05
292	0.75	0.563	0.42225	Medio	1.93337E-07
293	0.75	0.563	0.42225	Medio	4.98419E-06
294	0.5	0.667	0.3335	Medio	0.027335873
295	0.5	0.5	0.25	Bajo	0.001396182
296	0.5	0.479	0.2395	Bajo	0.001479294
297	0.5	0.5	0.25	Bajo	0.001713731
298	0.5	0.5	0.25	Bajo	0.001661612
299	0.5	0.5	0.25	Bajo	0.001201775
300	0.5	0.521	0.2605	Medio	0.001980033
301	0.5	0.55	0.275	Medio	0.002541013
302	0.5	0.55	0.275	Medio	0.002160466
303	0.5	0.521	0.2605	Medio	0.001348144
304	0.5	0.55	0.275	Medio	0.001773304
305	0.5	0.521	0.2605	Medio	0.002071705
306	0.5	0.688	0.344	Medio	0.002337424
307	0.5	0.479	0.2395	Bajo	6.93467E-06
308	0.5	0.479	0.2395	Bajo	0.009094938
309	0.5	0.479	0.2395	Bajo	0.005918389

Ítem	Peligro	Vulnerabilidad	Riesgo	Nivel de riesgo	Área (ha)
310	0.5	0.479	0.2395	Bajo	0.020150817
311	0.5	0.479	0.2395	Bajo	0.000617178
312	0.75	0.479	0.35925	Medio	0.001537836
313	0.75	0.792	0.594	Alto	1.47857E-05
314	0.75	0.75	0.5625	Alto	0.000257727
315	0.75	0.521	0.39075	Medio	2.85947E-05
316	0.75	0.659	0.49425	Medio	0.005174702
317	0.75	0.563	0.42225	Medio	0.000292567
318	0.75	0.563	0.42225	Medio	3.02321E-07
319	0.75	0.563	0.42225	Medio	7.21816E-07
320	0.75	0.563	0.42225	Medio	2.3416E-06
321	0.75	0.563	0.42225	Medio	1.05481E-05
322	0.75	0.563	0.42225	Medio	2.93123E-05
323	0.75	0.563	0.42225	Medio	7.16422E-06
324	0.75	0.625	0.46875	Medio	0.000168089
325	0.75	0.625	0.46875	Medio	0.001131297
326	0.75	0.625	0.46875	Medio	0.000312298
327	0.75	0.479	0.35925	Medio	0.000630716
328	0.75	0.479	0.35925	Medio	0.046079004
329	0.75	0.667	0.50025	Alto	0.08084847
330	0.75	0.5	0.375	Medio	0.003839584
331	0.75	0.479	0.35925	Medio	0.003959204
332	0.75	0.5	0.375	Medio	0.004529897
333	0.75	0.5	0.375	Medio	0.004362958
334	0.75	0.5	0.375	Medio	0.003082402
335	0.75	0.521	0.39075	Medio	0.005272496
336	0.75	0.55	0.4125	Medio	0.006812948
337	0.75	0.55	0.4125	Medio	0.005719839
338	0.75	0.521	0.39075	Medio	0.003581092
339	0.75	0.55	0.4125	Medio	0.00490152
340	0.75	0.521	0.39075	Medio	0.004543093
341	0.75	0.688	0.516	Alto	0.005182397
342	0.75	0.479	0.35925	Medio	0.030334924
343	0.75	0.479	0.35925	Medio	0.02003945
344	0.75	0.479	0.35925	Medio	0.193078472
345	0.75	0.479	0.35925	Medio	0.014883304
346	1	0.521	0.521	Alto	7.29491E-07
347	1	0.521	0.521	Alto	0.003524062
348	1	0.479	0.479	Medio	0.002765369
349	0.25	0.521	0.13025	Bajo	0.000789598
350	1	0.521	0.521	Alto	0.00021221
351	0.25	0.479	0.11975	Bajo	0.000115775
352	0.25	0.5	0.125	Bajo	0.00025911
353	0.25	0.5	0.125	Bajo	5.1565E-05
354	0.5	0.521	0.2605	Medio	0.000694788
355	1	0.521	0.521	Alto	0.000433739
356	1	0.521	0.521	Alto	0.001972882
357	0.75	0.563	0.42225	Medio	1.10521E-06
358	1	0.479	0.479	Medio	5.237E-05
359	1	0.5	0.5	Medio	8.85569E-05
360	1	0.5	0.5	Medio	1.762E-05
361	0.75	0.521	0.39075	Medio	0.000219842
362	1	0.521	0.521	Alto	0.003310484
363	0.75	0.659	0.49425	Medio	3.50616E-07
364	0.75	0.563	0.42225	Medio	4.58072E-07
365	1	0.479	0.479	Medio	5.10914E-05
366	1	0.5	0.5	Medio	7.6539E-05
367	1	0.5	0.5	Medio	1.52274E-05
368	1	0.479	0.479	Medio	0.007353962
369	1	0.479	0.479	Medio	0.15135193
370	1	0.792	0.792	Muy alto	0.006483162
371	1	0.792	0.792	Muy alto	0.003704236

Ítem	Peligro	Vulnerabilidad	Riesgo	Nivel de riesgo	Área (ha)
372	1	0.75	0.75	Alto	0.051172993
373	1	0.75	0.75	Alto	0.075020878
374	1	0.75	0.75	Alto	0.036774042
375	1	0.563	0.563	Alto	0.003777045
376	1	0.75	0.75	Alto	0.008444176
377	1	0.521	0.521	Alto	0.338378526
378	1	0.667	0.667	Alto	0.092941599
379	1	0.563	0.563	Alto	0.008716762
380	1	0.646	0.646	Alto	0.002121552
381	1	0.563	0.563	Alto	0.000523734
382	1	0.563	0.563	Alto	0.004883154
383	1	0.682	0.682	Alto	0.014231575
384	1	0.659	0.659	Alto	0.005251357
385	1	0.625	0.625	Alto	0.000698506
386	1	0.625	0.625	Alto	0.004175777
387	1	0.479	0.479	Medio	0.000995529
388	1	0.479	0.479	Medio	0.000742466
389	1	0.479	0.479	Medio	0.035683521
390	1	0.479	0.479	Medio	0.00425472
391	1	0.667	0.667	Alto	0.914856695
392	1	0.5	0.5	Medio	0.00561089
393	1	0.479	0.479	Medio	0.009310754
394	1	0.5	0.5	Medio	0.012741835
395	1	0.5	0.5	Medio	0.009606447
396	1	0.5	0.5	Medio	0.009956735
397	1	0.521	0.521	Alto	0.01600158
398	1	0.55	0.55	Alto	0.02103765
399	1	0.55	0.55	Alto	0.018877368
400	1	0.521	0.521	Alto	0.010708519
401	1	0.55	0.55	Alto	0.01314114
402	1	0.521	0.521	Alto	0.005824376
403	1	0.688	0.688	Alto	0.00070479
404	1	0.479	0.479	Medio	0.000666547
405	1	0.479	0.479	Medio	0.108485661
406	1	0.479	0.479	Medio	0.024263201
407	1	0.479	0.479	Medio	0.000457989
408	1	0.479	0.479	Medio	8.15316E-06
409	1	0.479	0.479	Medio	0.000501636
410	1	0.479	0.479	Medio	0.003709745
411	1	0.479	0.479	Medio	3.30567E-06
412	1	0.479	0.479	Medio	6.11267E-08
413	1	0.479	0.479	Medio	3.4127E-07
414	1	0.479	0.479	Medio	5.62422E-07
415	1	0.479	0.479	Medio	0.001412947
416	1	0.479	0.479	Medio	0.026580977
417	1	0.479	0.479	Medio	0.065821569
418	1	0.479	0.479	Medio	0.001893836

Anexo I. Estudio de mecánica de suelos

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

TESIS:

"PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE
DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S.
ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".

TESISTAS:

CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO
WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA

UBICACIÓN:

LAJAS - CHOTA-CAJAMARCA.

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA:	: MARZO, 2023

CAJAMARCA, MARZO 2023.

DATOS GENERALES

LGI-INF-053-2023

I. DATOS DEL CLIENTE

NOMBRE DEL CLIENTE : CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO.
WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA.

II. DATOS DE LA TESIS

NOMBRE DE LA TESIS : "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR
DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA
I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023"

UBICACIÓN : LAJAS – CHOTA – CAJAMARCA.

III. ENSAYOS REALIZADOS

GRUPO INGESA SAC ha realizado los ensayos en laboratorio de las muestras alanzadas por el cliente, a continuación, se muestra un cuadro con los ensayos realizados, los cuales se ejecutaron bajo las normas ASTM y NTP. Los ensayos realizados son:

CUADRO N° 01: ENSAYOS ESTANDAR

CANTIDAD	ENSAYO	NORMA DE ENSAYO
10	Humedad Natural	ASTM D 2216 / NTP 339.185
10	Analisis Granulometrico por Tamizado	ASTM D 422 / NTP 339.128
10	Limite Liquido	ASTM D 4318 / NTP 339.129
10	Limite Plastico e Indice de Plasticidad	ASTM D 4318 / NTP 339.129
10	Densidad Natural	-
10	Clasifiacion SUCS	ASTM D 2487

CUADRO N° 02: ENSAYOS ESPECIALES

CANTIDAD	ENSAYO	NORMA DE ENSAYO
10	Corte Directo	ASTM D D-3080 / NTP 339.171

Los resultados de los ensayos indicados, se presentan a continuación:



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

ANEXO N° 01

RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS.



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA

RESUMEN DE LOS ENSAYOS REALIZADOS

1.00 ENSAYOS REALIZADOS

CALICATA	ENSAYOS ESTANDAR								ENSAYOS ESPECIALES		CLASIFICACION SUCS
	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	%GRAVA	%ARENA	%FINOS	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD	DENSIDAD NATURAL	COHESION (kg/cm2)	ANGULO DE FRICCION (°)	
C-1	19.54	1.33	18.16	80.51	35.00	18.00	17.00	1.92	0.18	13.40	CL
C-2	33.54	0.13	8.79	91.08	53.00	25.00	28.00	1.78	0.20	10.13	CH
C-3	21.65	1.44	8.67	89.89	51.00	26.00	25.00	1.82	0.19	12.73	CH
C-4	37.74	0.32	7.34	92.34	41.00	21.00	20.00	1.91	0.22	6.54	OL
C-5	17.44	0.27	8.64	91.09	51.00	29.00	22.00	2.06	0.19	15.15	MH
C-6	33.8	0.45	63.78	35.77	38.00	24.00	14.00	1.92	0.06	24.34	SM
C-7	19.79	1.63	10.06	88.31	54.00	28.00	26.00	2.06	0.20	10.82	CH
C-8	21.46	0.82	9.68	89.50	57.00	29.00	28.00	2.03	0.19	10.22	CH
C-9	18.69	0.38	13.52	86.10	41.00	26.00	15.00	2.01	0.15	16.62	ML
C-10	22.23	0	13.03	86.97	43.00	28.00	15.00	1.98	0.14	16.44	ML



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

ANEXO N° 02 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS (C-1)



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-1

RESUMEN DE LOS ENSAYOS REALIZADOS

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-1

1.00 ENSAYOS ESTANDAR

ENSAYO	UND.	E-1
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	%	19.54
GRANULOMETRIA	%GRAVA	1.33
	%ARENA	18.16
	%FINOS	80.51
LIMITE LIQUIDO	-	35.00
LIMITE PLASTICO	-	18.00
INDICE DE PLASTICIDAD	-	17.00
DENSIDAD NATURAL	g/cm ³	1.92

CLASIFICACION SUCS	-	CL
--------------------	---	----

2.00 ENSAYOS ESPECIALES

COHESIÓN	kg/cm ²	0.18
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA	°	13.40



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS



CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-1

PERFIL ESTRATIGRAFICO

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-1

PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA	DESCRIPCIÓN	CLASIFICACION	
			SUCS	SIMBOLO GRAFICO
0.00  1.50	M-1	Suelo arcilloso color gris oscuro, sin presencia de rocas, pero si con grava, arena y material fino. La muestra se encuentra saturada hasta la profundidad explorada.	CL	



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-1

CONTENIDO DE HUMEDAD

A.S.T.M. C 566 / NTP 339.185

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-1

CONTENIDO DE HUMEDAD	
Nº de Tara	T-12
W. Tara (g)	105.40
W.Tara + W. Muestra Húmeda (g)	729.90
W.Tara + W. Muestra Seca (g)	627.80
W. Agua (g)	102.10
W. Muestra Seca (g)	522.40
Contenido de Humedad (%)	19.54



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NUÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-1

ANALISIS GRANULOMETRICO A.S.T.M. D 422 / NTP 339.128

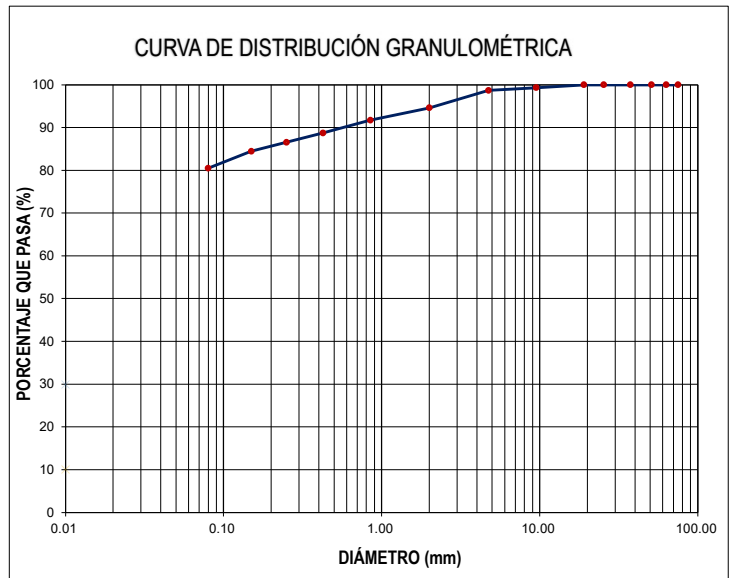
MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-1

1.00 GRANULOMETRIA (NTP 339.128 / A.S.T.M.D - 422)

CONDICIONES DE LA MUESTRA TOTAL		PORCENTAJE DE GRAVA, ARENAS Y FINOS		% TOTAL
TEMPERATURA DE SECADO	110° C	GRAVA (%):	1.33	100.00
PESO TOTAL MUESTRA SECA (g)	1000.00	ARENA GRUESA (%):	9.93	
PESO TOTAL MUESTRA SECA < N° 4 (g)	986.70	ARENA FINA (%):	8.23	
PESO TOTAL MUESTRA SECA > N° 4 (g)	13.30	FINOS (%):	80.51	
PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (g)	1042.84			

ANÁLISIS FRACCIÓN GRUESA					
N°	Tamiz Abertura (mm)	Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	6.90	0.69	0.69	99.31
N°4	4.75	6.40	0.64	1.33	98.67
TOTAL	W G =	13.30			

ANÁLISIS FRACCIÓN FINA					
CORRECCIÓN DE MUESTRA CUARTEADA :					0.3289
PESO SECO FRACCIÓN FINA :					300.00
N 10	2.00	12.40	4.08	5.41	94.59
N 20	0.85	8.70	2.86	8.27	91.73
N 40	0.43	9.10	2.99	11.26	88.74
N 60	0.25	6.70	2.20	13.47	86.53
N 100	0.15	6.40	2.10	15.57	84.43
N 200	0.08	11.90	3.91	19.49	80.51
Cazoleta	--	--	--	--	--
TOTAL					



D60 =	-	D30 =	-	D10 =	-
Cu =	-	Cc =	-		

2.00 OBSERVACIONES

- DE ACUERDO AL SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS) , EL SUELO SE CLASIFICA COMO UN CL.



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-1

LÍMITES DE ATTERBERG A.S.T.M. D 4318 / NTP 339.129

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-1

1.00 LÍMITES DE ATTERBERG - ASTM D - 4318 / NTP 339.129

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	Preparación Húmeda	EQUIPO PARA LÍMITE PLÁSTICO	Manual
	Tamizado por lavado en el tamiz N° 40	EQUIPO PARA LÍMITE LÍQUIDO	Manual
	Preparación con agua destilada	RANURADOR	Plástico

LIMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
TARA N°	1	2	3	4	5
W. Tara+ W. Muestra Húmeda (g)	30.56	30.55	30.50	25.46	25.44
W. Tara+ W. Muestra Seca (g)	25.02	25.38	25.88	23.15	23.13
W. Agua (g)	5.54	5.17	4.62	2.31	2.31
W. Tara (g)	10.56	10.55	10.51	10.46	10.43
W. Muestra Seca (g)	14.46	14.83	15.37	12.69	12.70
Contenido de Humedad (%)	38.31	34.86	30.06	18.20	18.19
N.GOLPES	18	24	34	PROMEDIO	18.20



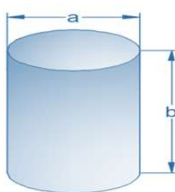
LÍMITE LIQUIDO	35.00	LÍMITE PLÁSTICO	18.00	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	17.00
----------------	-------	-----------------	-------	-----------------------	-------

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-1

DENSIDAD NATURAL

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-1

DENSIDAD NATURAL		
PROPIEDADES	MOLDE METÁLICO	
	Peso del molde (Wc) (g)	215.12
	Diámetro (a) (cm)	10.16
	Altura (b) (cm)	10.00
	Volumen del molde (Vc) (cm ³)	810.73
Peso de la muestra + Peso del molde (Wh+c) (g)		1768.01
Peso de la muestra (Wh) (g)		1552.9
Dh (g/cm³)		1.915



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-1

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ESTÁNDAR EN SUELOS A.S.T.M. D 3080 / NTP 339.171 / MTC E-123

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-1

ESTADO DE LA MUESTRA	REMOLDEADA	MOLDE	CIRCULAR
----------------------	------------	-------	----------

ETAPA DE APLICACIÓN DE CARGA

ESFUERZO NORMAL (kg/cm ²)	0.50 Kg/cm ²		1.00 Kg/cm ²		2.00 Kg/cm ²	
VELOCIDAD ENSAYO (mm/min)	0.050		0.050		0.050	
PESO MUESTRA (g)	114.92		114.89		114.90	
DEFORMACION FINAL (mm)	-0.216		-0.428		-0.783	
ETAPA	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
ALTURA (cm)	2.02	2.00	2.02	1.98	2.02	1.94
DIÁMETRO (cm)	6.15	6.15	6.15	6.15	6.15	6.15
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	19.56	21.39	19.52	20.83	19.47	20.02
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm ³)	1.915	1.936	1.915	1.956	1.915	1.992
DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL (mm)	0.50 Kg/cm ²		1.00 Kg/cm ²		2.00 Kg/cm ²	
	CARGA (N)	ESFUERZO DE CORTE (Kg /cm ²)	CARGA (N)	ESFUERZO DE CORTE (Kg /cm ²)	CARGA (N)	ESFUERZO DE CORTE (Kg /cm ²)
0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.100	3.52	0.01	4.89	0.02	7.77	0.03
0.200	8.69	0.03	12.06	0.04	19.19	0.07
0.300	14.41	0.05	20.00	0.07	31.82	0.11
0.400	19.91	0.07	27.63	0.09	43.97	0.15
0.500	26.73	0.09	37.10	0.13	59.03	0.20
1.000	43.88	0.15	60.91	0.21	96.92	0.33
1.500	58.95	0.20	81.83	0.28	130.20	0.45
2.000	66.32	0.23	92.06	0.32	146.47	0.50
2.500	72.48	0.25	100.61	0.35	160.08	0.55
3.000	76.33	0.26	105.95	0.36	168.58	0.58
3.500	80.18	0.28	111.29	0.38	177.08	0.61
4.000	84.03	0.29	116.64	0.40	185.58	0.64
4.500	86.12	0.30	119.54	0.41	190.20	0.65
5.000	86.12	0.30	119.54	0.41	190.20	0.65
5.500	86.12	0.30	119.54	0.41	190.20	0.65
6.000	86.12	0.30	119.54	0.41	190.20	0.65

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-1

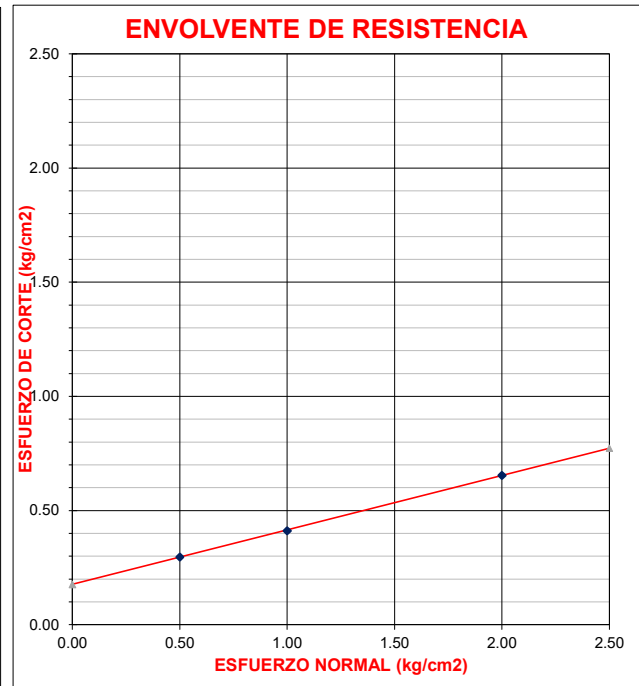
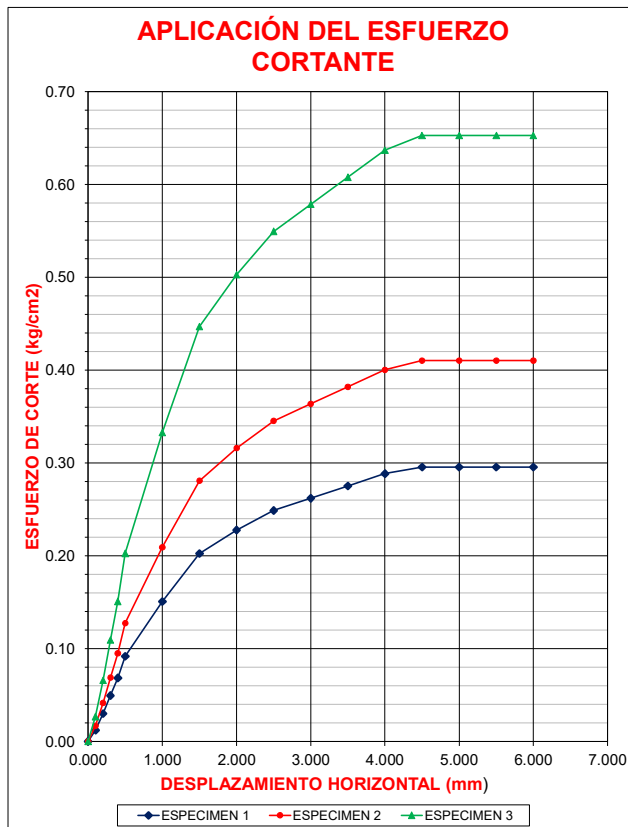
ENSAYO DE CORTE DIRECTO ESTÁNDAR EN SUELOS A.S.T.M. D 3080 / NTP 339.171 / MTC E-123

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-1

ESTADO DE LA MUESTRA	REMOLDEADA	MOLDE	CIRCULAR
----------------------	------------	-------	----------

ETAPA DE APLICACIÓN DE CARGA

ESFUERZO NORMAL (kg/cm ²)	0.50 Kg/cm ²	1.00 Kg/cm ²	2.00 Kg/cm ²
VELOCIDAD ENSAYO (mm/min)	0.050	0.050	0.050
PESO MUESTRA (g)	114.92	114.89	114.90



ESPECIMEN	ESFUERZO NORMAL (kg/cm ²)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm ²)
1	0.50	0.30
2	1.00	0.41
3	2.00	0.65

PARÁMETROS DE RESISTENCIA AL CORTE

COHESIÓN = 0.18 kg/cm²
 ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA = 13.40 °



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

ANEXO N° 03 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS (C-2)



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-2

RESUMEN DE LOS ENSAYOS REALIZADOS

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-2

1.00 ENSAYOS ESTANDAR

ENSAYO	UND.	E-1
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	%	33.54
GRANULOMETRIA	%GRAVA	0.13
	%ARENA	8.79
	%FINOS	91.08
LIMITE LIQUIDO	-	53.00
LIMITE PLASTICO	-	25.00
INDICE DE PLASTICIDAD	-	28.00
DENSIDAD NATURAL	g/cm ³	1.78

CLASIFICACION SUCS	-	CH
--------------------	---	----

2.00 ENSAYOS ESPECIALES

COHESIÓN	kg/cm ²	0.20
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA	°	10.13



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS


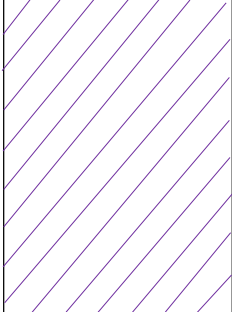
CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-2

PERFIL ESTRATIGRAFICO

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-2

PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA	DESCRIPCIÓN	CLASIFICACION	
			SUCS	SIMBOLO GRAFICO
0.00		Suelo arcilloso color marron oscuro, sin presencia de rocas, pero si de arena y material fino. La muestra se encuentra saturada hasta la profundidad explorada.	CH	
1.50				



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-2

CONTENIDO DE HUMEDAD

A.S.T.M. C 566 / NTP 339.185

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-2

CONTENIDO DE HUMEDAD	
Nº de Tara	T-4
W. Tara (g)	78.20
W.Tara + W. Muestra Húmeda (g)	589.40
W.Tara + W. Muestra Seca (g)	461.00
W. Agua (g)	128.40
W. Muestra Seca (g)	382.80
Contenido de Humedad (%)	33.54



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-2

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO A.S.T.M. D 422 / NTP 339.128

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-2

1.00 GRANULOMETRIA (NTP 339.128 / A.S.T.M.D - 422)

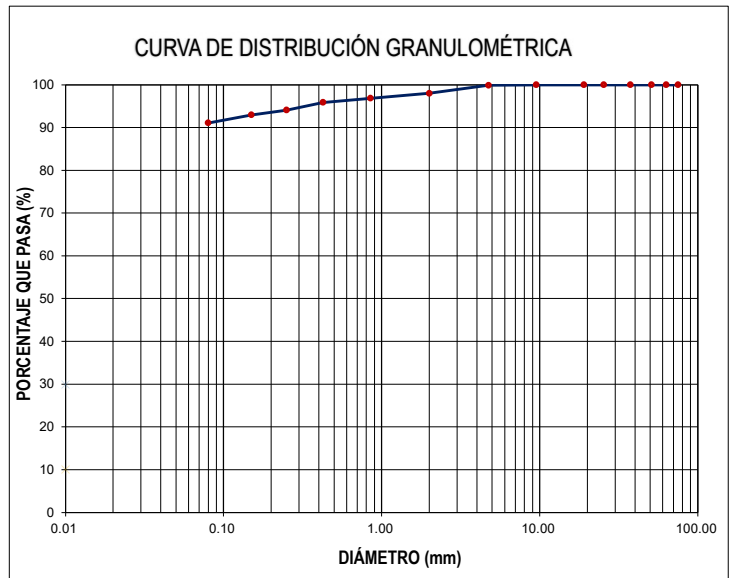
CONDICIONES DE LA MUESTRA TOTAL		PORCENTAJE DE GRAVA, ARENAS Y FINOS		% TOTAL
TEMPERATURA DE SECADO	110° C	GRAVA (%):	0.13	100.00
PESO TOTAL MUESTRA SECA (g)	1000.00	ARENA GRUESA (%):	3.99	
PESO TOTAL MUESTRA SECA < N° 4 (g)	998.70	ARENA FINA (%):	4.80	
PESO TOTAL MUESTRA SECA > N° 4 (g)	1.30	FINOS (%):	91.08	
PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (g)	1335.42			

ANÁLISIS FRACCIÓN GRUESA

N°	Tamiz Abertura (mm)	Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	1.30	0.13	0.13	99.87
TOTAL	W G =	1.30			

ANÁLISIS FRACCIÓN FINA

CORRECCIÓN DE MUESTRA CUARTEADA :					0.3329
PESO SECO FRACCIÓN FINA :					300.00
N 10	2.00	5.70	1.90	2.03	97.97
N 20	0.85	3.40	1.13	3.16	96.84
N 40	0.43	2.90	0.97	4.12	95.88
N 60	0.25	5.40	1.80	5.92	94.08
N 100	0.15	3.40	1.13	7.05	92.95
N 200	0.08	5.60	1.86	8.92	91.08
Cazoleta	--	--	--	--	--
TOTAL					



D60 =	-	D30 =	-	D10 =	-
Cu =	-	Cc =	-		

2.00 OBSERVACIONES

- DE ACUERDO AL SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS) , EL SUELO SE CLASIFICA COMO UN SP



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-2

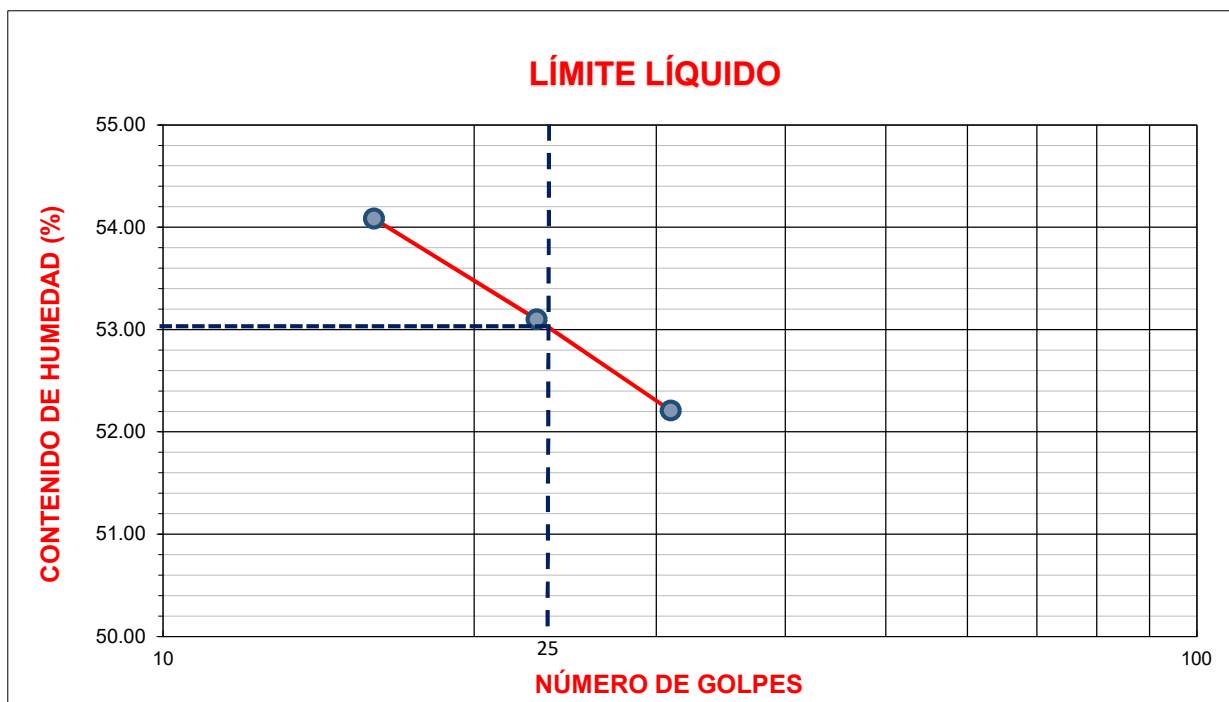
LÍMITES DE ATTERBERG A.S.T.M. D 4318 / NTP 339.129

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-2

1.00 LÍMITES DE ATTERBERG - ASTM D - 4318 / NTP 339.129

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	Preparación Húmeda	EQUIPO PARA LÍMITE PLÁSTICO	Manual
	Tamizado por lavado en el tamiz N° 40	EQUIPO PARA LÍMITE LÍQUIDO	Manual
	Preparación con agua destilada	RANURADOR	Plástico

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
	TARA N°	1	2	3	4	5
W. Tara+ W. Muestra Húmeda (g)		30.56	30.56	30.51	25.46	25.44
W. Tara+ W. Muestra Seca (g)		23.54	23.62	23.65	22.45	22.43
W. Agua (g)		7.02	6.94	6.86	3.01	3.01
W. Tara (g)		10.56	10.55	10.51	10.46	10.43
W. Muestra Seca (g)		12.98	13.07	13.14	11.99	12.00
Contenido de Humedad (%)		54.08	53.10	52.21	25.10	25.08
N.GOLPES		16	23	31	PROMEDIO	25.09



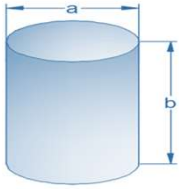
LÍMITE LIQUIDO	53.00	LÍMITE PLÁSTICO	25.00	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	28.00
----------------	-------	-----------------	-------	-----------------------	-------

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-2

DENSIDAD NATURAL

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-2

DENSIDAD NATURAL		
PROPIEDADES	MOLDE METÁLICO	
	Peso del molde (Wc) (g)	215.12
	Diámetro (a) (cm)	10.16
	Altura (b) (cm)	10.00
	Volumen del molde (Vc) (cm ³)	810.73
Peso de la muestra + Peso del molde (Wh+c) (g)	1659.30	
Peso de la muestra (Wh) (g)	1444.2	
Dh (g/cm³)	1.781	



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-2

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ESTÁNDAR EN SUELOS A.S.T.M. D 3080 / NTP 339.171 / MTC E-123

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-2

ESTADO DE LA MUESTRA	REMOLDEADA	MOLDE	CIRCULAR
----------------------	------------	-------	----------

ETAPA DE APLICACIÓN DE CARGA

ESFUERZO NORMAL (kg/cm ²)	0.50 Kg/cm ²		1.00 Kg/cm ²		2.00 Kg/cm ²	
VELOCIDAD ENSAYO (mm/min)	0.050		0.050		0.050	
PESO MUESTRA (g)	106.88		106.84		106.85	
DEFORMACION FINAL (mm)	-0.429		-0.784		-1.049	
ETAPA	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
ALTURA (cm)	2.02	1.98	2.02	1.94	2.02	1.92
DIÁMETRO (cm)	6.15	6.15	6.15	6.15	6.15	6.15
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	33.51	35.49	33.54	34.81	33.52	34.06
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm ³)	1.781	1.820	1.781	1.852	1.781	1.878
DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL (mm)	0.50 Kg/cm ²		1.00 Kg/cm ²		2.00 Kg/cm ²	
	CARGA (N)	ESFUERZO DE CORTE (Kg /cm ²)	CARGA (N)	ESFUERZO DE CORTE (Kg /cm ²)	CARGA (N)	ESFUERZO DE CORTE (Kg /cm ²)
0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.100	3.42	0.01	4.54	0.02	6.42	0.02
0.200	8.41	0.03	10.92	0.04	16.08	0.06
0.300	13.83	0.05	17.56	0.06	26.71	0.09
0.400	19.16	0.07	24.82	0.09	36.86	0.13
0.500	25.62	0.09	33.01	0.11	49.72	0.17
1.000	42.19	0.14	54.29	0.19	82.01	0.28
1.500	56.52	0.19	72.82	0.25	109.40	0.38
2.000	63.37	0.22	81.85	0.28	122.40	0.42
2.500	69.28	0.24	90.06	0.31	134.90	0.46
3.000	73.18	0.25	94.18	0.32	142.08	0.49
3.500	76.72	0.26	99.02	0.34	148.22	0.51
4.000	80.40	0.28	103.55	0.36	155.34	0.53
4.500	82.45	0.28	106.20	0.36	159.11	0.55
5.000	82.67	0.28	106.87	0.37	160.10	0.55
5.500	82.92	0.28	107.11	0.37	160.61	0.55
6.000	83.02	0.28	107.34	0.37	161.12	0.55

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-2

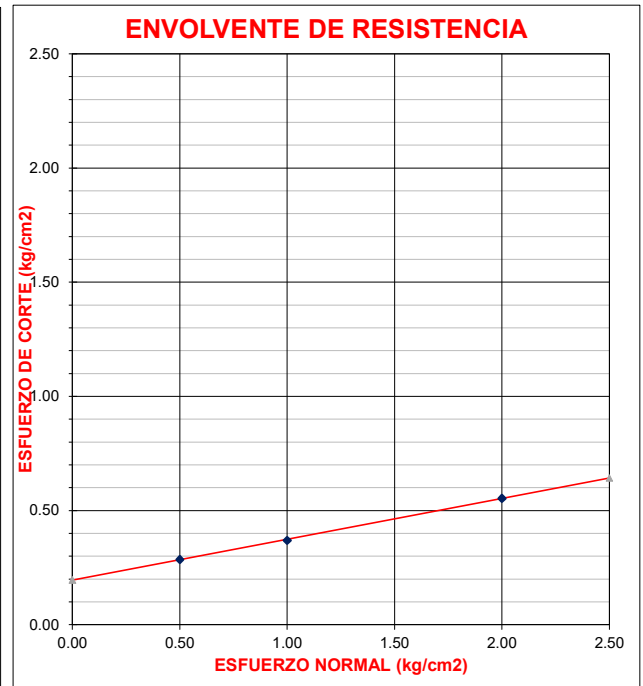
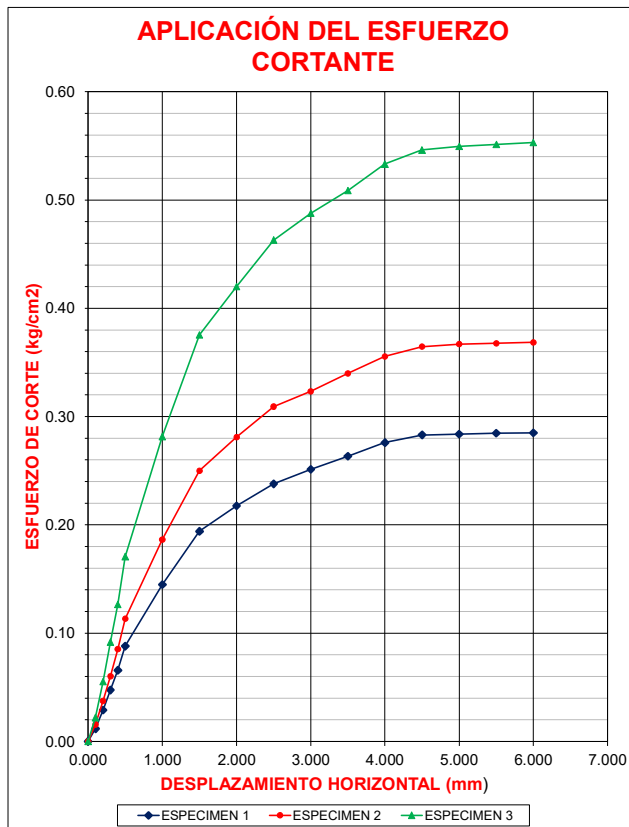
ENSAYO DE CORTE DIRECTO ESTÁNDAR EN SUELOS A.S.T.M. D 3080 / NTP 339.171 / MTC E-123

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-2

ESTADO DE LA MUESTRA	REMOLDEADA	MOLDE	CIRCULAR
----------------------	------------	-------	----------

ETAPA DE APLICACIÓN DE CARGA

ESFUERZO NORMAL (kg/cm ²)	0.50 Kg/cm ²	1.00 Kg/cm ²	2.00 Kg/cm ²
VELOCIDAD ENSAYO (mm/min)	0.050	0.050	0.050
PESO MUESTRA (g)	106.88	106.84	106.85



ESPECIMEN	ESFUERZO NORMAL (kg/cm ²)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm ²)
1	0.50	0.28
2	1.00	0.37
3	2.00	0.55

PARÁMETROS DE RESISTENCIA AL CORTE

COHESIÓN = 0.20 kg/cm²
 ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA = 10.13 °



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

ANEXO N° 04 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS (C-3)



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-3

RESUMEN DE LOS ENSAYOS REALIZADOS

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-3

1.00 ENSAYOS ESTANDAR

ENSAYO	UND.	E-1
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	%	21.65
GRANULOMETRIA	%GRAVA	1.44
	%ARENA	8.67
	%FINOS	89.89
LIMITE LIQUIDO	-	51.00
LIMITE PLASTICO	-	26.00
INDICE DE PLASTICIDAD	-	25.00
DENSIDAD NATURAL	g/cm ³	1.82

CLASIFICACION SUCS	-	CH
--------------------	---	----

2.00 ENSAYOS ESPECIALES

COHESIÓN	kg/cm ²	0.19
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA	°	12.73



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS


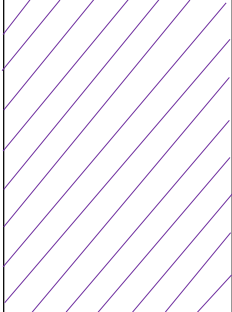
CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-3

PERFIL ESTRATIGRAFICO

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-3

PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA	DESCRIPCIÓN	CLASIFICACION	
			SUCS	SIMBOLO GRAFICO
0.00		Suelo arcilloso color marron oscuro, sin presencia de rocas, pero si posee grava de hasta 1 1/2", arena y material fino. La muestra se encuentra saturada hasta la profundidad explorada.	CH	
1.50				



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-3

CONTENIDO DE HUMEDAD

A.S.T.M. C 566 / NTP 339.185

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-3

CONTENIDO DE HUMEDAD	
Nº de Tara	T-11
W. Tara (g)	106.00
W.Tara + W. Muestra Húmeda (g)	718.40
W.Tara + W. Muestra Seca (g)	609.40
W. Agua (g)	109.00
W. Muestra Seca (g)	503.40
Contenido de Humedad (%)	21.65



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-3

ANALISIS GRANULOMETRICO A.S.T.M. D 422 / NTP 339.128

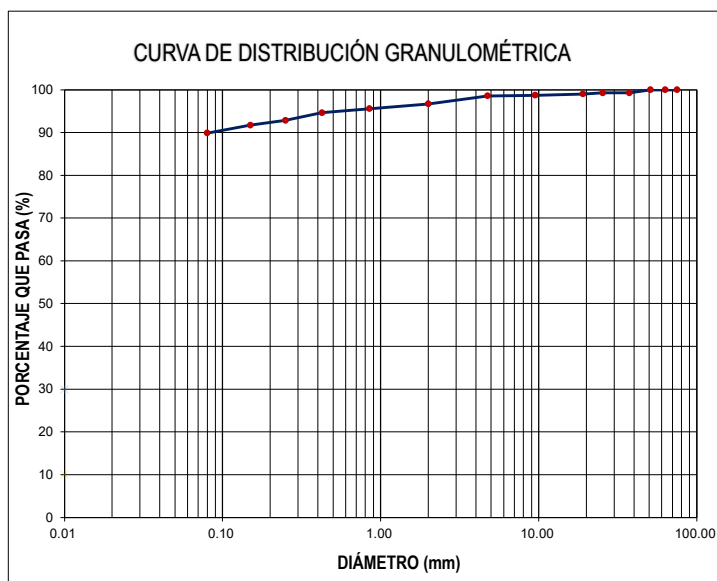
MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-3

1.00 GRANULOMETRIA (NTP 339.128 / A.S.T.M.D - 422)

CONDICIONES DE LA MUESTRA TOTAL		PORCENTAJE DE GRAVA, ARENAS Y FINOS		% TOTAL
TEMPERATURA DE SECADO	110° C	GRAVA (%):	1.44	
PESO TOTAL MUESTRA SECA (g)	3000.00	ARENA GRUESA (%):	3.94	
PESO TOTAL MUESTRA SECA < N° 4 (g)	2956.90	ARENA FINA (%):	4.73	
PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (g)	3128.53	FINOS (%):	89.89	

ANÁLISIS FRACCIÓN GRUESA					
N°	Tamiz Abertura (mm)	Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	22.40	0.75	0.75	99.25
1"	25.40	0.00	0.00	0.75	99.25
¾"	19.05	7.10	0.24	0.98	99.02
3/8"	9.52	9.40	0.31	1.30	98.70
N°4	4.75	4.20	0.14	1.44	98.56
TOTAL	W G =	43.10			

ANÁLISIS FRACCIÓN FINA					
CORRECCIÓN DE MUESTRA CUARTEADA :					0.3285
PESO SECO FRACCIÓN FINA :					300.00
N 10	2.00	5.70	1.87	3.31	96.69
N 20	0.85	3.40	1.12	4.43	95.57
N 40	0.43	2.90	0.95	5.38	94.62
N 60	0.25	5.40	1.77	7.15	92.85
N 100	0.15	3.40	1.12	8.27	91.73
N 200	0.08	5.60	1.84	10.11	89.89
Cazoleta	--	--	--	--	--
TOTAL					



D60 =	-	D30 =	-	D10 =	-
Cu =	-	Cc =	-		

2.00 OBSERVACIONES

- DE ACUERDO AL SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS) , EL SUELO SE CLASIFICA COMO UN CH.

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-3

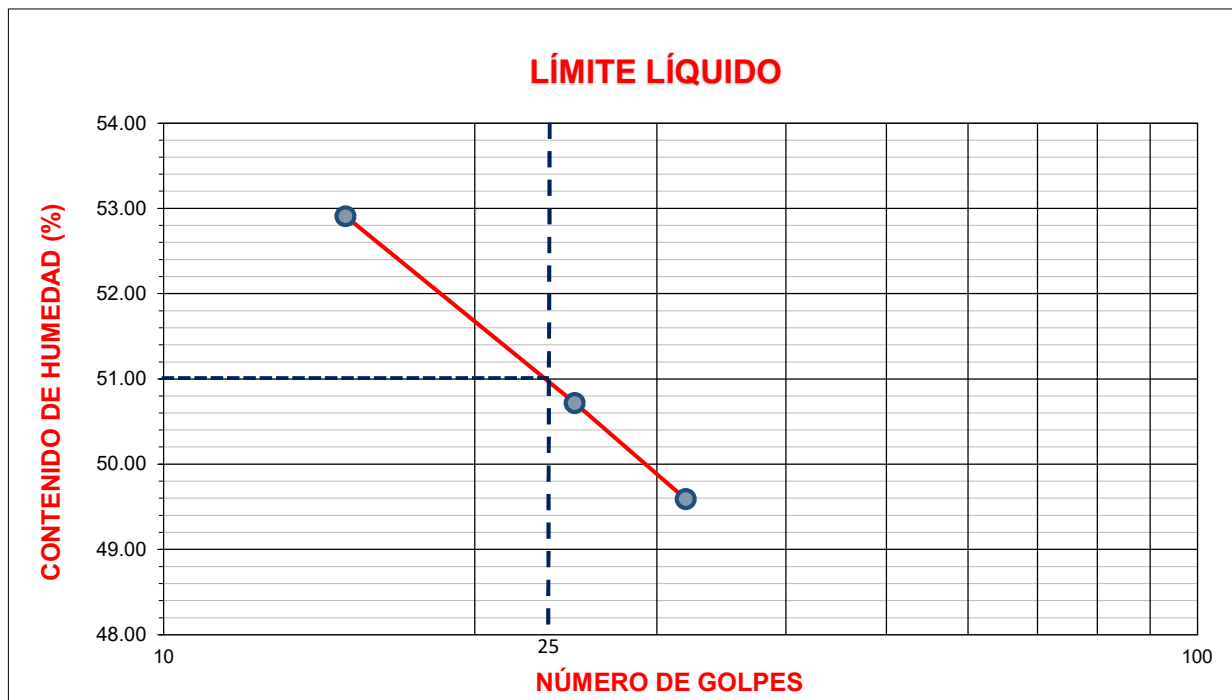
LÍMITES DE ATTERBERG A.S.T.M. D 4318 / NTP 339.129

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-3

1.00 LÍMITES DE ATTERBERG - ASTM D - 4318 / NTP 339.129

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	Preparación Húmeda	EQUIPO PARA LÍMITE PLÁSTICO	Manual
	Tamizado por lavado en el tamiz N° 40	EQUIPO PARA LÍMITE LÍQUIDO	Manual
	Preparación con agua destilada	RANURADOR	Plástico

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
	TARA N°	1	2	3	4	5
W. Tara+ W. Muestra Húmeda (g)	30.56	30.55	30.51	25.46	25.43	25.43
W. Tara+ W. Muestra Seca (g)	23.64	23.82	23.88	22.35	22.34	22.34
W. Agua (g)	6.92	6.73	6.63	3.11	3.09	3.09
W. Tara (g)	10.56	10.55	10.51	10.46	10.43	10.43
W. Muestra Seca (g)	13.08	13.27	13.37	11.89	11.91	11.91
Contenido de Humedad (%)	52.91	50.72	49.59	26.16	25.94	25.94
N.GOLPES	15	25	32	PROMEDIO	26.05	26.05



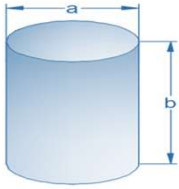
LÍMITE LIQUIDO	51.00	LÍMITE PLÁSTICO	26.00	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	25.00
-----------------------	-------	------------------------	-------	------------------------------	-------

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-3

DENSIDAD NATURAL

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-3

DENSIDAD NATURAL		
PROPIEDADES	MOLDE METÁLICO	
	Peso del molde (Wc) (g)	215.12
	Diámetro (a) (cm)	10.16
	Altura (b) (cm)	10.00
	Volumen del molde (Vc) (cm ³)	810.73
Peso de la muestra + Peso del molde (Wh+c) (g)		1694.16
Peso de la muestra (Wh) (g)		1479.0
Dh (g/cm³)		1.824



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-3

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ESTÁNDAR EN SUELOS A.S.T.M. D 3080 / NTP 339.171 / MTC E-123

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-3

ESTADO DE LA MUESTRA	REMOLDEADA	MOLDE	CIRCULAR
----------------------	------------	-------	----------

ETAPA DE APLICACIÓN DE CARGA

ESFUERZO NORMAL (kg/cm ²)	0.50 Kg/cm ²		1.00 Kg/cm ²		2.00 Kg/cm ²	
VELOCIDAD ENSAYO (mm/min)	0.050		0.050		0.050	
PESO MUESTRA (g)	109.47		109.45		109.45	
DEFORMACION FINAL (mm)	-0.375		-0.701		-0.957	
ETAPA	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
ALTURA (cm)	2.02	1.98	2.02	1.95	2.02	1.92
DIÁMETRO (cm)	6.15	6.15	6.15	6.15	6.15	6.15
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	21.62	23.41	21.64	22.94	21.61	22.28
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm ³)	1.824	1.859	1.824	1.890	1.824	1.915
DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL (mm)	0.50 Kg/cm ²		1.00 Kg/cm ²		2.00 Kg/cm ²	
	CARGA (N)	ESFUERZO DE CORTE (Kg /cm ²)	CARGA (N)	ESFUERZO DE CORTE (Kg /cm ²)	CARGA (N)	ESFUERZO DE CORTE (Kg /cm ²)
0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.100	3.64	0.01	4.91	0.02	7.19	0.02
0.200	9.10	0.03	12.09	0.04	18.59	0.06
0.300	14.82	0.05	20.18	0.07	31.06	0.11
0.400	20.55	0.07	28.21	0.10	43.27	0.15
0.500	27.89	0.10	37.34	0.13	57.82	0.20
1.000	45.19	0.16	60.27	0.21	95.67	0.33
1.500	59.40	0.20	81.37	0.28	125.48	0.43
2.000	68.41	0.23	91.82	0.32	143.70	0.49
2.500	75.17	0.26	100.29	0.34	155.81	0.53
3.000	79.86	0.27	105.97	0.36	164.29	0.56
3.500	83.10	0.29	110.29	0.38	173.59	0.60
4.000	85.12	0.29	116.47	0.40	181.01	0.62
4.500	87.23	0.30	118.73	0.41	185.19	0.64
5.000	87.76	0.30	119.10	0.41	185.72	0.64
5.500	88.12	0.30	119.95	0.41	186.20	0.64
6.000	88.31	0.30	120.15	0.41	186.99	0.64

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-3

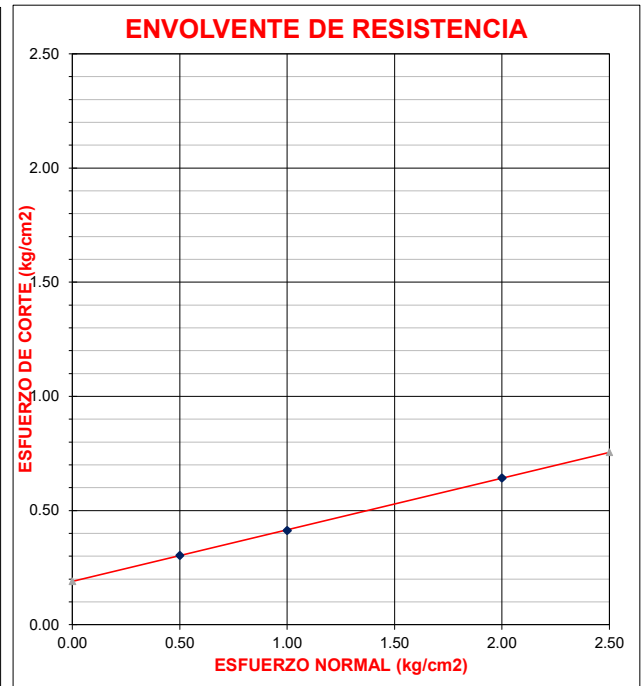
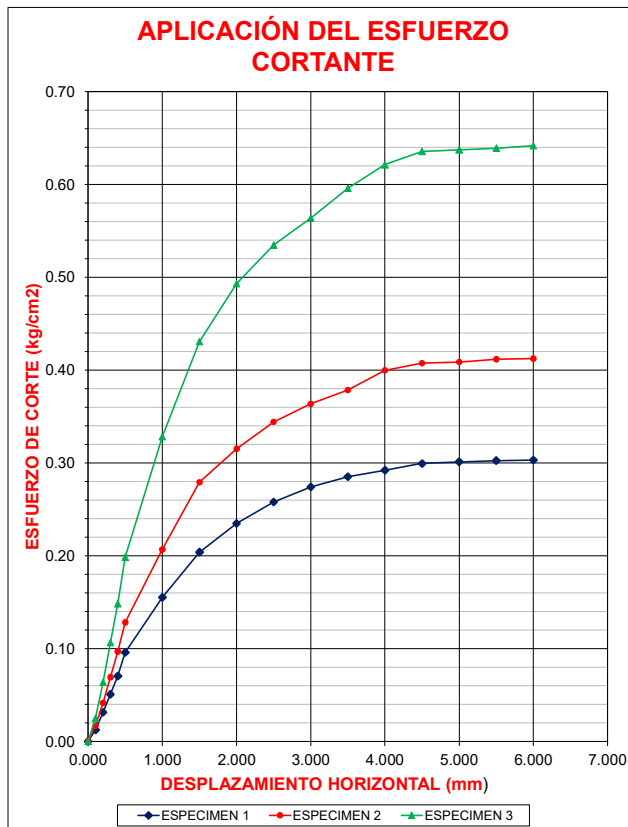
ENSAYO DE CORTE DIRECTO ESTÁNDAR EN SUELOS A.S.T.M. D 3080 / NTP 339.171 / MTC E-123

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-3

ESTADO DE LA MUESTRA	REMOLDEADA	MOLDE	CIRCULAR
----------------------	------------	-------	----------

ETAPA DE APLICACIÓN DE CARGA

ESFUERZO NORMAL (kg/cm ²)	0.50 Kg/cm ²	1.00 Kg/cm ²	2.00 Kg/cm ²
VELOCIDAD ENSAYO (mm/min)	0.050	0.050	0.050
PESO MUESTRA (g)	109.47	109.45	109.45



ESPECIMEN	ESFUERZO NORMAL (kg/cm ²)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm ²)
1	0.50	0.30
2	1.00	0.41
3	2.00	0.64

PARÁMETROS DE RESISTENCIA AL CORTE

COHESIÓN = 0.19 kg/cm²
 ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA = 12.73 °



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

ANEXO N° 05 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS (C-4)



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-4

RESUMEN DE LOS ENSAYOS REALIZADOS

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-4

1.00 ENSAYOS ESTANDAR

ENSAYO	UND.	E-1
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	%	37.74
GRANULOMETRIA	%GRAVA	0.32
	%ARENA	7.34
	%FINOS	92.34
LIMITE LIQUIDO	-	41.00
LIMITE PLASTICO	-	21.00
INDICE DE PLASTICIDAD	-	20.00
DENSIDAD NATURAL	g/cm ³	1.91

CLASIFICACION SUCS	-	CL
--------------------	---	----

2.00 ENSAYOS ESPECIALES

COHESIÓN	kg/cm ²	0.22
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA	°	6.54



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS


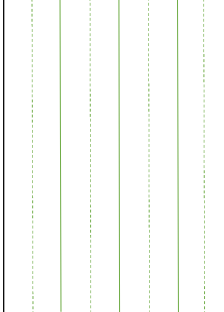
CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-4

PERFIL ESTRATIGRAFICO

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-4

PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA	DESCRIPCIÓN	CLASIFICACION	
			SUCS	SIMBOLO GRAFICO
0.00		Suelo organico color gris oscuro, sin presencia de rocas, pero con arena y material fino. La muestra se encuentra saturada y presenta rastros de raices, hasta la profundidad explorada.	OL	
1.50				



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NUÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-4

CONTENIDO DE HUMEDAD

A.S.T.M. C 566 / NTP 339.185

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-4

CONTENIDO DE HUMEDAD	
Nº de Tara	T-9
W. Tara (g)	78.20
W.Tara + W. Muestra Húmeda (g)	603.40
W.Tara + W. Muestra Seca (g)	459.50
W. Agua (g)	143.90
W. Muestra Seca (g)	381.30
Contenido de Humedad (%)	37.74



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-4

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO A.S.T.M. D 422 / NTP 339.128

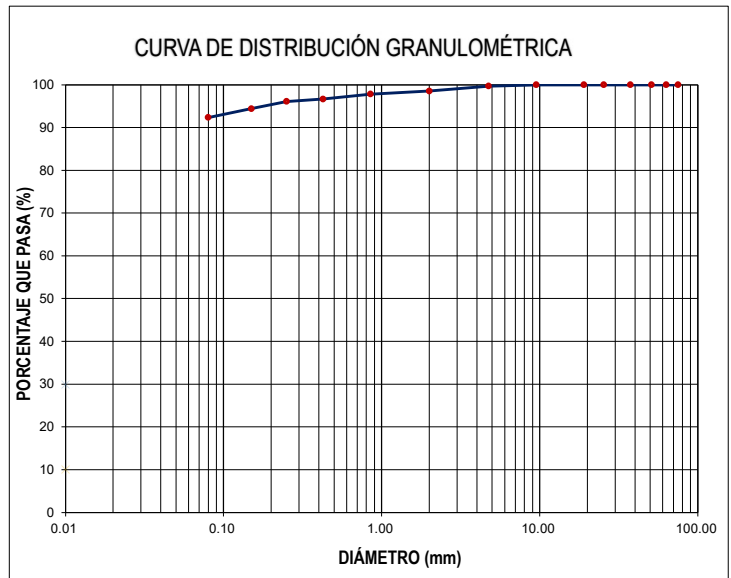
MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-4

1.00 GRANULOMETRIA (NTP 339.128 / A.S.T.M.D - 422)

CONDICIONES DE LA MUESTRA TOTAL		PORCENTAJE DE GRAVA, ARENAS Y FINOS		% TOTAL
TEMPERATURA DE SECADO	110° C	GRAVA (%):	0.32	100.00
PESO TOTAL MUESTRA SECA (g)	1000.00	ARENA GRUESA (%):	3.02	
PESO TOTAL MUESTRA SECA < N° 4 (g)	996.80	ARENA FINA (%):	4.32	
PESO TOTAL MUESTRA SECA > N° 4 (g)	3.20	FINOS (%):	92.34	
PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (g)	1042.84			

ANÁLISIS FRACCIÓN GRUESA					
N°	Tamiz Abertura (mm)	Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	3.20	0.32	0.32	99.68
TOTAL	W G =	3.20			

ANÁLISIS FRACCIÓN FINA					
CORRECCIÓN DE MUESTRA CUARTEADA :					0.3323
PESO SECO FRACCIÓN FINA :					300.00
N 10	2.00	3.40	1.13	1.45	98.55
N 20	0.85	2.20	0.73	2.18	97.82
N 40	0.43	3.50	1.16	3.34	96.66
N 60	0.25	1.70	0.56	3.91	96.09
N 100	0.15	5.10	1.69	5.60	94.40
N 200	0.08	6.20	2.06	7.66	92.34
Cazoleta	--	--	--	--	--
TOTAL					



D60 =	-	D30 =	-	D10 =	-
Cu =	-	Cc =	-		

2.00 OBSERVACIONES

- DE ACUERDO AL SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS) , EL SUELO SE CLASIFICA COMO UN **OL**.



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-4

LÍMITES DE ATTERBERG A.S.T.M. D 4318 / NTP 339.129

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-4

1.00 LÍMITES DE ATTERBERG - ASTM D - 4318 / NTP 339.129

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	Preparación Húmeda	EQUIPO PARA LÍMITE PLÁSTICO	Manual
	Tamizado por lavado en el tamiz N° 40	EQUIPO PARA LÍMITE LÍQUIDO	Manual
	Preparación con agua destilada	RANURADOR	Plástico

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
	TARA N°	1	2	3	4	5
W. Tara+ W. Muestra Húmeda (g)	30.56	30.55	30.51	25.46	25.43	
W. Tara+ W. Muestra Seca (g)	24.06	24.62	25.29	22.85	22.81	
W. Agua (g)	6.50	5.93	5.22	2.61	2.62	
W. Tara (g)	10.56	10.55	10.51	10.46	10.43	
W. Muestra Seca (g)	13.50	14.07	14.78	12.39	12.38	
Contenido de Humedad (%)	48.15	42.15	35.32	21.07	21.16	
N.GOLPES	17	23	32	PROMEDIO	21.11	



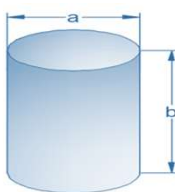
LÍMITE LIQUIDO	41.00	LÍMITE PLÁSTICO	21.00	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	20.00
----------------	-------	-----------------	-------	-----------------------	-------

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-4

DENSIDAD NATURAL

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-4

DENSIDAD NATURAL		
PROPIEDADES	MOLDE METÁLICO	
	Peso del molde (Wc) (g)	215.12
	Diámetro (a) (cm)	10.16
	Altura (b) (cm)	10.00
	Volumen del molde (Vc) (cm ³)	810.73
Peso de la muestra + Peso del molde (Wh+c) (g)		1766.90
Peso de la muestra (Wh) (g)		1551.8
Dh (g/cm³)		1.914



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-4

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ESTÁNDAR EN SUELOS A.S.T.M. D 3080 / NTP 339.171 / MTC E-123

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-4

ESTADO DE LA MUESTRA	REMOLDEADA	MOLDE	CIRCULAR
----------------------	------------	-------	----------

ETAPA DE APLICACIÓN DE CARGA

ESFUERZO NORMAL (kg/cm ²)	0.50 Kg/cm ²		1.00 Kg/cm ²		2.00 Kg/cm ²	
VELOCIDAD ENSAYO (mm/min)	0.050		0.050		0.050	
PESO MUESTRA (g)	114.88		114.88		114.87	
DEFORMACION FINAL (mm)	-0.541		-0.978		-1.267	
ETAPA	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
ALTURA (cm)	2.02	1.97	2.02	1.92	2.02	1.89
DIÁMETRO (cm)	6.15	6.15	6.15	6.15	6.15	6.15
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	37.74	38.61	37.72	38.21	37.72	37.94
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm ³)	1.914	1.967	1.914	2.012	1.914	2.042
DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL (mm)	0.50 Kg/cm ²		1.00 Kg/cm ²		2.00 Kg/cm ²	
	CARGA (N)	ESFUERZO DE CORTE (Kg /cm ²)	CARGA (N)	ESFUERZO DE CORTE (Kg /cm ²)	CARGA (N)	ESFUERZO DE CORTE (Kg /cm ²)
0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.100	3.11	0.01	2.27	0.01	6.21	0.02
0.200	8.59	0.03	10.26	0.04	13.98	0.05
0.300	14.08	0.05	16.97	0.06	22.18	0.08
0.400	19.26	0.07	23.57	0.08	31.67	0.11
0.500	25.79	0.09	30.19	0.10	40.92	0.14
1.000	41.06	0.14	50.48	0.17	66.84	0.23
1.500	55.12	0.19	67.89	0.23	85.55	0.29
2.000	62.98	0.22	76.03	0.26	101.59	0.35
2.500	68.12	0.23	82.90	0.28	112.27	0.39
3.000	72.39	0.25	87.88	0.30	118.80	0.41
3.500	75.55	0.26	92.55	0.32	124.48	0.43
4.000	78.93	0.27	96.08	0.33	128.03	0.44
4.500	80.55	0.28	97.80	0.34	130.21	0.45
5.000	80.83	0.28	97.99	0.34	130.64	0.45
5.500	80.99	0.28	98.22	0.34	130.95	0.45
6.000	81.09	0.28	98.31	0.34	131.20	0.45

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-4

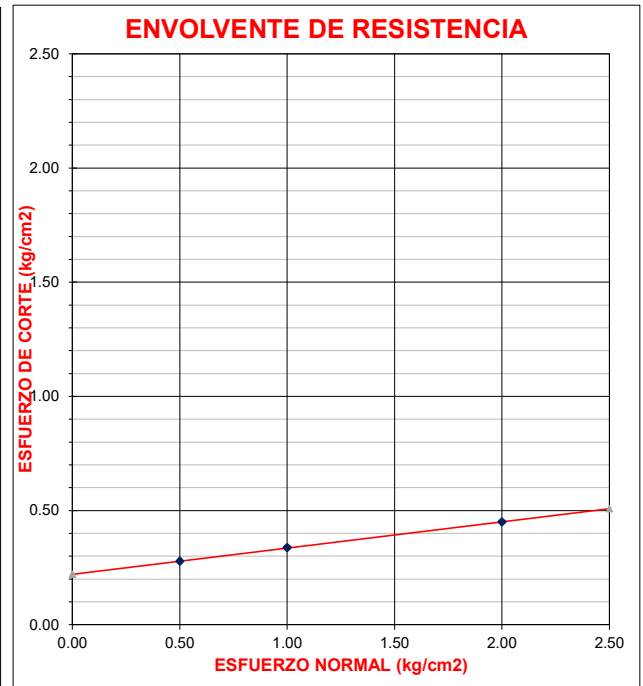
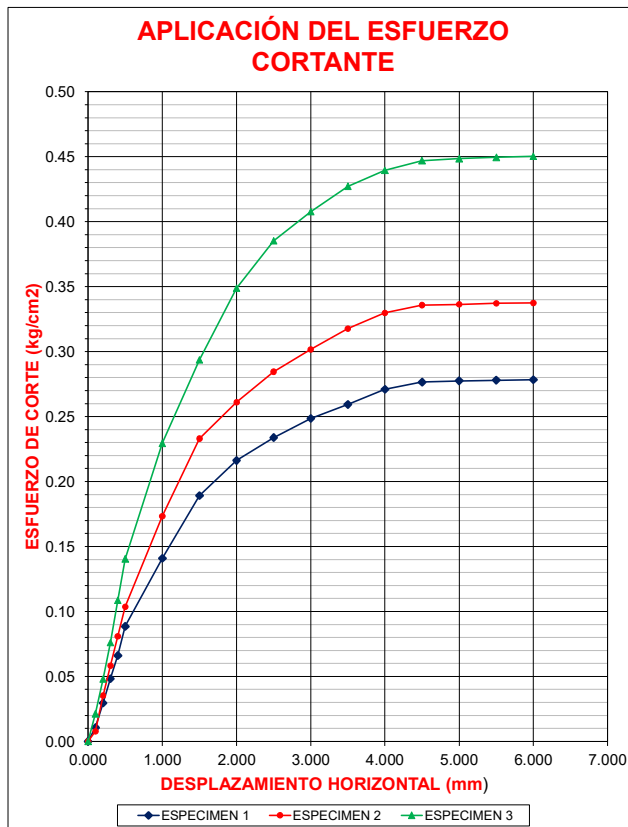
ENSAYO DE CORTE DIRECTO ESTÁNDAR EN SUELOS A.S.T.M. D 3080 / NTP 339.171 / MTC E-123

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-4

ESTADO DE LA MUESTRA	REMOLDEADA	MOLDE	CIRCULAR
----------------------	------------	-------	----------

ETAPA DE APLICACIÓN DE CARGA

ESFUERZO NORMAL (kg/cm ²)	0.50 Kg/cm ²	1.00 Kg/cm ²	2.00 Kg/cm ²
VELOCIDAD ENSAYO (mm/min)	0.050	0.050	0.050
PESO MUESTRA (g)	114.88	114.88	114.87



ESPECIMEN	ESFUERZO NORMAL (kg/cm ²)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm ²)
1	0.50	0.28
2	1.00	0.34
3	2.00	0.45

PARÁMETROS DE RESISTENCIA AL CORTE

COHESIÓN = 0.22 kg/cm²
 ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA = 6.54 °



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

ANEXO N° 06 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS (C-5)



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-5

RESUMEN DE LOS ENSAYOS REALIZADOS

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-5

1.00 ENSAYOS ESTANDAR

ENSAYO	UND.	E-1
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	%	17.44
GRANULOMETRIA	%GRAVA	0.27
	%ARENA	8.64
	%FINOS	91.09
LIMITE LIQUIDO	-	51.00
LIMITE PLASTICO	-	29.00
INDICE DE PLASTICIDAD	-	22.00
DENSIDAD NATURAL	g/cm ³	2.06

CLASIFICACION SUCS	-	MH
--------------------	---	----

2.00 ENSAYOS ESPECIALES

COHESIÓN	kg/cm ²	0.19
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA	°	15.15



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS


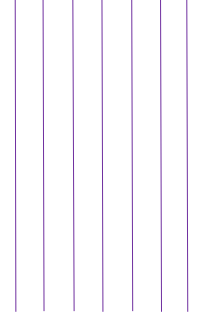
CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

PROYECTO	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-5

PERFIL ESTRATIGRAFICO

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-5

PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA	DESCRIPCIÓN	CLASIFICACION	
			SUCS	SIMBOLO GRAFICO
0.00		Suelo arcilloso color marron oscuro, sin presencia de rocas, pero si con arena y material fino. La muestra se encuentra saturada hasta la profundidad explorada.	MH	
1.50				



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

PROYECTO	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-5

CONTENIDO DE HUMEDAD

A.S.T.M. C 566 / NTP 339.185

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-1

CONTENIDO DE HUMEDAD	
Nº de Tara	T-7
W. Tara (g)	73.10
W.Tara + W. Muestra Húmeda (g)	619.20
W.Tara + W. Muestra Seca (g)	538.10
W. Agua (g)	81.10
W. Muestra Seca (g)	465.00
Contenido de Humedad (%)	17.44



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

PROYECTO	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NUÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-5

ANALISIS GRANULOMETRICO A.S.T.M. D 422 / NTP 339.128

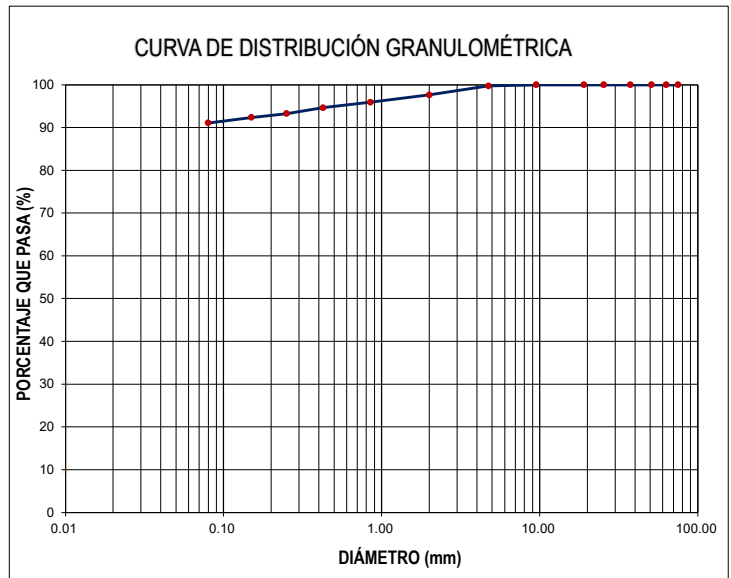
MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-5

1.00 GRANULOMETRIA (NTP 339.128 / A.S.T.M.D - 422)

CONDICIONES DE LA MUESTRA TOTAL		PORCENTAJE DE GRAVA, ARENAS Y FINOS		% TOTAL
TEMPERATURA DE SECADO	110° C	GRAVA (%):	0.27	100.00
PESO TOTAL MUESTRA SECA (g)	1000.00	ARENA GRUESA (%):	5.12	
PESO TOTAL MUESTRA SECA < N° 4 (g)	997.30	ARENA FINA (%):	3.52	
PESO TOTAL MUESTRA SECA > N° 4 (g)	2.70	FINOS (%):	91.09	
PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (g)	1174.41			

ANÁLISIS FRACCIÓN GRUESA					
N°	Tamiz Abertura (mm)	Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	2.70	0.27	0.27	99.73
TOTAL	W G =	2.70			

ANÁLISIS FRACCIÓN FINA					
CORRECCIÓN DE MUESTRA CUARTEADA :					0.3324
PESO SECO FRACCIÓN FINA :					300.00
N 10	2.00	6.40	2.13	2.40	97.60
N 20	0.85	5.10	1.70	4.09	95.91
N 40	0.43	3.90	1.30	5.39	94.61
N 60	0.25	4.10	1.36	6.75	93.25
N 100	0.15	2.70	0.90	7.65	92.35
N 200	0.08	3.80	1.26	8.91	91.09
Cazoleta	--	--	--	--	--
TOTAL					



D60 =	-	D30 =	-	D10 =	-
Cu =	-	Cc =	-		

2.00 OBSERVACIONES

- DE ACUERDO AL SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS) , EL SUELO SE CLASIFICA COMO UN MH.



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

PROYECTO	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-5

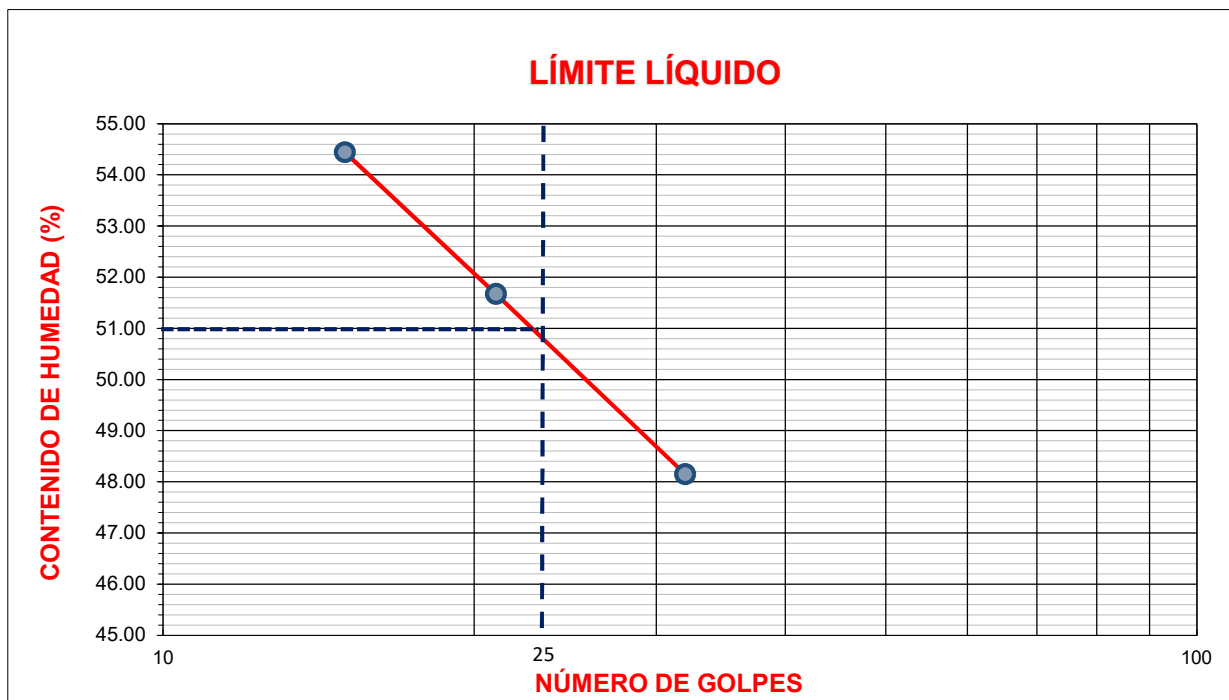
LÍMITES DE ATTERBERG A.S.T.M. D 4318 / NTP 339.129

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-5

1.00 LÍMITES DE ATTERBERG - ASTM D - 4318 / NTP 339.129

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	Preparación Húmeda	EQUIPO PARA LÍMITE PLÁSTICO	Manual
	Tamizado por lavado en el tamiz N° 40	EQUIPO PARA LÍMITE LÍQUIDO	Manual
	Preparación con agua destilada	RANURADOR	Plástico

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	4	5
W. Tara+ W. Muestra Húmeda (g)	30.56	30.54	30.51	25.46	25.43
W. Tara+ W. Muestra Seca (g)	23.51	23.73	24.01	22.11	22.10
W. Agua (g)	7.05	6.81	6.50	3.35	3.33
W. Tara (g)	10.56	10.55	10.51	10.46	10.43
W. Muestra Seca (g)	12.95	13.18	13.50	11.65	11.67
Contenido de Humedad (%)	54.44	51.67	48.15	28.76	28.53
N.GOLPES	15	21	32	PROMEDIO	28.65



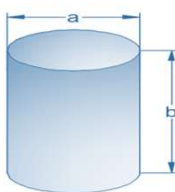
LÍMITE LIQUIDO	51.00	LÍMITE PLÁSTICO	29.00	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	22.00
----------------	-------	-----------------	-------	-----------------------	-------

INFORMACIÓN GENERAL

PROYECTO	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-5

DENSIDAD NATURAL

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-5

DENSIDAD NATURAL	
PROPIEDADES	MOLDE METÁLICO
	Peso del molde (Wc) (g)
	Diámetro (a) (cm)
	Altura (b) (cm)
	Volumen del molde (Vc) (cm ³)
Peso de la muestra + Peso del molde (Wh+c) (g)	1883.30
Peso de la muestra (Wh) (g)	1668.2
Dh (g/cm³)	2.058



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

PROYECTO	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-5

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ESTÁNDAR EN SUELOS A.S.T.M. D 3080 / NTP 339.171 / MTC E-123

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-5

ESTADO DE LA MUESTRA	REMOLDEADA	MOLDE	CIRCULAR
----------------------	------------	-------	----------

ETAPA DE APLICACIÓN DE CARGA

ESFUERZO NORMAL (kg/cm ²)	0.50 Kg/cm ²		1.00 Kg/cm ²		2.00 Kg/cm ²	
VELOCIDAD ENSAYO (mm/min)	0.050		0.050		0.050	
PESO MUESTRA (g)	123.48		123.44		123.47	
DEFORMACION FINAL (mm)	-0.429		-0.784		-1.049	
ETAPA	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
ALTURA (cm)	2.02	1.98	2.02	1.94	2.02	1.92
DIÁMETRO (cm)	6.15	6.15	6.15	6.15	6.15	6.15
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	17.42	19.29	17.42	18.74	17.40	18.12
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm ³)	2.058	2.102	2.057	2.140	2.058	2.170
DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL (mm)	0.50 Kg/cm ²		1.00 Kg/cm ²		2.00 Kg/cm ²	
	CARGA (N)	ESFUERZO DE CORTE (Kg /cm ²)	CARGA (N)	ESFUERZO DE CORTE (Kg /cm ²)	CARGA (N)	ESFUERZO DE CORTE (Kg /cm ²)
0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.100	3.82	0.01	5.43	0.02	8.49	0.03
0.200	9.81	0.03	13.19	0.05	21.67	0.07
0.300	16.40	0.06	21.76	0.07	35.84	0.12
0.400	22.80	0.08	30.49	0.10	48.67	0.17
0.500	29.67	0.10	40.92	0.14	65.88	0.23
1.000	48.19	0.17	66.37	0.23	107.59	0.37
1.500	65.18	0.22	89.65	0.31	144.56	0.50
2.000	73.19	0.25	100.62	0.35	161.85	0.56
2.500	79.85	0.27	110.50	0.38	176.89	0.61
3.000	84.17	0.29	116.64	0.40	188.65	0.65
3.500	88.84	0.30	121.92	0.42	198.45	0.68
4.000	92.58	0.32	127.45	0.44	207.45	0.71
4.500	94.23	0.32	129.84	0.45	212.56	0.73
5.000	94.81	0.33	130.15	0.45	212.93	0.73
5.500	95.09	0.33	130.63	0.45	213.42	0.73
6.000	95.37	0.33	130.99	0.45	213.67	0.73

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

PROYECTO	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-5

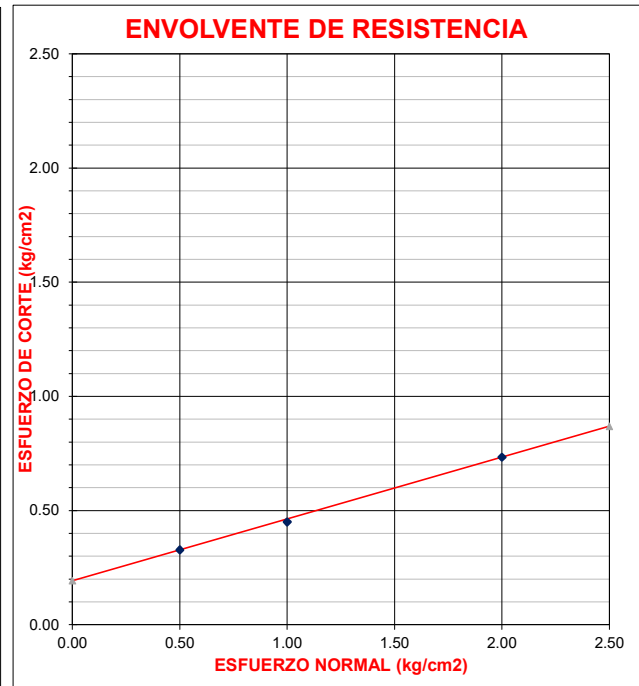
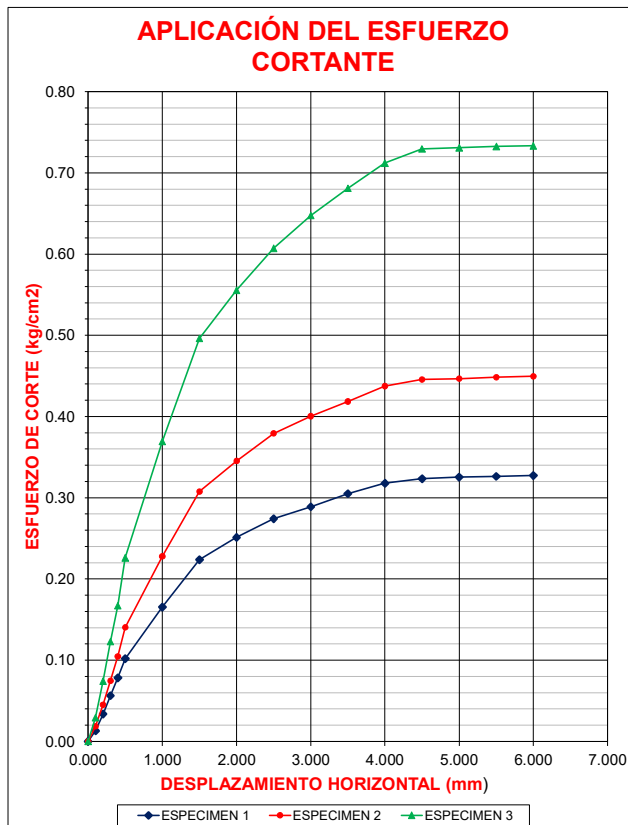
ENSAYO DE CORTE DIRECTO ESTÁNDAR EN SUELOS A.S.T.M. D 3080 / NTP 339.171 / MTC E-123

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-5

ESTADO DE LA MUESTRA	REMOLDEADA	MOLDE	CIRCULAR
----------------------	------------	-------	----------

ETAPA DE APLICACIÓN DE CARGA

ESFUERZO NORMAL (kg/cm ²)	0.50 Kg/cm ²	1.00 Kg/cm ²	2.00 Kg/cm ²
VELOCIDAD ENSAYO (mm/min)	0.050	0.050	0.050
PESO MUESTRA (g)	123.48	123.44	123.47



ESPECIMEN	ESFUERZO NORMAL (kg/cm ²)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm ²)
1	0.50	0.33
2	1.00	0.45
3	2.00	0.73

PARÁMETROS DE RESISTENCIA AL CORTE

COHESIÓN = 0.19 kg/cm²
 ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA = 15.15 °



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

ANEXO N° 07 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS (C-6)



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-6

RESUMEN DE LOS ENSAYOS REALIZADOS

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-6

1.00 ENSAYOS ESTANDAR

ENSAYO	UND.	E-1
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	%	33.80
GRANULOMETRIA	%GRAVA	0.45
	%ARENA	63.78
	%FINOS	35.77
LIMITE LIQUIDO	-	38.00
LIMITE PLASTICO	-	24.00
INDICE DE PLASTICIDAD	-	14.00
DENSIDAD NATURAL	g/cm ³	1.92

CLASIFICACION SUCS	-	SM
--------------------	---	----

2.00 ENSAYOS ESPECIALES

COHESIÓN	kg/cm ²	0.06
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA	°	24.34



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

PROYECTO	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-6

PERFIL ESTRATIGRAFICO

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-6

PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA	DESCRIPCIÓN	CLASIFICACION	
			SUCS	SIMBOLO GRAFICO
0.00	M-6	Suelo arenoso color gris oscuro, sin presencia de rocas ni grava, pero si material fino. La muestra se encuentra saturada hasta la profundidad explorada.	SM	
1.50				



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

PROYECTO	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-6

CONTENIDO DE HUMEDAD

A.S.T.M. C 566 / NTP 339.185

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-6

CONTENIDO DE HUMEDAD	
Nº de Tara	T-8
W. Tara (g)	79.80
W.Tara + W. Muestra Húmeda (g)	645.10
W.Tara + W. Muestra Seca (g)	502.30
W. Agua (g)	142.80
W. Muestra Seca (g)	422.50
Contenido de Humedad (%)	33.80



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

PROYECTO	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-6

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO A.S.T.M. D 422 / NTP 339.128

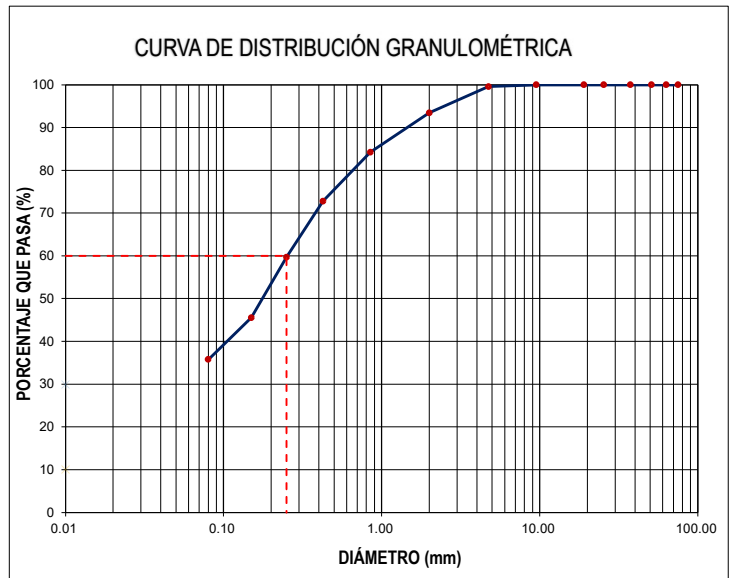
MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-6

1.00 GRANULOMETRIA (NTP 339.128 / A.S.T.M.D - 422)

CONDICIONES DE LA MUESTRA TOTAL		PORCENTAJE DE GRAVA, ARENAS Y FINOS		% TOTAL
TEMPERATURA DE SECADO	110° C	GRAVA (%):	0.45	100.00
PESO TOTAL MUESTRA SECA (g)	1000.00	ARENA GRUESA (%):	26.78	
PESO TOTAL MUESTRA SECA < N° 4 (g)	995.50	ARENA FINA (%):	37.00	
PESO TOTAL MUESTRA SECA > N° 4 (g)	4.50	FINOS (%):	35.77	
PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (g)	1042.84			

ANÁLISIS FRACCIÓN GRUESA					
N°	Tamiz Abertura (mm)	Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	4.50	0.45	0.45	99.55
TOTAL	W G =	4.50			

ANÁLISIS FRACCIÓN FINA					
CORRECCIÓN DE MUESTRA CUARTEADA :					0.3318
PESO SECO FRACCIÓN FINA :					300.00
N 10	2.00	18.50	6.14	6.59	93.41
N 20	0.85	27.60	9.16	15.75	84.25
N 40	0.43	34.60	11.48	27.23	72.77
N 60	0.25	39.40	13.07	40.30	59.70
N 100	0.15	42.70	14.17	54.47	45.53
N 200	0.08	29.40	9.76	64.23	35.77
Cazoleta	--	--	--	--	--
TOTAL					



D60 =	0.25	D30 =	-	D10 =	-
Cu =	-	Cc =	-		

2.00 OBSERVACIONES

- DE ACUERDO AL SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS) , EL SUELO SE CLASIFICA COMO UN **SM**.



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

PROYECTO	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-6

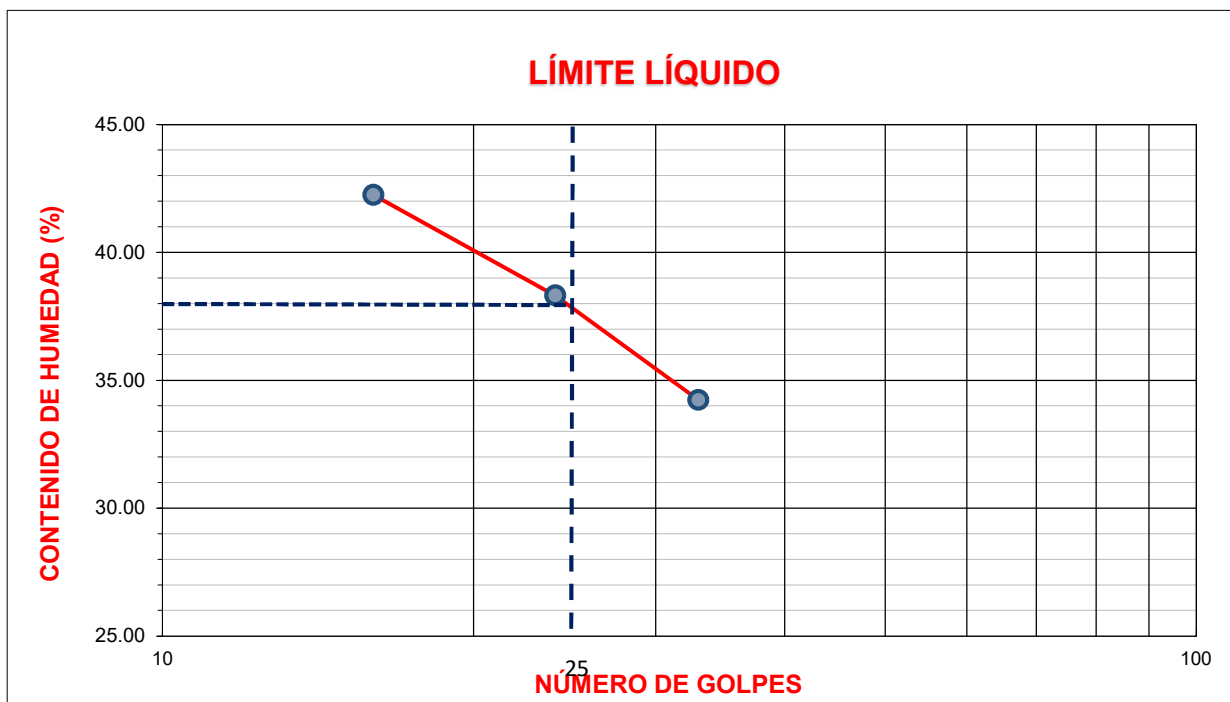
LÍMITES DE ATTERBERG A.S.T.M. D 4318 / NTP 339.129

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-6

1.00 LÍMITES DE ATTERBERG - ASTM D - 4318 / NTP 339.129

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	Preparación Húmeda	EQUIPO PARA LÍMITE PLÁSTICO	Manual
	Tamizado por lavado en el tamiz N° 40	EQUIPO PARA LÍMITE LÍQUIDO	Manual
	Preparación con agua destilada	RANURADOR	Plástico

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
	TARA N°	1	2	3	4	5
W. Tara+ W. Muestra Húmeda (g)		30.56	30.55	30.51	25.45	25.42
W. Tara+ W. Muestra Seca (g)		24.62	25.01	25.41	22.54	22.51
W. Agua (g)		5.94	5.54	5.10	2.91	2.91
W. Tara (g)		10.56	10.55	10.51	10.46	10.43
W. Muestra Seca (g)		14.06	14.46	14.90	12.08	12.08
Contenido de Humedad (%)		42.25	38.31	34.23	24.09	24.09
N.GOLPES		16	24	33	PROMEDIO	24.09



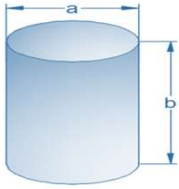
LÍMITE LIQUIDO	38.00	LÍMITE PLÁSTICO	24.00	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	14.00
----------------	-------	-----------------	-------	-----------------------	-------

INFORMACIÓN GENERAL

PROYECTO	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-6

DENSIDAD NATURAL

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-6

DENSIDAD NATURAL		
PROPIEDADES	MOLDE METÁLICO	
	Peso del molde (Wc) (g)	215.12
	Diámetro (a) (cm)	10.16
	Altura (b) (cm)	10.00
	Volumen del molde (Vc) (cm ³)	810.73
Peso de la muestra + Peso del molde (Wh+c) (g)	1770.80	
Peso de la muestra (Wh) (g)	1555.7	
Dh (g/cm³)	1.919	



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

PROYECTO	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-6

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ESTÁNDAR EN SUELOS A.S.T.M. D 3080 / NTP 339.171 / MTC E-123

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-6

ESTADO DE LA MUESTRA	REMOLDEADA	MOLDE	CIRCULAR
----------------------	------------	-------	----------

ETAPA DE APLICACIÓN DE CARGA

ESFUERZO NORMAL (kg/cm ²)	0.50 Kg/cm ²		1.00 Kg/cm ²		2.00 Kg/cm ²	
VELOCIDAD ENSAYO (mm/min)	0.050		0.050		0.050	
PESO MUESTRA (g)	115.18		115.17		115.18	
DEFORMACION FINAL (mm)	-0.397		-0.668		-0.978	
ETAPA	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
ALTURA (cm)	2.02	1.98	2.02	1.95	2.02	1.92
DIÁMETRO (cm)	6.15	6.15	6.15	6.15	6.15	6.15
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	33.79	34.35	33.77	34.06	33.77	33.84
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm ³)	1.919	1.958	1.919	1.985	1.919	2.017
DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL (mm)	0.50 Kg/cm ²		1.00 Kg/cm ²		2.00 Kg/cm ²	
	CARGA (N)	ESFUERZO DE CORTE (Kg /cm ²)	CARGA (N)	ESFUERZO DE CORTE (Kg /cm ²)	CARGA (N)	ESFUERZO DE CORTE (Kg /cm ²)
0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.100	3.43	0.01	6.10	0.02	11.41	0.04
0.200	8.37	0.03	15.48	0.05	28.26	0.10
0.300	13.89	0.05	25.41	0.09	46.82	0.16
0.400	19.42	0.07	34.89	0.12	64.79	0.22
0.500	25.79	0.09	47.05	0.16	87.49	0.30
1.000	42.67	0.15	76.22	0.26	143.59	0.49
1.500	57.84	0.20	102.68	0.35	192.48	0.66
2.000	64.19	0.22	115.94	0.40	215.67	0.74
2.500	70.18	0.24	125.47	0.43	235.78	0.81
3.000	73.68	0.25	132.67	0.46	248.60	0.85
3.500	77.49	0.27	139.02	0.48	261.21	0.90
4.000	81.49	0.28	145.32	0.50	272.54	0.94
4.500	82.29	0.28	148.45	0.51	279.52	0.96
5.000	82.84	0.28	148.92	0.51	279.97	0.96
5.500	83.11	0.29	149.17	0.51	280.48	0.96
6.000	83.23	0.29	149.26	0.51	280.91	0.96

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

PROYECTO	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-6

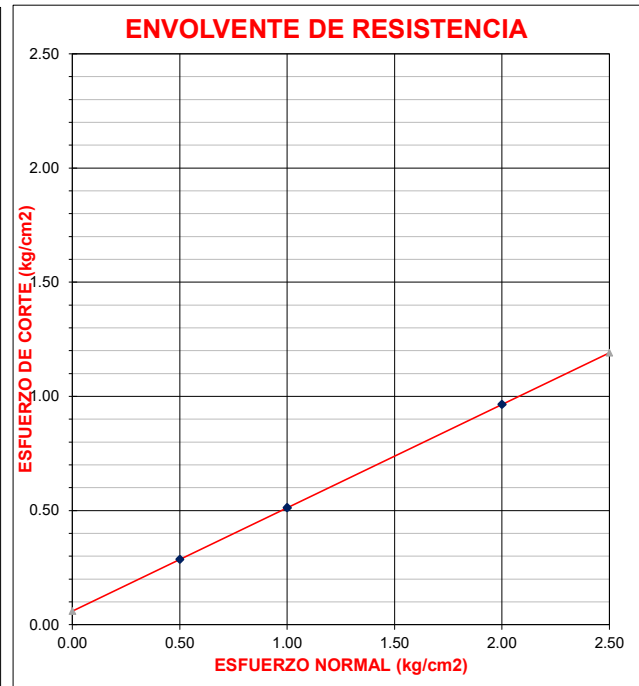
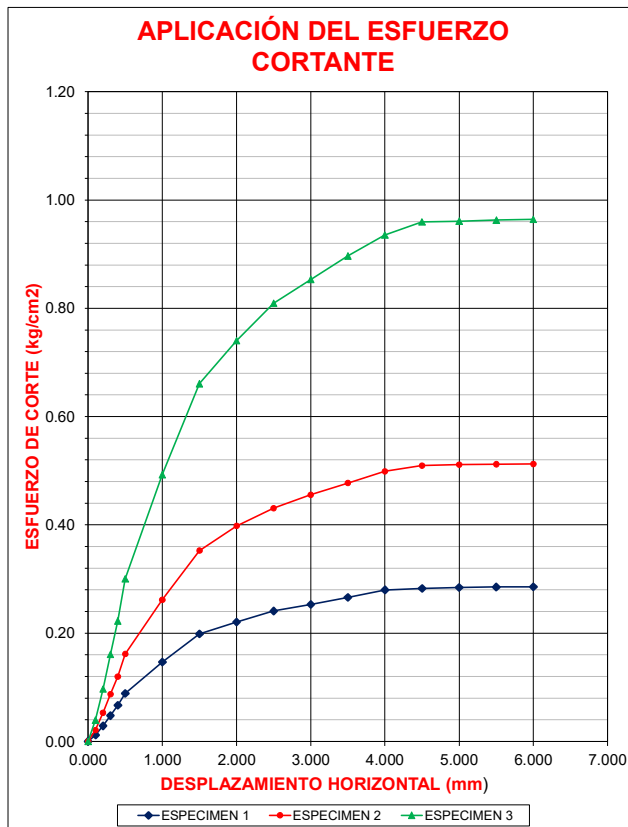
ENSAYO DE CORTE DIRECTO ESTÁNDAR EN SUELOS A.S.T.M. D 3080 / NTP 339.171 / MTC E-123

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-6

ESTADO DE LA MUESTRA	REMOLDEADA	MOLDE	CIRCULAR
-----------------------------	------------	--------------	----------

ETAPA DE APLICACIÓN DE CARGA

ESFUERZO NORMAL (kg/cm²)	0.50 Kg/cm ²	1.00 Kg/cm ²	2.00 Kg/cm ²
VELOCIDAD ENSAYO (mm/min)	0.050	0.050	0.050
PESO MUESTRA (g)	115.18	115.17	115.18



ESPECIMEN	ESFUERZO NORMAL (kg/cm ²)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm ²)
1	0.50	0.29
2	1.00	0.51
3	2.00	0.96

PARÁMETROS DE RESISTENCIA AL CORTE

COHESIÓN = 0.06 kg/cm²
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA = 24.34 °



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

ANEXO N° 08 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS (C-7)



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-7

RESUMEN DE LOS ENSAYOS REALIZADOS

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-7

1.00 ENSAYOS ESTANDAR

ENSAYO	UND.	E-1
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	%	19.79
GRANULOMETRIA	%GRAVA	1.63
	%ARENA	10.06
	%FINOS	88.31
LIMITE LIQUIDO	-	54.00
LIMITE PLASTICO	-	28.00
INDICE DE PLASTICIDAD	-	26.00
DENSIDAD NATURAL	g/cm ³	2.06

CLASIFICACION SUCS	-	CH
--------------------	---	----

2.00 ENSAYOS ESPECIALES

COHESIÓN	kg/cm ²	0.20
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA	°	10.82



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS


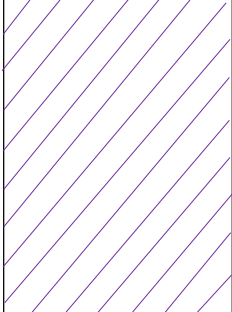
CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-7

PERFIL ESTRATIGRAFICO

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-7

PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA	DESCRIPCIÓN	CLASIFICACION	
			SUCS	SIMBOLO GRAFICO
0.00		Suelo arcilloso color marron oscuro, sin presencia de rocas, pero si posee grava de hasta 3", arena y material fino. La muestra se encuentra saturada hasta la profundidad explorada.	CH	
1.50				



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-7

CONTENIDO DE HUMEDAD

A.S.T.M. C 566 / NTP 339.185

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-7

CONTENIDO DE HUMEDAD	
Nº de Tara	T-12
W. Tara (g)	73.50
W.Tara + W. Muestra Húmeda (g)	605.00
W.Tara + W. Muestra Seca (g)	517.20
W. Agua (g)	87.80
W. Muestra Seca (g)	443.70
Contenido de Humedad (%)	19.79



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-7

ANALISIS GRANULOMETRICO A.S.T.M. D 422 / NTP 339.128

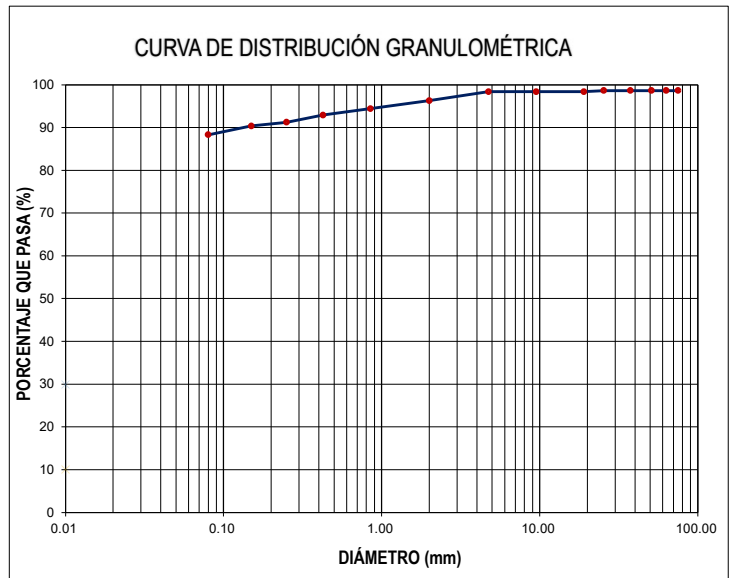
MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-7

1.00 GRANULOMETRIA (NTP 339.128 / A.S.T.M.D - 422)

CONDICIONES DE LA MUESTRA TOTAL		PORCENTAJE DE GRAVA, ARENAS Y FINOS		% TOTAL
TEMPERATURA DE SECADO	110° C	GRAVA (%):	1.63	100.00
PESO TOTAL MUESTRA SECA (g)	5000.00	ARENA GRUESA (%):	5.47	
PESO TOTAL MUESTRA SECA < N° 4 (g)	4918.60	ARENA FINA (%):	4.59	
PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (g)	5214.22	FINOS (%):	88.31	

ANÁLISIS FRACCIÓN GRUESA					
N°	Tamiz Abertura (mm)	Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
3"	76.20	67.20	1.34	1.34	98.66
2 ½"	63.50	0.00	0.00	1.34	98.66
2"	50.80	0.00	0.00	1.34	98.66
1 ½"	38.10	0.00	0.00	1.34	98.66
1"	25.40	0.00	0.00	1.34	98.66
¾"	19.05	14.20	0.28	1.63	98.37
3/8"	9.52	0.00	0.00	1.63	98.37
N°4	4.75	0.00	0.00	1.63	98.37
TOTAL	W G =	81.40			

ANÁLISIS FRACCIÓN FINA					
CORRECCIÓN DE MUESTRA CUARTEADA :					0.3279
PESO SECO FRACCIÓN FINA :					300.00
N 10	2.00	6.40	2.10	3.73	96.27
N 20	0.85	5.70	1.87	5.60	94.40
N 40	0.43	4.60	1.51	7.10	92.90
N 60	0.25	5.10	1.67	8.78	91.22
N 100	0.15	2.70	0.89	9.66	90.34
N 200	0.08	6.20	2.03	11.69	88.31
Cazoleta	--	--	--	--	--
TOTAL					



D60 =	-	D30 =	-	D10 =	-
Cu =	-	Cc =	-		

2.00 OBSERVACIONES

- DE ACUERDO AL SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS) , EL SUELO SE CLASIFICA COMO UN CH.

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-7

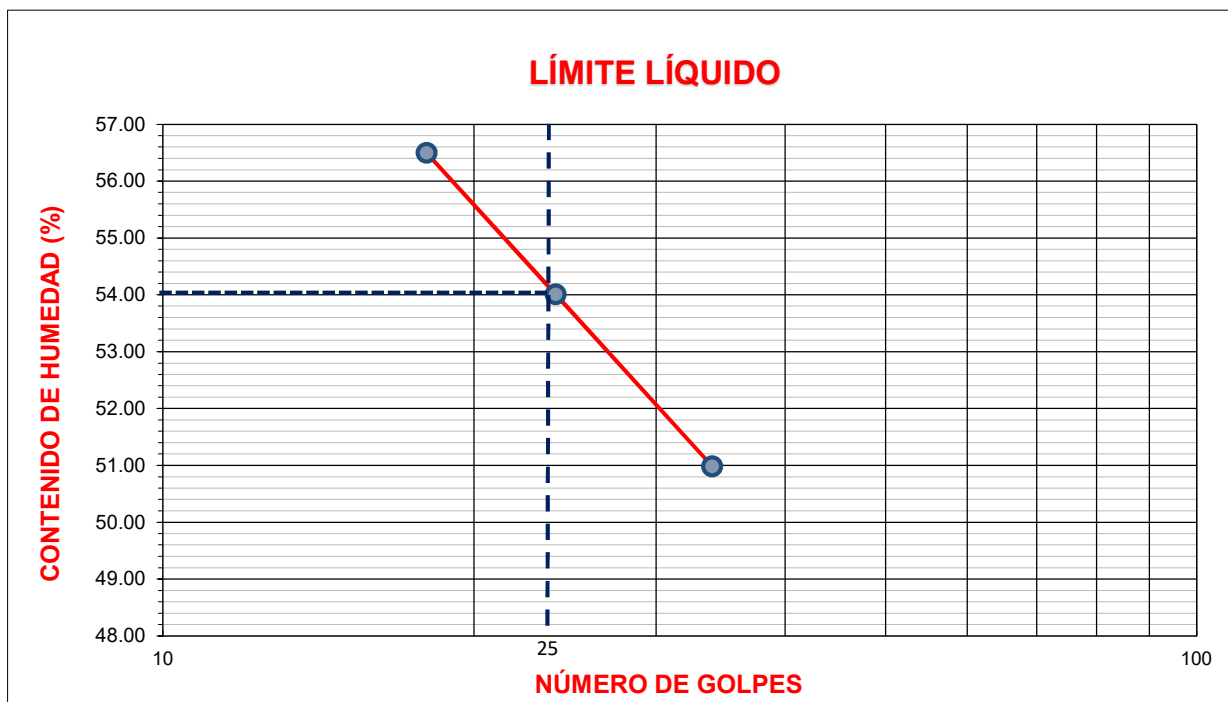
LÍMITES DE ATTERBERG A.S.T.M. D 4318 / NTP 339.129

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-7

1.00 LÍMITES DE ATTERBERG - ASTM D - 4318 / NTP 339.129

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	Preparación Húmeda	EQUIPO PARA LÍMITE PLÁSTICO	Manual
	Tamizado por lavado en el tamiz N° 40	EQUIPO PARA LÍMITE LÍQUIDO	Manual
	Preparación con agua destilada	RANURADOR	Plástico

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
TARA N°	1	2	3	4	5
W. Tara+ W. Muestra Húmeda (g)	30.56	30.54	30.50	25.46	25.44
W. Tara+ W. Muestra Seca (g)	23.34	23.53	23.75	22.21	22.19
W. Agua (g)	7.22	7.01	6.75	3.25	3.25
W. Tara (g)	10.56	10.55	10.51	10.46	10.43
W. Muestra Seca (g)	12.78	12.98	13.24	11.75	11.76
Contenido de Humedad (%)	56.49	54.01	50.98	27.66	27.64
N.GOLPES	18	24	34	PROMEDIO	27.65



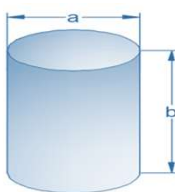
LÍMITE LIQUIDO	54.00	LÍMITE PLÁSTICO	28.00	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	26.00
-----------------------	-------	------------------------	-------	------------------------------	-------

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-7

DENSIDAD NATURAL

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-7

DENSIDAD NATURAL		
PROPIEDADES	MOLDE METÁLICO	
	Peso del molde (Wc) (g)	215.12
	Diámetro (a) (cm)	10.16
	Altura (b) (cm)	10.00
	Volumen del molde (Vc) (cm ³)	810.73
Peso de la muestra + Peso del molde (Wh+c) (g)		1882.10
Peso de la muestra (Wh) (g)		1667.0
Dh (g/cm³)		2.056



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-7

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ESTÁNDAR EN SUELOS A.S.T.M. D 3080 / NTP 339.171 / MTC E-123

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-7

ESTADO DE LA MUESTRA	REMOLDEADA	MOLDE	CIRCULAR
----------------------	------------	-------	----------

ETAPA DE APLICACIÓN DE CARGA

ESFUERZO NORMAL (kg/cm ²)	0.50 Kg/cm ²		1.00 Kg/cm ²		2.00 Kg/cm ²	
VELOCIDAD ENSAYO (mm/min)	0.050		0.050		0.050	
PESO MUESTRA (g)	123.40		123.38		123.40	
DEFORMACION FINAL (mm)	-0.375		-0.701		-0.957	
ETAPA	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
ALTURA (cm)	2.02	1.98	2.02	1.95	2.02	1.92
DIÁMETRO (cm)	6.15	6.15	6.15	6.15	6.15	6.15
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	19.79	21.81	19.79	20.94	19.78	20.11
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm ³)	2.056	2.095	2.056	2.130	2.056	2.159
DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL (mm)	0.50 Kg/cm ²		1.00 Kg/cm ²		2.00 Kg/cm ²	
	CARGA (N)	ESFUERZO DE CORTE (Kg /cm ²)	CARGA (N)	ESFUERZO DE CORTE (Kg /cm ²)	CARGA (N)	ESFUERZO DE CORTE (Kg /cm ²)
0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.100	3.48	0.01	5.67	0.02	7.14	0.02
0.200	8.71	0.03	11.42	0.04	17.28	0.06
0.300	14.37	0.05	18.94	0.07	28.75	0.10
0.400	20.15	0.07	26.14	0.09	39.45	0.14
0.500	26.74	0.09	35.16	0.12	53.48	0.18
1.000	44.12	0.15	57.62	0.20	86.18	0.30
1.500	58.67	0.20	77.15	0.26	116.47	0.40
2.000	66.24	0.23	86.52	0.30	130.27	0.45
2.500	72.09	0.25	94.27	0.32	142.70	0.49
3.000	76.51	0.26	99.61	0.34	151.57	0.52
3.500	80.64	0.28	104.28	0.36	159.24	0.55
4.000	84.19	0.29	109.22	0.37	166.32	0.57
4.500	85.62	0.29	111.81	0.38	169.45	0.58
5.000	86.02	0.30	112.03	0.38	169.83	0.58
5.500	86.51	0.30	112.11	0.38	170.22	0.58
6.000	86.87	0.30	112.15	0.38	170.35	0.58

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-7

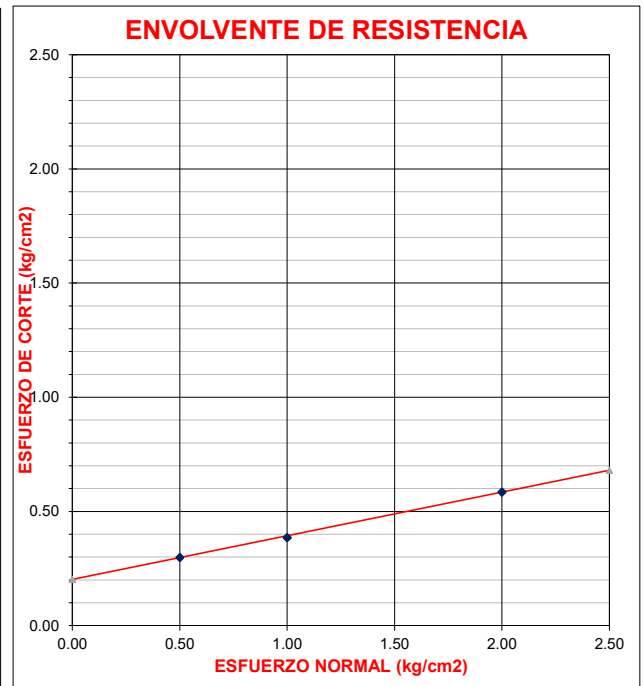
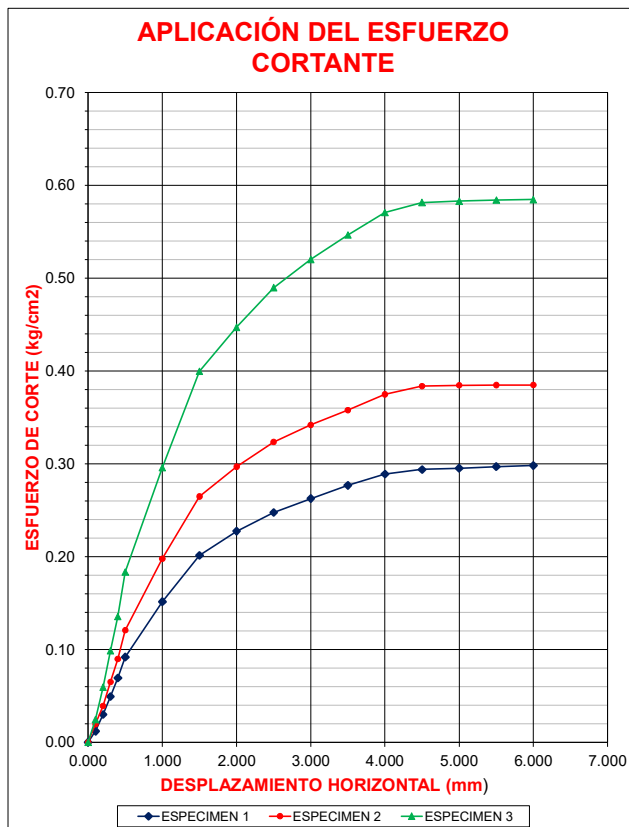
ENSAYO DE CORTE DIRECTO ESTÁNDAR EN SUELOS A.S.T.M. D 3080 / NTP 339.171 / MTC E-123

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-7

ESTADO DE LA MUESTRA	REMOLDEADA	MOLDE	CIRCULAR
----------------------	------------	-------	----------

ETAPA DE APLICACIÓN DE CARGA

ESFUERZO NORMAL (kg/cm ²)	0.50 Kg/cm ²	1.00 Kg/cm ²	2.00 Kg/cm ²
VELOCIDAD ENSAYO (mm/min)	0.050	0.050	0.050
PESO MUESTRA (g)	123.40	123.38	123.40



ESPECIMEN	ESFUERZO NORMAL (kg/cm ²)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm ²)
1	0.50	0.30
2	1.00	0.38
3	2.00	0.58

PARÁMETROS DE RESISTENCIA AL CORTE

COHESIÓN = 0.20 kg/cm²
 ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA = 10.82 °



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

ANEXO N° 09 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS (C-8)



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-8

RESUMEN DE LOS ENSAYOS REALIZADOS

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-8

1.00 ENSAYOS ESTANDAR

ENSAYO	UND.	E-1
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	%	21.46
GRANULOMETRIA	%GRAVA	0.82
	%ARENA	9.68
	%FINOS	89.50
LIMITE LIQUIDO	-	57.00
LIMITE PLASTICO	-	29.00
INDICE DE PLASTICIDAD	-	28.00
DENSIDAD NATURAL	g/cm ³	2.03

CLASIFICACION SUCS	-	CH
--------------------	---	----

2.00 ENSAYOS ESPECIALES

COHESIÓN	kg/cm ²	0.19
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA	°	10.22



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS


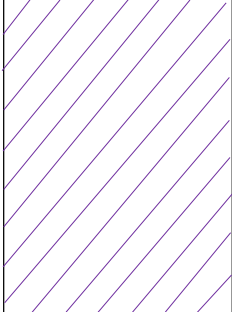
CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-8

PERFIL ESTRATIGRAFICO

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-8

PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA	DESCRIPCIÓN	CLASIFICACION	
			SUCS	SIMBOLO GRAFICO
0.00		Suelo arcilloso color marron oscuro, sin presencia de rocas, pero si posee grava de hasta 1 1/2", arena y material fino. La muestra se encuentra saturada hasta la profundidad explorada.	CH	
1.50				



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-8

CONTENIDO DE HUMEDAD

A.S.T.M. C 566 / NTP 339.185

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-8

CONTENIDO DE HUMEDAD	
Nº de Tara	T-03
W. Tara (g)	72.80
W.Tara + W. Muestra Húmeda (g)	627.40
W.Tara + W. Muestra Seca (g)	529.40
W. Agua (g)	98.00
W. Muestra Seca (g)	456.60
Contenido de Humedad (%)	21.46



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-8

ANALISIS GRANULOMETRICO A.S.T.M. D 422 / NTP 339.128

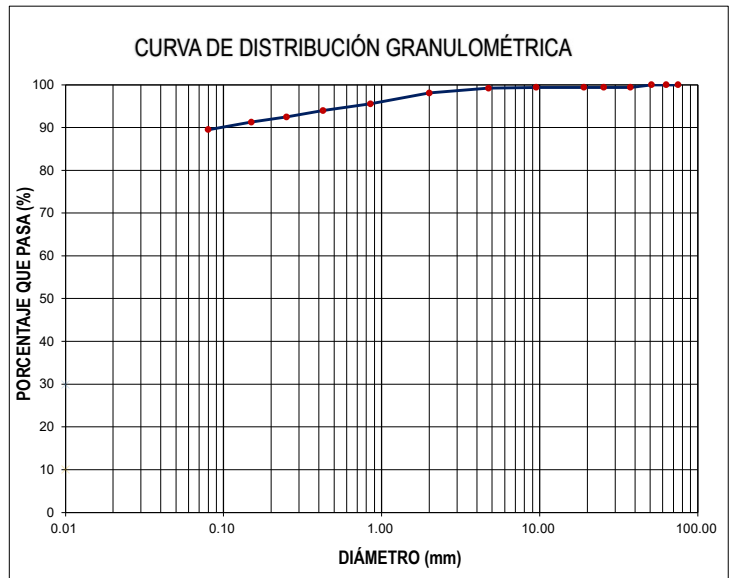
MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-8

1.00 GRANULOMETRIA (NTP 339.128 / A.S.T.M.D - 422)

CONDICIONES DE LA MUESTRA TOTAL		PORCENTAJE DE GRAVA, ARENAS Y FINOS		% TOTAL
TEMPERATURA DE SECADO	110° C	GRAVA (%):	0.82	100.00
PESO TOTAL MUESTRA SECA (g)	3000.00	ARENA GRUESA (%):	5.22	
PESO TOTAL MUESTRA SECA < N° 4 (g)	2975.50	ARENA FINA (%):	4.46	
PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (g)	3128.53	FINOS (%):	89.50	

ANÁLISIS FRACCIÓN GRUESA					
N°	Tamiz Abertura (mm)	Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	18.40	0.61	0.61	99.39
1"	25.40	0.00	0.00	0.61	99.39
¾"	19.05	0.00	0.00	0.61	99.39
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.61	99.39
N°4	4.75	6.10	0.20	0.82	99.18
TOTAL	W G =	24.50			

ANÁLISIS FRACCIÓN FINA					
CORRECCIÓN DE MUESTRA CUARTEADA :					0.3306
PESO SECO FRACCIÓN FINA :					300.00
N 10	2.00	3.40	1.12	1.94	98.06
N 20	0.85	7.60	2.51	4.45	95.55
N 40	0.43	4.80	1.59	6.04	93.96
N 60	0.25	4.50	1.49	7.53	92.47
N 100	0.15	3.70	1.22	8.75	91.25
N 200	0.08	5.30	1.75	10.50	89.50
Cazoleta	--	--	--	--	--
TOTAL					



D60 =	-	D30 =	-	D10 =	-
Cu =	-	Cc =	-		

2.00 OBSERVACIONES

- DE ACUERDO AL SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS) , EL SUELO SE CLASIFICA COMO UN CH.

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-8

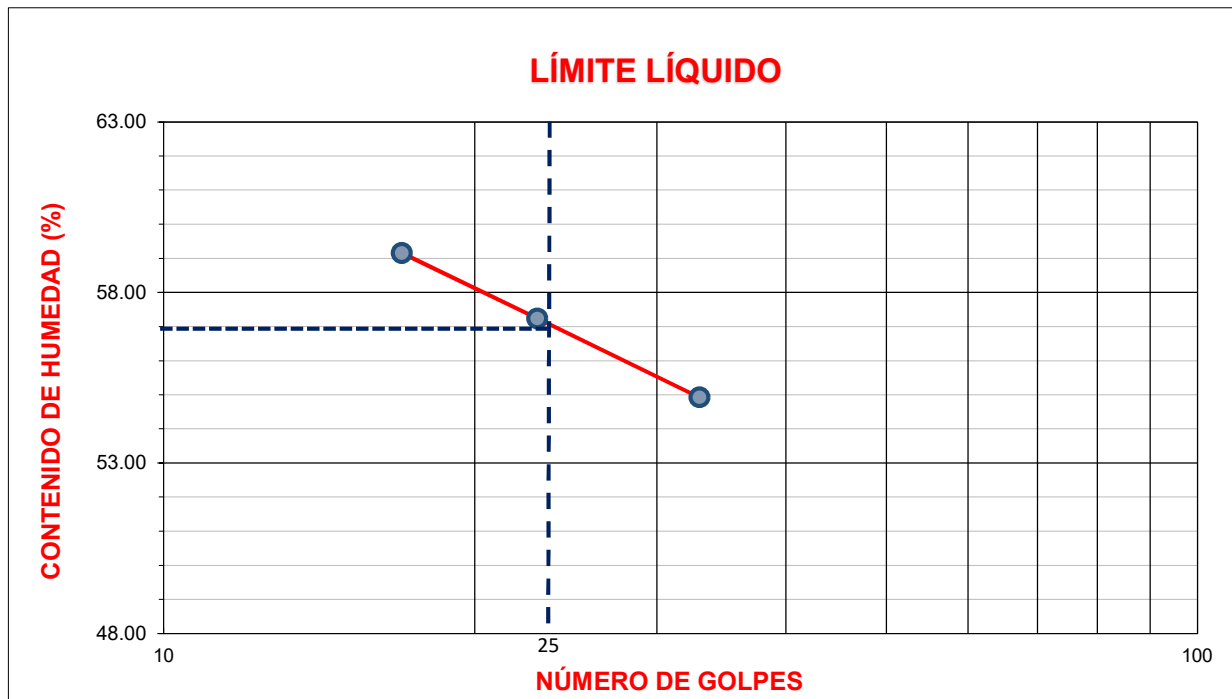
LÍMITES DE ATTERBERG A.S.T.M. D 4318 / NTP 339.129

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-8

1.00 LÍMITES DE ATTERBERG - ASTM D - 4318 / NTP 339.129

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	Preparación Húmeda	EQUIPO PARA LÍMITE PLÁSTICO	Manual
	Tamizado por lavado en el tamiz N° 40	EQUIPO PARA LÍMITE LÍQUIDO	Manual
	Preparación con agua destilada	RANURADOR	Plástico

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
TARA N°	1	2	3	4	5
W. Tara+ W. Muestra Húmeda (g)	30.55	30.55	30.51	25.46	25.43
W. Tara+ W. Muestra Seca (g)	23.12	23.27	23.42	22.07	22.04
W. Agua (g)	7.43	7.28	7.09	3.39	3.39
W. Tara (g)	10.56	10.55	10.51	10.46	10.43
W. Muestra Seca (g)	12.56	12.72	12.91	11.61	11.61
Contenido de Humedad (%)	59.16	57.23	54.92	29.20	29.20
N.GOLPES	17	23	33	PROMEDIO	29.20

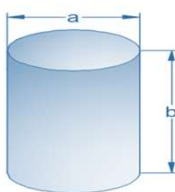


INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-8

DENSIDAD NATURAL

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-8

DENSIDAD NATURAL		
PROPIEDADES	MOLDE METÁLICO	
	Peso del molde (Wc) (g)	215.12
	Diámetro (a) (cm)	10.16
	Altura (b) (cm)	10.00
	Volumen del molde (Vc) (cm ³)	810.73
Peso de la muestra + Peso del molde (Wh+c) (g)		1859.40
Peso de la muestra (Wh) (g)		1644.3
Dh (g/cm³)		2.028



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-8

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ESTÁNDAR EN SUELOS A.S.T.M. D 3080 / NTP 339.171 / MTC E-123

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-8

ESTADO DE LA MUESTRA	REMOLDEADA	MOLDE	CIRCULAR
----------------------	------------	-------	----------

ETAPA DE APLICACIÓN DE CARGA

ESFUERZO NORMAL (kg/cm ²)	0.50 Kg/cm ²		1.00 Kg/cm ²		2.00 Kg/cm ²	
VELOCIDAD ENSAYO (mm/min)	0.050		0.050		0.050	
PESO MUESTRA (g)	121.7		121.6		121.70	
DEFORMACION FINAL (mm)	-0.393		-0.762		-1.002	
ETAPA	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
ALTURA (cm)	2.02	1.98	2.02	1.94	2.02	1.92
DIÁMETRO (cm)	6.15	6.15	6.15	6.15	6.15	6.15
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	21.45	23.42	21.45	22.49	21.44	21.97
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm ³)	2.028	2.068	2.026	2.106	2.028	2.134
DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL (mm)	0.50 Kg/cm ²		1.00 Kg/cm ²		2.00 Kg/cm ²	
	CARGA (N)	ESFUERZO DE CORTE (Kg /cm ²)	CARGA (N)	ESFUERZO DE CORTE (Kg /cm ²)	CARGA (N)	ESFUERZO DE CORTE (Kg /cm ²)
0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.100	3.37	0.01	4.59	0.02	6.67	0.02
0.200	8.56	0.03	12.06	0.04	16.49	0.06
0.300	13.84	0.05	18.31	0.06	27.49	0.09
0.400	19.26	0.07	26.05	0.09	37.89	0.13
0.500	25.84	0.09	34.26	0.12	50.15	0.17
1.000	42.05	0.14	56.43	0.19	82.49	0.28
1.500	56.89	0.20	75.29	0.26	110.42	0.38
2.000	63.10	0.22	84.75	0.29	123.49	0.42
2.500	69.70	0.24	92.49	0.32	135.27	0.46
3.000	74.10	0.25	97.48	0.33	143.84	0.49
3.500	77.90	0.27	102.65	0.35	150.24	0.52
4.000	80.16	0.28	107.24	0.37	157.26	0.54
4.500	81.26	0.28	109.32	0.38	160.38	0.55
5.000	81.99	0.28	109.99	0.38	160.84	0.55
5.500	82.42	0.28	110.46	0.38	161.16	0.55
6.000	82.57	0.28	110.71	0.38	161.34	0.55

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-8

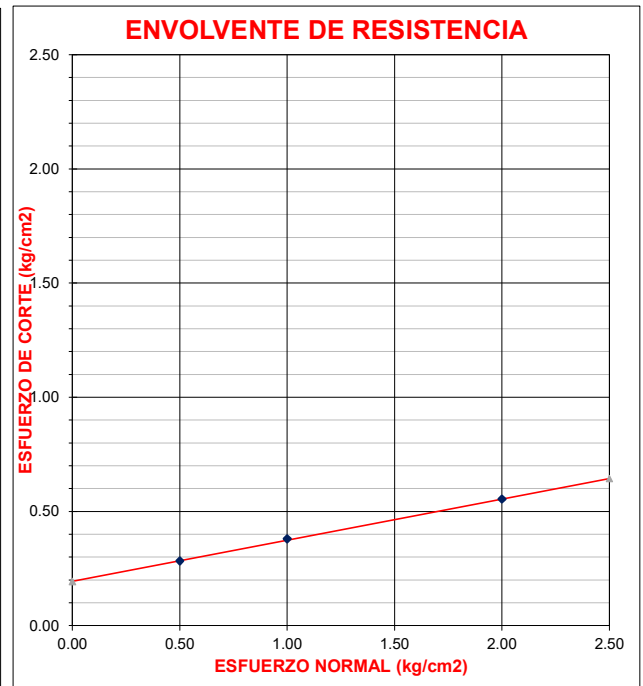
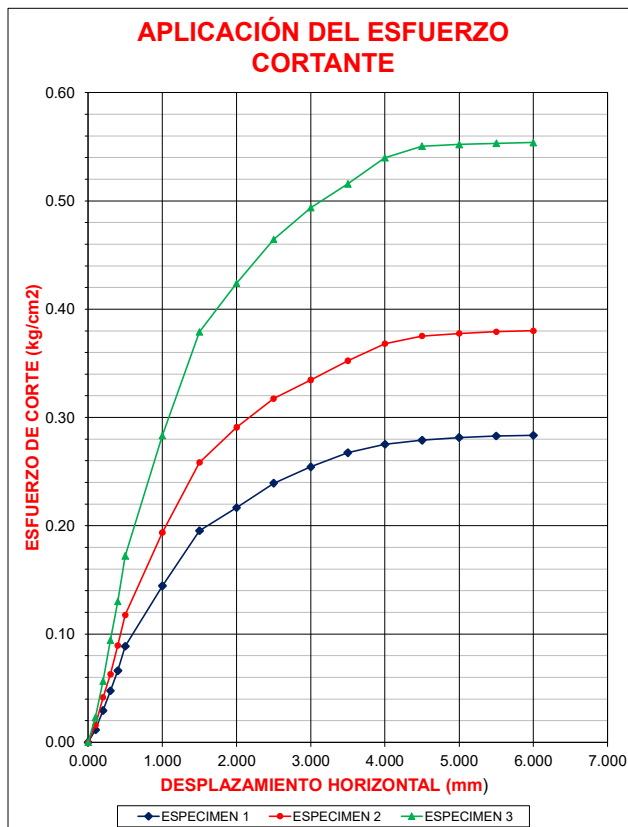
ENSAYO DE CORTE DIRECTO ESTÁNDAR EN SUELOS A.S.T.M. D 3080 / NTP 339.171 / MTC E-123

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-8

ESTADO DE LA MUESTRA	REMOLDEADA	MOLDE	CIRCULAR
----------------------	------------	-------	----------

ETAPA DE APLICACIÓN DE CARGA

ESFUERZO NORMAL (kg/cm ²)	0.50 Kg/cm ²	1.00 Kg/cm ²	2.00 Kg/cm ²
VELOCIDAD ENSAYO (mm/min)	0.050	0.050	0.050
PESO MUESTRA (g)	121.7	121.6	121.70



ESPECIMEN	ESFUERZO NORMAL (kg/cm ²)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm ²)
1	0.50	0.28
2	1.00	0.38
3	2.00	0.55

PARÁMETROS DE RESISTENCIA AL CORTE

COHESIÓN = 0.19 kg/cm²
 ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA = 10.22 °



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

ANEXO N° 10 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS (C-9)



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-9

RESUMEN DE LOS ENSAYOS REALIZADOS

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-9

1.00 ENSAYOS ESTANDAR

ENSAYO	UND.	E-1
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	%	18.69
GRANULOMETRIA	%GRAVA	0.38
	%ARENA	13.52
	%FINOS	86.10
LIMITE LIQUIDO	-	41.00
LIMITE PLASTICO	-	26.00
INDICE DE PLASTICIDAD	-	15.00
DENSIDAD NATURAL	g/cm ³	2.01

CLASIFICACION SUCS	-	ML
--------------------	---	----

2.00 ENSAYOS ESPECIALES

COHESIÓN	kg/cm ²	0.15
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA	°	16.62



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-9

PERFIL ESTRATIGRAFICO

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-9

PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA	DESCRIPCIÓN	CLASIFICACION	
			SUCS	SIMBOLO GRAFICO
0.00	M-9	Suelo fino color marron oscuro, sin presencia de rocas. La muestra se encuentra saturada hasta la profundidad explorada.	ML	
1.50				



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-9

CONTENIDO DE HUMEDAD

A.S.T.M. C 566 / NTP 339.185

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-9

CONTENIDO DE HUMEDAD	
Nº de Tara	T-6
W. Tara (g)	78.50
W.Tara + W. Muestra Húmeda (g)	651.40
W.Tara + W. Muestra Seca (g)	561.20
W. Agua (g)	90.20
W. Muestra Seca (g)	482.70
Contenido de Humedad (%)	18.69



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-9

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO A.S.T.M. D 422 / NTP 339.128

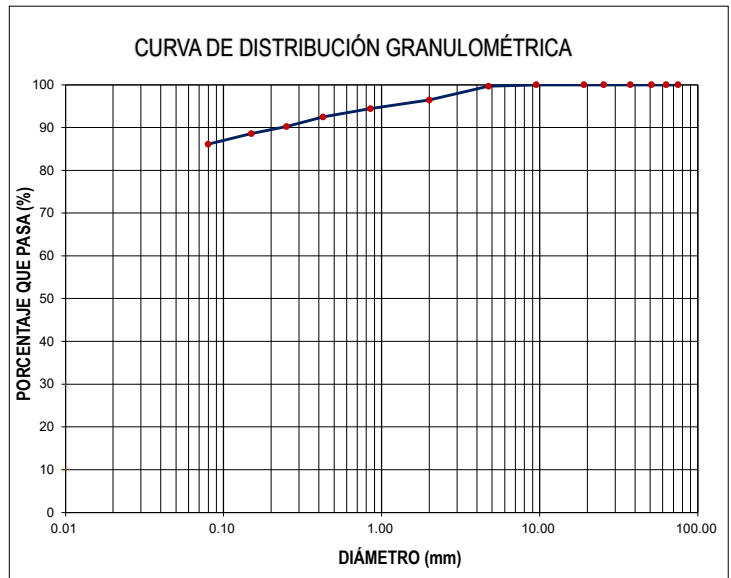
MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-9

1.00 GRANULOMETRIA (NTP 339.128 / A.S.T.M.D - 422)

CONDICIONES DE LA MUESTRA TOTAL		PORCENTAJE DE GRAVA, ARENAS Y FINOS		% TOTAL
TEMPERATURA DE SECADO	110° C	GRAVA (%):	0.38	100.00
PESO TOTAL MUESTRA SECA (g)	1000.00	ARENA GRUESA (%):	7.17	
PESO TOTAL MUESTRA SECA < N° 4 (g)	996.20	ARENA FINA (%):	6.35	
PESO TOTAL MUESTRA SECA > N° 4 (g)	3.80	FINOS (%):	86.10	
PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (g)	1186.87			

ANÁLISIS FRACCIÓN GRUESA					
N°	Tamiz Abertura (mm)	Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	3.80	0.38	0.38	99.62
TOTAL	W G =	3.80			

ANÁLISIS FRACCIÓN FINA					
CORRECCIÓN DE MUESTRA CUARTEADA :					0.3321
PESO SECO FRACCIÓN FINA :					300.00
N 10	2.00	9.60	3.19	3.57	96.43
N 20	0.85	6.10	2.03	5.59	94.41
N 40	0.43	5.90	1.96	7.55	92.45
N 60	0.25	6.70	2.22	9.78	90.22
N 100	0.15	4.90	1.63	11.40	88.60
N 200	0.08	7.50	2.49	13.90	86.10
Cazoleta	--	--	--	--	--
TOTAL					



D60 =	-	D30 =	-	D10 =	-
Cu =	-	Cc =	-		

2.00 OBSERVACIONES

- DE ACUERDO AL SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS) , EL SUELO SE CLASIFICA COMO UN MH.

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-9

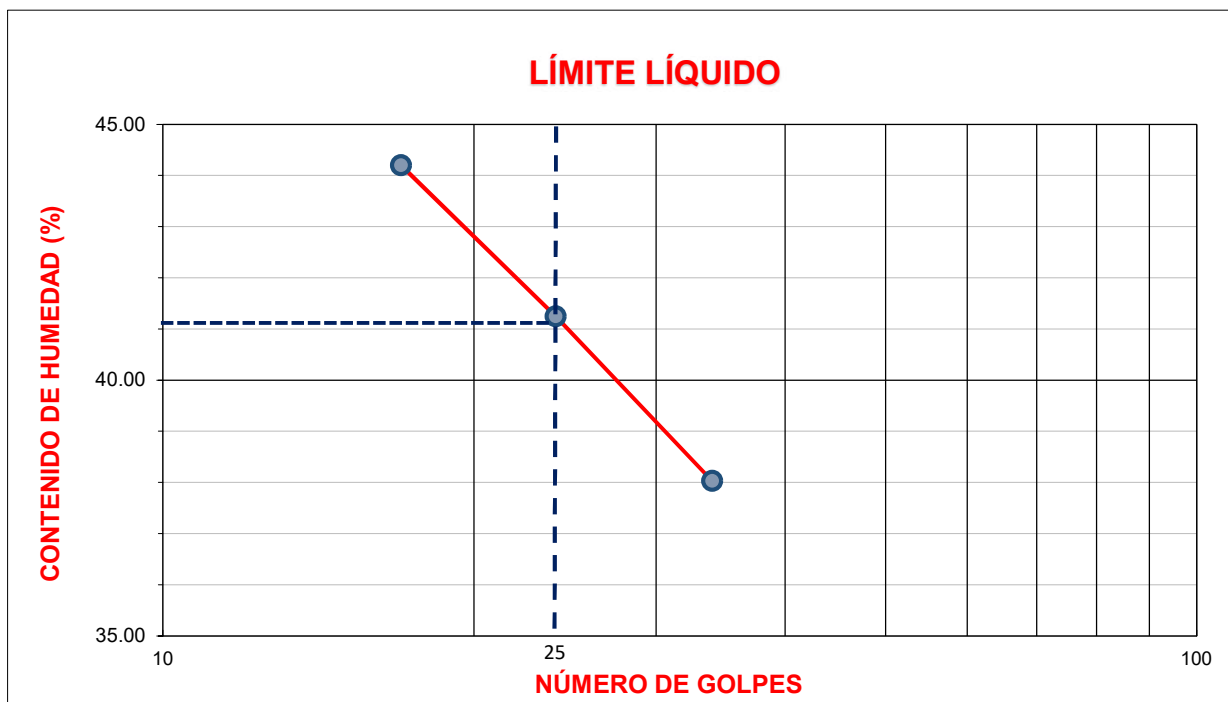
LÍMITES DE ATTERBERG A.S.T.M. D 4318 / NTP 339.129

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-9

1.00 LÍMITES DE ATTERBERG - ASTM D - 4318 / NTP 339.129

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	Preparación Húmeda	EQUIPO PARA LÍMITE PLÁSTICO	Manual
	Tamizado por lavado en el tamiz N° 40	EQUIPO PARA LÍMITE LÍQUIDO	Manual
	Preparación con agua destilada	RANURADOR	Plástico

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
TARA N°	1	2	3	4	5
W. Tara+ W. Muestra Húmeda (g)	30.56	30.55	30.51	25.46	25.44
W. Tara+ W. Muestra Seca (g)	24.43	24.71	25.00	22.37	22.34
W. Agua (g)	6.13	5.84	5.51	3.09	3.10
W. Tara (g)	10.56	10.55	10.51	10.46	10.43
W. Muestra Seca (g)	13.87	14.16	14.49	11.91	11.91
Contenido de Humedad (%)	44.20	41.24	38.03	25.94	26.03
N.GOLPES	17	24	34	PROMEDIO	25.99



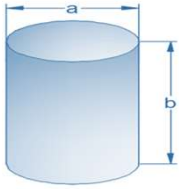
LÍMITE LIQUIDO	41.00	LÍMITE PLÁSTICO	26.00	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	15.00
-----------------------	-------	------------------------	-------	------------------------------	-------

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-9

DENSIDAD NATURAL

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-9

DENSIDAD NATURAL		
PROPIEDADES	MOLDE METÁLICO	
	Peso del molde (Wc) (g)	215.12
	Diámetro (a) (cm)	10.16
	Altura (b) (cm)	10.00
	Volumen del molde (Vc) (cm ³)	810.73
Peso de la muestra + Peso del molde (Wh+c) (g)	1845.70	
Peso de la muestra (Wh) (g)	1630.6	
Dh (g/cm³)	2.011	



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-9

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ESTÁNDAR EN SUELOS A.S.T.M. D 3080 / NTP 339.171 / MTC E-123

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-9

ESTADO DE LA MUESTRA	REMOLDEADA	MOLDE	CIRCULAR
----------------------	------------	-------	----------

ETAPA DE APLICACIÓN DE CARGA

ESFUERZO NORMAL (kg/cm ²)	0.50 Kg/cm ²		1.00 Kg/cm ²		2.00 Kg/cm ²	
VELOCIDAD ENSAYO (mm/min)	0.050		0.050		0.050	
PESO MUESTRA (g)	120.67		120.67		120.66	
DEFORMACION FINAL (mm)	-0.312		-0.548		-0.699	
ETAPA	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
ALTURA (cm)	2.02	1.99	2.02	1.97	2.02	1.95
DIÁMETRO (cm)	6.15	6.15	6.15	6.15	6.15	6.15
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	18.69	20.31	18.67	19.54	18.67	18.94
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm ³)	2.011	2.043	2.011	2.067	2.011	2.083
DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL (mm)	0.50 Kg/cm ²		1.00 Kg/cm ²		2.00 Kg/cm ²	
	CARGA (N)	ESFUERZO DE CORTE (Kg /cm ²)	CARGA (N)	ESFUERZO DE CORTE (Kg /cm ²)	CARGA (N)	ESFUERZO DE CORTE (Kg /cm ²)
0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.100	3.55	0.01	5.49	0.02	8.49	0.03
0.200	8.72	0.03	13.05	0.04	22.14	0.08
0.300	14.89	0.05	21.58	0.07	36.79	0.13
0.400	20.45	0.07	30.49	0.10	55.14	0.19
0.500	26.57	0.09	40.06	0.14	67.49	0.23
1.000	43.59	0.15	65.89	0.23	110.50	0.38
1.500	58.67	0.20	87.59	0.30	148.16	0.51
2.000	66.89	0.23	98.37	0.34	166.59	0.57
2.500	72.45	0.25	108.24	0.37	181.52	0.62
3.000	76.12	0.26	114.89	0.39	193.34	0.66
3.500	80.45	0.28	120.52	0.41	203.56	0.70
4.000	83.12	0.29	124.83	0.43	211.49	0.73
4.500	85.16	0.29	127.42	0.44	215.45	0.74
5.000	85.87	0.29	128.02	0.44	216.02	0.74
5.500	86.06	0.30	128.42	0.44	216.49	0.74
6.000	86.21	0.30	128.53	0.44	216.62	0.74

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-9

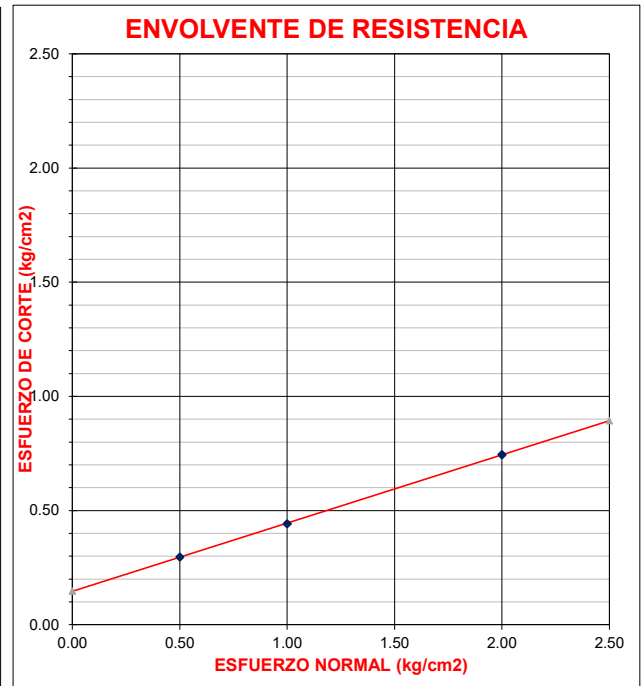
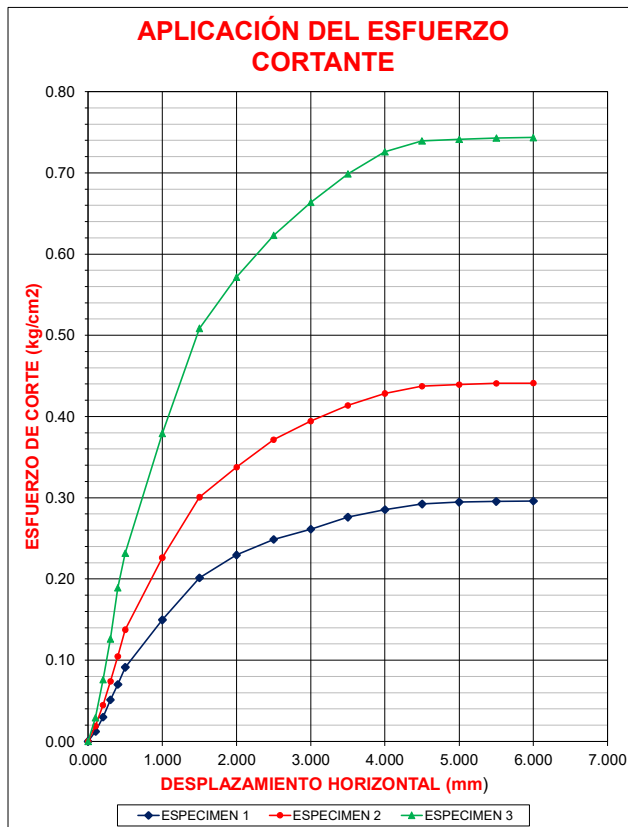
ENSAYO DE CORTE DIRECTO ESTÁNDAR EN SUELOS A.S.T.M. D 3080 / NTP 339.171 / MTC E-123

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-9

ESTADO DE LA MUESTRA	REMOLDEADA	MOLDE	CIRCULAR
----------------------	------------	-------	----------

ETAPA DE APLICACIÓN DE CARGA

ESFUERZO NORMAL (kg/cm ²)	0.50 Kg/cm ²	1.00 Kg/cm ²	2.00 Kg/cm ²
VELOCIDAD ENSAYO (mm/min)	0.050	0.050	0.050
PESO MUESTRA (g)	120.67	120.67	120.66



ESPECIMEN	ESFUERZO NORMAL (kg/cm ²)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm ²)
1	0.50	0.30
2	1.00	0.44
3	2.00	0.74

PARÁMETROS DE RESISTENCIA AL CORTE

COHESIÓN = 0.15 kg/cm²
 ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA = 16.62 °



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

ANEXO N° 11 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS (C-10)



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-10

RESUMEN DE LOS ENSAYOS REALIZADOS

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-10

1.00 ENSAYOS ESTANDAR

ENSAYO	UND.	E-1
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	%	22.23
GRANULOMETRIA	%GRAVA	0.00
	%ARENA	13.03
	%FINOS	86.97
LIMITE LIQUIDO	-	43.00
LIMITE PLASTICO	-	28.00
INDICE DE PLASTICIDAD	-	15.00
DENSIDAD NATURAL	g/cm ³	1.98

CLASIFICACION SUCS	-	ML
--------------------	---	----

2.00 ENSAYOS ESPECIALES

COHESIÓN	kg/cm ²	0.14
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA	°	16.44



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-10

PERFIL ESTRATIGRAFICO

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-10

PROFUNDIDAD (m)	MUESTRA	DESCRIPCIÓN	CLASIFICACION	
			SUCS	SIMBOLO GRAFICO
0.00	M-10	Suelo fino color marron oscuro, sin presencia de rocas. La muestra se encuentra saturada hasta la profundidad explorada.	ML	
1.50				



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-10

CONTENIDO DE HUMEDAD

A.S.T.M. C 566 / NTP 339.185

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-10

CONTENIDO DE HUMEDAD	
Nº de Tara	T-13
W. Tara (g)	79.10
W.Tara + W. Muestra Húmeda (g)	623.40
W.Tara + W. Muestra Seca (g)	524.40
W. Agua (g)	99.00
W. Muestra Seca (g)	445.30
Contenido de Humedad (%)	22.23

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-10

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO A.S.T.M. D 422 / NTP 339.128

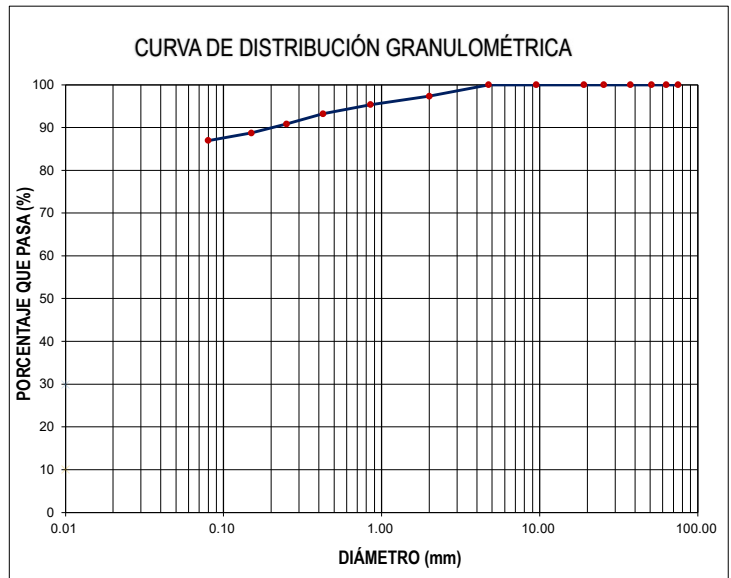
MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-10

1.00 GRANULOMETRIA (NTP 339.128 / A.S.T.M.D - 422)

CONDICIONES DE LA MUESTRA TOTAL		PORCENTAJE DE GRAVA, ARENAS Y FINOS		% TOTAL	
TEMPERATURA DE SECADO	110° C	GRAVA (%):	0.00		100.00
PESO TOTAL MUESTRA SECA (g)	1000.00	ARENA GRUESA (%):	6.80		
PESO TOTAL MUESTRA SECA < N° 4 (g)	1000.00	ARENA FINA (%):	6.23		
PESO TOTAL MUESTRA SECA > N° 4 (g)	0.00	FINOS (%):	86.97		
PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (g)	1222.32				

ANÁLISIS FRACCIÓN GRUESA					
N°	Tamiz Abertura (mm)	Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
TOTAL	W G =	0.00			

ANÁLISIS FRACCIÓN FINA					
CORRECCIÓN DE MUESTRA CUARTEADA :					0.3333
PESO SECO FRACCIÓN FINA :					300.00
N 10	2.00	8.10	2.70	2.70	97.30
N 20	0.85	5.90	1.97	4.67	95.33
N 40	0.43	6.40	2.13	6.80	93.20
N 60	0.25	7.10	2.37	9.17	90.83
N 100	0.15	6.40	2.13	11.30	88.70
N 200	0.08	5.20	1.73	13.03	86.97
Cazoleta	--	--	--	--	--
TOTAL					



D60 =	-	D30 =	-	D10 =	-
Cu =	-	Cc =	-		

2.00 OBSERVACIONES

- DE ACUERDO AL SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS) , EL SUELO SE CLASIFICA COMO UN **MH**.

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-10

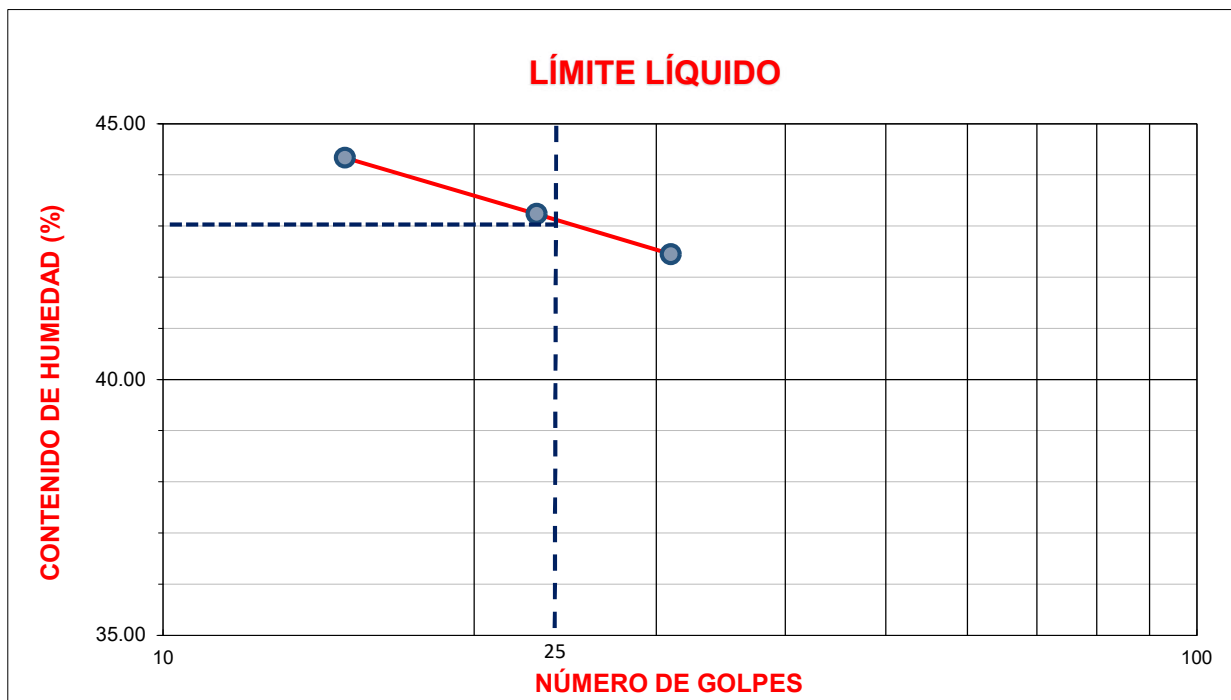
LÍMITES DE ATTERBERG A.S.T.M. D 4318 / NTP 339.129

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-10

1.00 LÍMITES DE ATTERBERG - ASTM D - 4318 / NTP 339.129

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	Preparación Húmeda	EQUIPO PARA LÍMITE PLÁSTICO	Manual
	Tamizado por lavado en el tamiz N° 40	EQUIPO PARA LÍMITE LÍQUIDO	Manual
	Preparación con agua destilada	RANURADOR	Plástico

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLASTICO	
	1	2	3	4	5
TARA N°					
W. Tara+ W. Muestra Húmeda (g)	30.55	30.56	30.51	25.45	25.43
W. Tara+ W. Muestra Seca (g)	24.41	24.52	24.55	22.15	22.13
W. Agua (g)	6.14	6.04	5.96	3.30	3.30
W. Tara (g)	10.56	10.55	10.51	10.46	10.43
W. Muestra Seca (g)	13.85	13.97	14.04	11.69	11.70
Contenido de Humedad (%)	44.33	43.24	42.45	28.23	28.21
N.GOLPES	15	23	31	PROMEDIO	28.22



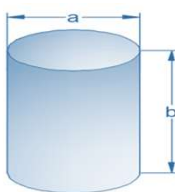
LÍMITE LIQUIDO	43.00	LÍMITE PLASTICO	28.00	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	15.00
-----------------------	-------	------------------------	-------	------------------------------	-------

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-10

DENSIDAD NATURAL

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-10

DENSIDAD NATURAL		
PROPIEDADES	MOLDE METÁLICO	
	Peso del molde (Wc) (g)	215.12
	Diámetro (a) (cm)	10.16
	Altura (b) (cm)	10.00
	Volumen del molde (Vc) (cm ³)	810.73
Peso de la muestra + Peso del molde (Wh+c) (g)		1816.90
Peso de la muestra (Wh) (g)		1601.8
Dh (g/cm³)		1.976



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CALICATA	: C-10

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ESTÁNDAR EN SUELOS A.S.T.M. D 3080 / NTP 339.171 / MTC E-123

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-10

ESTADO DE LA MUESTRA	REMOLDEADA	MOLDE	CIRCULAR
----------------------	------------	-------	----------

ETAPA DE APLICACIÓN DE CARGA

ESFUERZO NORMAL (kg/cm ²)	0.50 Kg/cm ²		1.00 Kg/cm ²		2.00 Kg/cm ²	
VELOCIDAD ENSAYO (mm/min)	0.050		0.050		0.050	
PESO MUESTRA (g)	118.59		118.57		118.57	
DEFORMACION FINAL (mm)	-0.286		-0.553		-0.732	
ETAPA	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
ALTURA (cm)	2.02	1.99	2.02	1.96	2.02	1.95
DIÁMETRO (cm)	6.15	6.15	6.15	6.15	6.15	6.15
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	22.22	24.59	22.22	23.74	22.20	22.96
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm ³)	1.976	2.005	1.976	2.032	1.976	2.050
DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL (mm)	0.50 Kg/cm ²		1.00 Kg/cm ²		2.00 Kg/cm ²	
	CARGA (N)	ESFUERZO DE CORTE (Kg /cm ²)	CARGA (N)	ESFUERZO DE CORTE (Kg /cm ²)	CARGA (N)	ESFUERZO DE CORTE (Kg /cm ²)
0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.100	3.47	0.01	2.25	0.01	9.51	0.03
0.200	8.46	0.03	13.16	0.05	21.12	0.07
0.300	14.26	0.05	21.57	0.07	35.46	0.12
0.400	19.27	0.07	29.45	0.10	49.16	0.17
0.500	26.34	0.09	39.14	0.13	66.49	0.23
1.000	42.59	0.15	64.17	0.22	108.24	0.37
1.500	57.26	0.20	86.19	0.30	145.32	0.50
2.000	63.49	0.22	97.06	0.33	163.27	0.56
2.500	70.15	0.24	106.24	0.36	178.49	0.61
3.000	73.64	0.25	113.29	0.39	188.59	0.65
3.500	77.41	0.27	118.49	0.41	198.40	0.68
4.000	80.69	0.28	123.06	0.42	206.45	0.71
4.500	82.21	0.28	125.39	0.43	211.34	0.73
5.000	82.76	0.28	125.97	0.43	211.79	0.73
5.500	83.06	0.29	126.19	0.43	212.09	0.73
6.000	83.29	0.29	125.33	0.43	212.19	0.73

CODIGO	: LGI-INF-053-2023
AREA	: LABORATORIO
RESPONSABLE	: PRSA
APROBADO	: GG
FECHA	: MARZO, 2023

INFORMACIÓN GENERAL

TESIS	: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RIO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023".
UBICACIÓN	: DISTRITO DE LAJAS - PROVINCIA DE CHOTA - DEPARTAMENTO CAJAMARCA
TESISTAS	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO : WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA:
CALICATA	: C-10

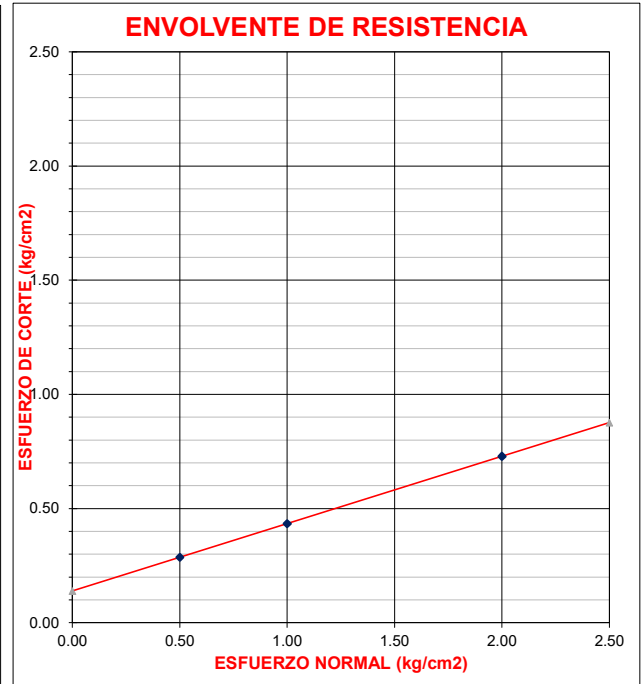
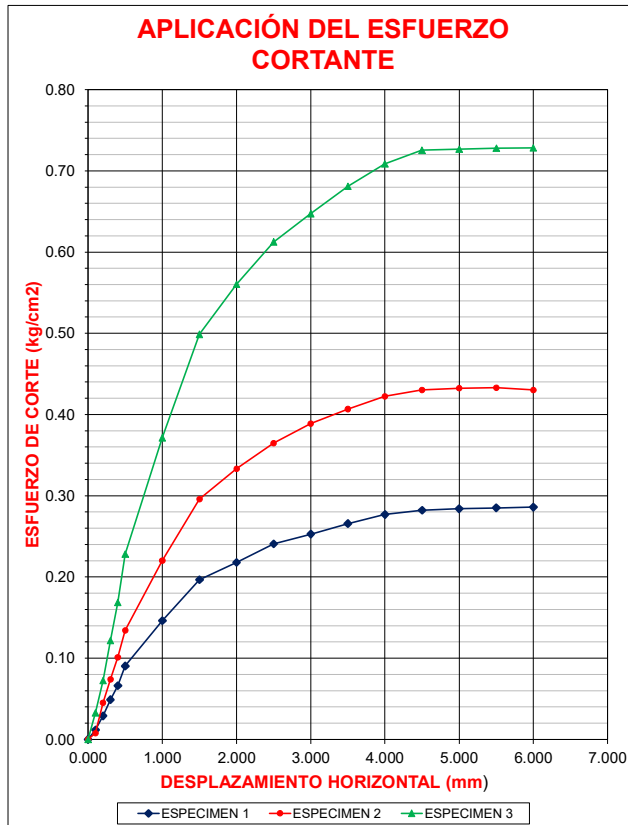
ENSAYO DE CORTE DIRECTO ESTÁNDAR EN SUELOS A.S.T.M. D 3080 / NTP 339.171 / MTC E-123

MATERIAL : SUELO EXTRAIDO DE CALICATA C-10

ESTADO DE LA MUESTRA	REMOLDEADA	MOLDE	CIRCULAR
----------------------	------------	-------	----------

ETAPA DE APLICACIÓN DE CARGA

ESFUERZO NORMAL (kg/cm ²)	0.50 Kg/cm ²	1.00 Kg/cm ²	2.00 Kg/cm ²
VELOCIDAD ENSAYO (mm/min)	0.050	0.050	0.050
PESO MUESTRA (g)	118.59	118.57	118.57



ESPECIMEN	ESFUERZO NORMAL (kg/cm ²)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm ²)
1	0.50	0.29
2	1.00	0.43
3	2.00	0.73

PARÁMETROS DE RESISTENCIA AL CORTE

COHESIÓN = 0.14 kg/cm²
 ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA = 16.44 °



CAPACIDAD DE CARGA - CIMENTACIÓN SUPERFICIAL - TERZAGHI

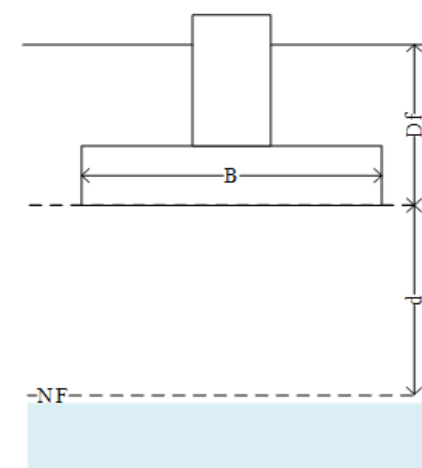
CALICATA N°	C01
PROFUNDIDAD	2.00 m
NIVEL FREÁTICO	0.00 m

PROYECTO	: PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RÍO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023			
TESISTAS	: WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA		CALICATA N°	C01
	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO		PROFUNDIDAD	:2.00 m
LUGAR	: I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA EN LAJAS			

DATOS GENERALES

Ángulo de Fricción Interna (ϕ')	12.73	grados
Cohesión (c')	0.19	kgf/cm ²
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_1)	1.82	g/cm ³
Peso Unitario del Suelo de Cimentación (γ_{sat})	1.82	g/cm ³
Peso Unitario del agua (γ_w)	1.00	g/cm ³
Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación	6.00	m
Profundidad de Desplante (Df)	2.00	m
Profundidad del nivel freático (N.F)	0.00	m
Factor de Seguridad (F.S.assume 3.0)	3.00	
Clasificación SUCS del suelo de cimentación	CH	

Caso III: Sin nivel freático o con NF tal que, $d \geq B$



FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

N'_c	=	8.87 *	N_c	=	11.23 **
N'_q	=	2.34 *	N_q	=	3.58 **
N'_γ	=	0.40 *	N_γ	=	0.99 **

*Para falla por corte local. Valores obtenidos de la tabla 3.2, Factores de capacidad de carga de Terzaghi; pag.160 - Cap. tres - Principios de ingeniería de cimentaciones, Braja M. Das - 4ta Edición.

* Para falla por corte general. Valores obtenidos de la tabla 3.1, Factores de capacidad de carga de Terzaghi; pag.158 - Cap. tres - Principios de ingeniería de cimentaciones, Braja M. Das - 4ta Edición.

CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE (CASO III)

TIPO DE FALLA: FALLA POR CORTE LOCAL EN SUELO

TIPO DE FALLA: FALLA POR CORTE GENERAL EN SUELO

1. PARA CIMIENTO CONTINUO (B/L=0.1)

Prof.	Ancho	$2/3*c'*N$	$q*Nq$	$0.5*\gamma*B*N$	$q_u = 2/3*c'*Nc + q*Nq + \gamma$	qadm (kg/cm ²)
Df	B	c		γ		
2.00	6.00	1.12	0.85	0.22	2.19	0.73

1. PARA CIMIENTO CONTINUO (B/L=0.1)

Prof.	Ancho	$c'*Nc$	$q*Nq$	$0.5*\gamma*B*N$	$q_u = c'*Nc + q*Nq + \gamma$	qadm
Df	B			γ		
2.00	6.00	2.13	1.30	0.54	3.98	1.33



CAPACIDAD DE CARGA - CIMENTACIÓN SUPERFICIAL - TERZAGHI

CALICATA N°	C01
PROFUNDIDAD	2.00 m
NIVEL FREÁTICO	0.00 m

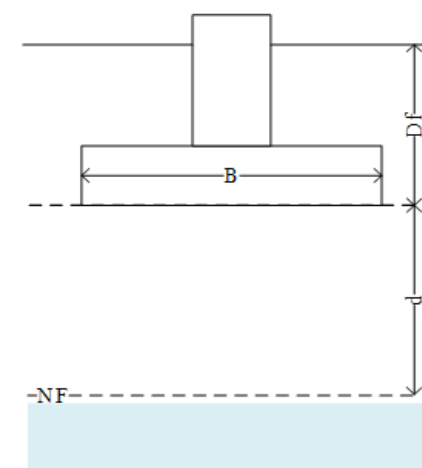
PROYECTO	: PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RÍO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023		
TESISTAS	: WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA		
	: CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO		
LUGAR	: I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA EN LAJAS		

CALICATA N°	C01
PROFUNDIDAD	:2.00 m

DATOS GENERALES

Ángulo de Fricción Interna (ϕ')	32.01	grados
Cohesión (c')	0.05	kgf/cm ²
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_1)	1.82	g/cm ³
Peso Unitario del Suelo de Cimentación (γ_{sat})	1.82	g/cm ³
Peso Unitario del agua (γ_w)	1.00	g/cm ³
Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación	6.00	m
Profundidad de Desplante (Df)	2.00	m
Profundidad del nivel freático (N.F)	0.00	m
Factor de Seguridad (F.S.assume 3.0)	3.00	
Clasificación SUCS del suelo de cimentación	SW	

Caso III: Sin nivel freático o con NF tal que, $d \geq B$



FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

N'_c	=	21.17 *	N_c	=	44.08 **
N'_q	=	9.83 *	N_q	=	28.56 **
N'_γ	=	5.52 *	N_γ	=	26.92 **

*Para falla por corte local. Valores obtenidos de la tabla 3.2, Factores de capacidad de carga de Terzaghi; pag.160 - Cap. tres - Principios de ingeniería de cimentaciones, Braja M. Das - 4ta Edición.

* Para falla por corte general. Valores obtenidos de la tabla 3.1, Factores de capacidad de carga de Terzaghi; pag.158 - Cap. tres - Principios de ingeniería de cimentaciones, Braja M. Das - 4ta Edición.

CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE (CASO III)

TIPO DE FALLA: FALLA POR CORTE LOCAL EN SUELO

TIPO DE FALLA: FALLA POR CORTE GENERAL EN SUELO

1. PARA CIMIENTO CONTINUO (B/L=0.1)

Prof.	Ancho	$2/3*c'*N_c$	$q'*N_q$	$0.5*\gamma*B*N_\gamma$	$q_u = 2/3*c'*N_c + q'*N_q + \gamma$	qadm (kg/cm ²)
Df	B	c		γ		
2.00	6.00	0.71	3.58	3.01	7.30	2.43

1. PARA CIMIENTO CONTINUO (B/L=0.1)

Prof.	Ancho	$c'*N_c$	$q'*N_q$	$0.5*\gamma*B*N_\gamma$	$q_u = c'*N_c + q'*N_q + \gamma$	qadm
Df	B			γ		
2.00	6.00	2.20	10.39	14.70	27.30	9.10

Anexo J. Diseño de muro de contención en voladizo

DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN

I. INGRESO DE DATOS

1.1. Propiedades de los Materiales

Variables

Resultados

$$\gamma_s := 2.00 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^3}$$

Peso específico material de relleno

$$\gamma_c := 2.50 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^3}$$

Peso específico material de muro de contención

$$\phi := 32 \text{ deg}$$

Angulo de fricción interna material de relleno

$$\mu := 0.60$$

Coefficiente de fricción zapata – suelo de fundación

$$\sigma_t := 2.43 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Capacidad portante del suelo de fundación

1.2. Geometría de Muro

$$H := 10.0 \text{ m}$$

$$b_1 := 1.50 \text{ m}$$

$$b_3 := 4.50 \text{ m}$$

$$t_1 := 0.50 \text{ m}$$

$$t_2 := 0.50 \text{ m}$$

$$t_3 := 0.0 \text{ m}$$

$$h_1 := 1.0 \text{ m}$$

$$h_3 := 0.50 \text{ m}$$

$$W := 1.00 \text{ m}$$

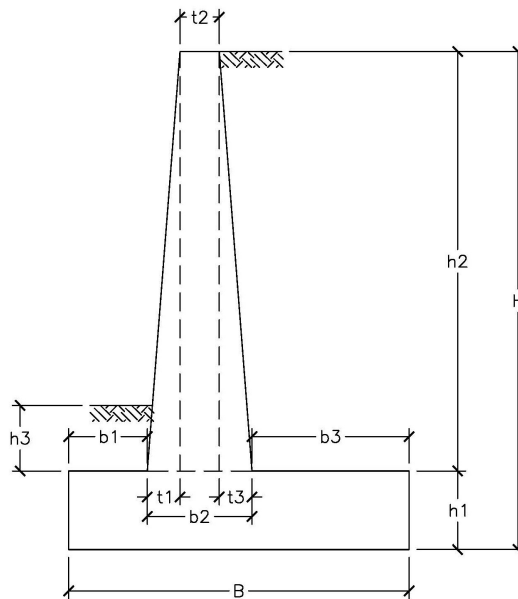
$$b_2 := t_1 + t_2 + t_3 = 1 \text{ m}$$

$$h_{sk} := 0.45 \text{ m}$$

$$h_2 := H - h_1 = 9 \text{ m}$$

$$B := b_1 + b_2 + b_3 = 7 \text{ m}$$

$$\frac{B}{H} = 0.7$$



1.3. Cargas

$$q_{sc} := 1.20 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

Sobre carga sobre relleno de muro

$$p_{barrera} := 0.60 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}}$$

Peso barrera de concreto por metro

1.4. Parámetros Sísmicos

$$PGA := 0.25$$

Coefficiente de aceleración del terreno

$$F_{pga} := 1.20$$

Factor de sitio

1.5. Parámetros de diseño en concreto armado

$$f'_c := 210 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Resistencia a la compresión del concreto

$$f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo

II. VERIFICACIONES DE ESTABILIDAD ESTÁTICA

2.1. Presión activa de tierra

$$K_a := \tan\left(45^\circ - \frac{\phi}{2}\right)^2 = 0.307 \quad z := 0, 0.1 \text{ m} \dots H$$

$$\sigma_a(z) := \gamma_s \cdot z \cdot K_a \quad \text{Presión activa a una profundidad (z)}$$

$$E_a(z) := \frac{1}{2} \sigma_a(z) \cdot z \cdot W \quad \text{Empuje activo resultante a una profundidad (z)}$$

$$M_a(z) := E_a(z) \cdot \frac{z}{3} \quad \text{Momento activo resultante a una profundidad (z)}$$

2.2. Presión horizontal debido a sobre carga

$$\sigma_{h.sc}(z) := q_{sc} \cdot K_a \quad \text{Presión horizontal por sobre carga una profundidad (z)}$$

$$E_{h.sc}(z) := \sigma_{h.sc}(z) \cdot z \cdot W \quad \text{Empuje horizontal por sobre carga a una profundidad (z)}$$

$$M_{h.sc}(z) := E_{h.sc}(z) \cdot \frac{z}{2} \quad \text{Momento por sobre carga a una profundidad (z)}$$

2.3. Presión pasiva de tierra

$$K_p := \tan\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right)^2 = 3.255$$

Presión pasiva a una profundidad (z)

$$\sigma_p(z) := \text{if}(z \leq H - (h_1 + h_3), 0 \text{ Pa}, \gamma_s \cdot (z - (H - (h_1 + h_3))) \cdot K_p)$$

Empuje pasivo resultante a una profundidad (z)

$$E_p(z) := \text{if}\left(z \leq H - (h_1 + h_3), 0 \text{ N}, \frac{1}{2} \sigma_p(z) \cdot (z - (H - (h_1 + h_3))) \cdot W\right)$$

Momento pasivo resultante a una profundidad (z)

$$M_p(z) := \text{if}\left(z \leq H - (h_1 + h_3), 0 \text{ N} \cdot \text{m}, E_p(z) \cdot \frac{(z - (H - (h_1 + h_3)))}{3}\right)$$

2.4. Resultados a una profundidad H:

Presión activa de tierra

$$\sigma_a(H) = 6.071 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$E_a(H) = 30.726 \text{ tonnef}$$

$$M_a(H) = 102.42 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Presión horizontal debido a sobre carga

$$\sigma_{h.sc}(H) = 0.365 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$E_{h.sc}(H) = 3.687 \text{ tonnef}$$

$$M_{h.sc}(H) = 18.436 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

Presión pasiva de tierra

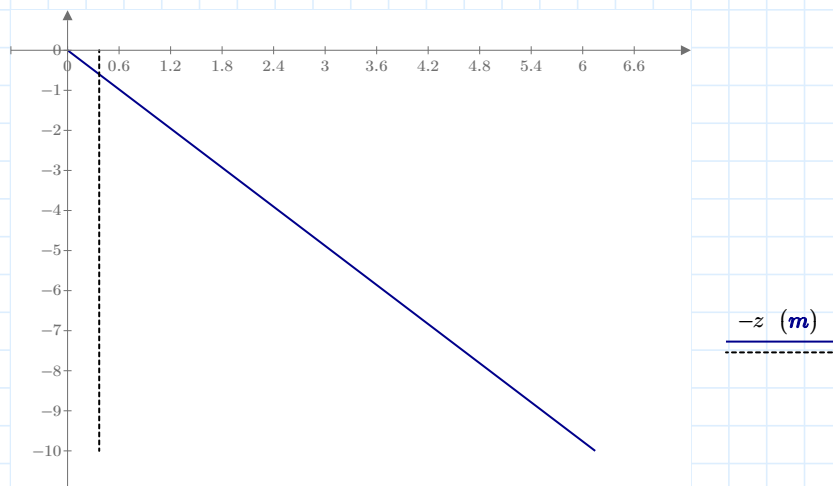
$$\sigma_p(H) = 9.647 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

$$E_p(H) = 7.323 \text{ tonnef}$$

$$M_p(H) = 3.661 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

2.5. Diagramas

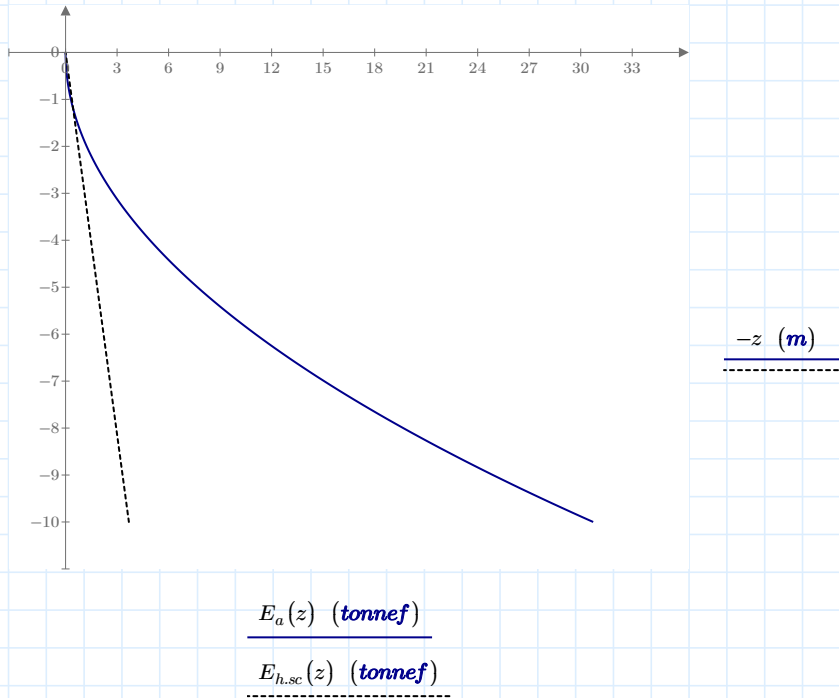
Esfuerzos Horizontales vs Profundidad (z)



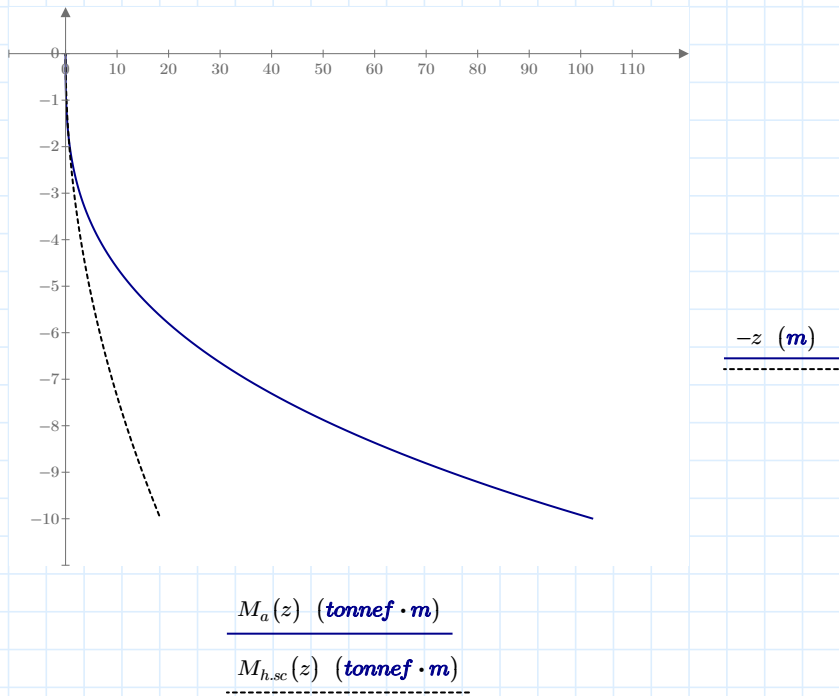
$$\sigma_a(z) \left(\frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2} \right)$$

$$\sigma_{h.sc}(z) \left(\frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2} \right)$$

Fuerzas Resultantes vs Profundidad (z)



Momentos Resultantes vs Profundidad (z)



2.6. Calculo de pesos y ubicación de centro de gravedad de muro y relleno

ORIGIN := 1

$$Coord.M := \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ B & 0 \\ B & h_1 \\ b_1 + b_2 & h_1 \\ b_1 + t_1 + t_2 & H \\ b_1 + t_1 & H \\ b_1 & h_1 \\ 0 & h_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 7 & 0 \\ 7 & 1 \\ 2.5 & 1 \\ 2.5 & 10 \\ 2 & 10 \\ 1.5 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \text{ m}$$

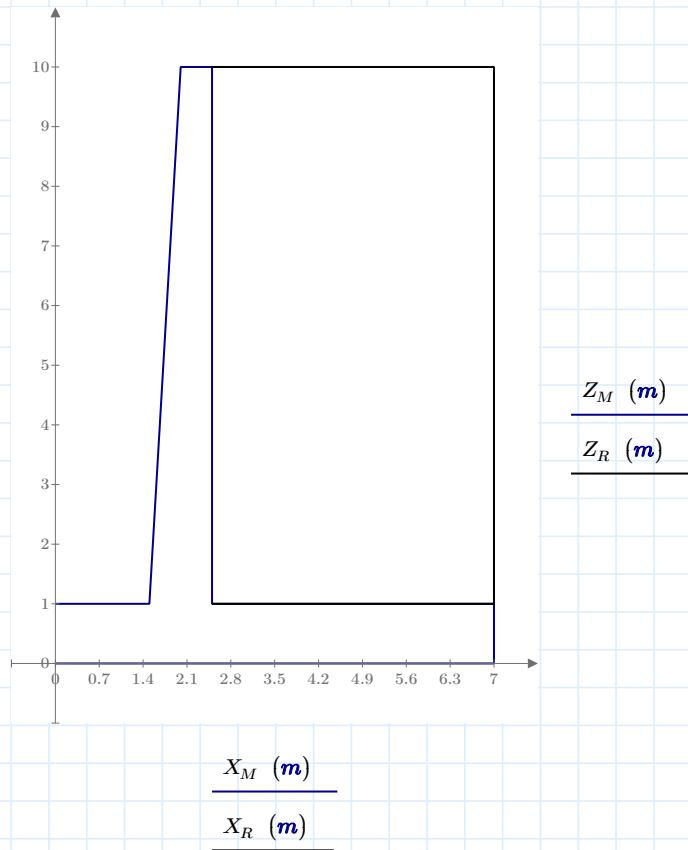
$$Coord.R := \begin{bmatrix} b_1 + b_2 & h_1 \\ B & h_1 \\ B & H \\ b_1 + t_1 + t_2 & H \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2.5 & 1 \\ 7 & 1 \\ 7 & 10 \\ 2.5 & 10 \end{bmatrix} \text{ m}$$

$$X_M := \text{submatrix}(Coord.M, 1, 8, 1, 1) = \begin{bmatrix} 0 \\ 7 \\ 7 \\ 2.5 \\ 2.5 \\ 2 \\ 1.5 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ m}$$

$$Z_M := \text{submatrix}(Coord.M, 1, 8, 2, 2) = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \\ 10 \\ 10 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} \text{ m}$$

$$X_R := \text{submatrix}(Coord.R, 1, 4, 1, 1) = \begin{bmatrix} 2.5 \\ 7 \\ 7 \\ 2.5 \end{bmatrix} \text{ m}$$

$$Z_R := \text{submatrix}(Coord.R, 1, 4, 2, 2) = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 10 \\ 10 \end{bmatrix} \text{ m}$$



$$\begin{aligned}
 \text{Muro} := & \left\| \begin{array}{l}
 m1 \leftarrow \text{Coord.M} \\
 m1_{\text{rows}(\text{Coord.M})+1,1} \leftarrow \text{Coord.M}_{1,1} \\
 m1_{\text{rows}(\text{Coord.M})+1,2} \leftarrow \text{Coord.M}_{1,2} \\
 \text{for } k \in 1 \dots \text{rows}(\text{Coord.M}) \\
 \left\| \begin{array}{l}
 m2_k \leftarrow \frac{m1_{k,1} \cdot m1_{k+1,2} - m1_{k+1,1} \cdot m1_{k,2}}{2} \\
 m3_k \leftarrow (m1_{k,1} + m1_{k+1,1}) \cdot (m1_{k,1} \cdot m1_{k+1,2} - m1_{k+1,1} \cdot m1_{k,2}) \\
 m4_k \leftarrow (m1_{k,2} + m1_{k+1,2}) \cdot (m1_{k,1} \cdot m1_{k+1,2} - m1_{k+1,1} \cdot m1_{k,2})
 \end{array} \right. \\
 \text{area} \leftarrow \sum(m2) \\
 cx \leftarrow \frac{1}{6 \cdot \text{area}} \cdot \sum(m3) \\
 cz \leftarrow \frac{1}{6 \cdot \text{area}} \cdot \sum(m4) \\
 R_1 \leftarrow \text{area} \\
 R_2 \leftarrow cx \\
 R_3 \leftarrow cz \\
 R
 \end{array} \right. = \begin{bmatrix} 13.75 \text{ m}^2 \\ 2.818 \text{ m} \\ 2.709 \text{ m} \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Relleno} := & \left\| \begin{array}{l}
 m1 \leftarrow \text{Coord.R} \\
 m1_{\text{rows}(\text{Coord.R})+1,1} \leftarrow \text{Coord.R}_{1,1} \\
 m1_{\text{rows}(\text{Coord.R})+1,2} \leftarrow \text{Coord.R}_{1,2} \\
 \text{for } k \in 1 \dots \text{rows}(\text{Coord.R}) \\
 \left\| \begin{array}{l}
 m2_k \leftarrow \frac{m1_{k,1} \cdot m1_{k+1,2} - m1_{k+1,1} \cdot m1_{k,2}}{2} \\
 m3_k \leftarrow (m1_{k,1} + m1_{k+1,1}) \cdot (m1_{k,1} \cdot m1_{k+1,2} - m1_{k+1,1} \cdot m1_{k,2}) \\
 m4_k \leftarrow (m1_{k,2} + m1_{k+1,2}) \cdot (m1_{k,1} \cdot m1_{k+1,2} - m1_{k+1,1} \cdot m1_{k,2})
 \end{array} \right. \\
 \text{area} \leftarrow \sum(m2) \\
 cx \leftarrow \frac{1}{6 \cdot \text{area}} \cdot \sum(m3) \\
 cz \leftarrow \frac{1}{6 \cdot \text{area}} \cdot \sum(m4) \\
 R_1 \leftarrow \text{area} \\
 R_2 \leftarrow cx \\
 R_3 \leftarrow cz \\
 R
 \end{array} \right. = \begin{bmatrix} 40.5 \text{ m}^2 \\ 4.75 \text{ m} \\ 5.5 \text{ m} \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

$$A_M := \text{Muro}_1 = 13.75 \text{ m}^2$$

$$A_R := \text{Relleno}_1 = 40.5 \text{ m}^2$$

$$X_{cg,M} := \text{Muro}_2 = 2.818 \text{ m}$$

$$X_{cg,R} := \text{Relleno}_2 = 4.75 \text{ m}$$

$$Z_{cg,M} := \text{Muro}_3 = 2.709 \text{ m}$$

$$Z_{cg,R} := \text{Relleno}_3 = 5.5 \text{ m}$$

2.7. Verificación por Deslizamiento

$$P_{muro} := \gamma_c \cdot A_M \cdot W = 34.375 \text{ tonnef}$$

$$P_{relleno} := \gamma_s \cdot A_R \cdot W = 81 \text{ tonnef}$$

$$P_{barrera} := p_{barrera} \cdot W = 0.6 \text{ tonnef}$$

$$P_{normal} := P_{muro} + P_{relleno} + P_{barrera} = 115.975 \text{ tonnef}$$

$$E_h := E_a(H) + E_{h.sc}(H) = 34.413 \text{ tonnef}$$

$$E_{p.toe} := \frac{1}{2} \cdot \gamma_s \cdot (h_1 + h_{sk})^2 \cdot K_p \cdot W = 6.843 \text{ tonnef}$$

$$FS_{sliding} := \frac{P_{normal} \cdot \mu + E_{p.toe}}{E_h} = 2.221 \quad \text{if } (FS_{sliding} \geq 1.50, \text{ "OK", "Revisar"}) = \text{ "OK"}$$

2.8. Verificación por Volteo

$$M_{muro} := P_{muro} \cdot X_{cg.M} = 96.875 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$M_{relleno} := P_{relleno} \cdot X_{cg.R} = 384.75 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$M_{barrera} := P_{barrera} \cdot \left(b_1 + t_1 + \frac{t_2}{2} \right) = 1.35 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$M_r := M_{muro} + M_{relleno} + M_{barrera} = 482.975 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$M_v := M_a(H) + M_{h.sc}(H) = 120.855 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$FS_{overturning} := \frac{M_r}{M_v} = 3.996 \quad \text{if } (FS_{overturning} \geq 2.00, \text{ "OK", "Revisar"}) = \text{ "OK"}$$

2.8. Verificación por Capacidad Portante

2.8.1 Fuerzas transmitidas al nivel de la cimentación

(*) Nota: Se suma la contribución del peso del relleno delantero y el peso de la SC.

$$P_{relleno.d} := \gamma_s \cdot b_1 \cdot h_3 \cdot W = 1.5 \text{ tonnef}$$

$$P_{v.sc} := q_{sc} \cdot (t_3 + b_3) \cdot W = 5.4 \text{ tonnef}$$

$$P_{footing} := P_{normal} + P_{relleno.d} + P_{v.sc} = 122.875 \text{ tonnef}$$

$$M_R := M_r + P_{relleno.d} \cdot \frac{b_1}{2} + P_{v.sc} \cdot \left(b_1 + t_1 + t_2 + \frac{t_3 + b_3}{2} \right) = 509.75 \text{ tonnef} \cdot m$$

$$e_{footing} := \frac{B}{2} - \frac{M_R - M_v}{P_{footing}} = 0.335 \text{ m}$$

$$\frac{B}{6} = 1.167 \text{ m}$$

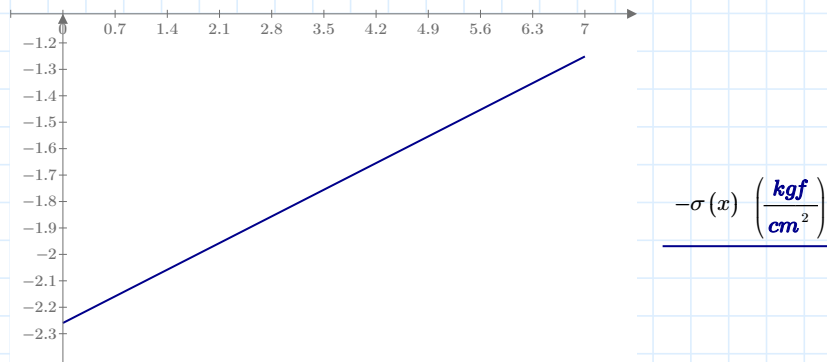
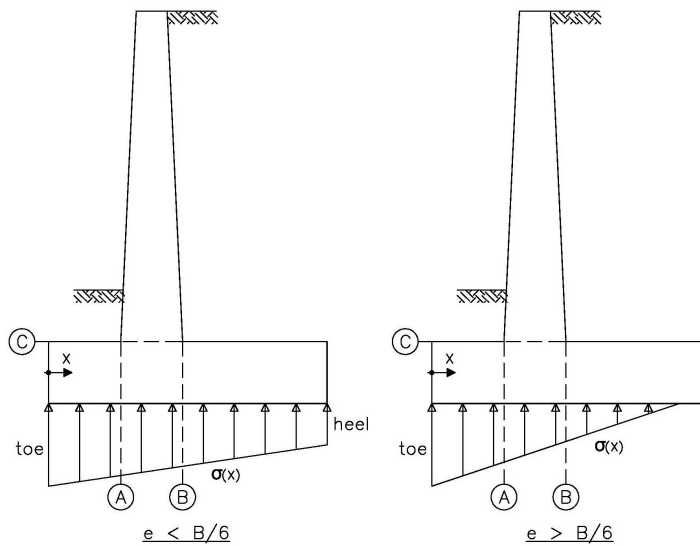
2.8.2 Distribución de presiones a lo largo de la zapata

$$\sigma_{toe} := \frac{P_{footing}}{B \cdot W} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot e_{footing}}{B} \right) = 2.232 \frac{kgf}{cm^2}$$

$$\sigma_{heel} := \frac{P_{footing}}{B \cdot W} \cdot \left(1 - \frac{6 \cdot e_{footing}}{B} \right) = 1.236 \frac{kgf}{cm^2}$$

$$x := 0 \text{ m}, 0.1 \text{ m} \dots B$$

$$\sigma(x) := \begin{cases} \text{if } |e_{footing}| \leq \frac{B}{6} \\ \left| \sigma_{toe} - \frac{(\sigma_{toe} - \sigma_{heel})}{B} \cdot x \right| \\ \text{else if } x \leq 3 \cdot \left(\frac{B}{2} - e_{footing} \right) \\ \frac{2 \cdot P_{footing}}{3 \cdot W \cdot \left(\frac{B}{2} - e_{footing} \right)} - \frac{2 \cdot P_{footing}}{9 \cdot W \cdot \left(\frac{B}{2} - e_{footing} \right)^2} x \\ \text{else} \\ 0 \frac{kgf}{cm^2} \end{cases}$$



Esfuerzo en Punta (toe)

$$x \text{ (m)}$$

Esfuerzo en Talón (heel)

$$\sigma(0 \text{ m}) = 2.232 \frac{kgf}{cm^2}$$

$$\sigma(B) = 1.236 \frac{kgf}{cm^2}$$

if $(\sigma(0 \text{ m}) \leq \sigma_t, \text{"OK"}, \text{"Revisar"}) = \text{"OK"}$

if $(\sigma(B) \leq \sigma_t, \text{"OK"}, \text{"Revisar"}) = \text{"OK"}$

III. VERIFICACIONES DE ESTABILIDAD AASHTO-LRFD

3.1. ESTADO LIMITE DE RESISTENCIA

3.1.1 Sliding

$$\varphi_r := 0.80$$

$$\varphi_p := 0.50$$

$$P_{normal.R} := 0.90 P_{muro} + 1.00 P_{relleno} + 1.00 P_{relleno.d} + 0.65 P_{barrera} = 113.828 \text{ tonnef}$$

$$E_{h.R} := 1.50 E_a(H) + 1.75 E_{h.sc}(H) = 52.541 \text{ tonnef}$$

$$E_{p.toe} := \frac{1}{2} \cdot \gamma_s \cdot (h_3 + h_1 + h_{sk})^2 \cdot K_p \cdot W = 12.376 \text{ tonnef}$$

$$R_r := P_{normal.R} \cdot \mu = 68.297 \text{ tonnef}$$

$$\varphi R_n := \varphi_r \cdot R_r + \varphi_p \cdot E_{p.toe} = 60.825 \text{ tonnef}$$

$$Sliding.R := \text{if}(\varphi R_n \geq E_{h.R}, \text{"OK"}, \text{"Revisar"}) = \text{"OK"}$$

3.1.2 Eccentricity

$$M_{relleno.d} := P_{relleno.d} \cdot \frac{b_1}{2} = 1.125 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{r.R} := 0.90 M_{muro} + 1.00 M_{relleno} + 1.00 M_{relleno.d} + 0.65 M_{barrera} = 473.94 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{v.R} := 1.50 M_a(H) + 1.75 M_{h.sc}(H) = 185.891 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{neto} := M_{r.R} - M_{v.R} = 288.049 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$x_1 := \frac{M_{neto}}{P_{normal.R}} = 2.531 \text{ m}$$

$$e.R := \frac{B}{2} - x_1 = 0.969 \text{ m}$$

$$\frac{B}{4} = 1.75 \text{ m}$$

$$Eccentricity.R := \text{if}\left(\frac{B}{4} \geq e.R, \text{"OK"}, \text{"Revisar"}\right) = \text{"OK"}$$

3.1.3 Bearing

$$\varphi_b := 0.45$$

$$P_{v.sc} = 5.4 \text{ tonnef}$$

$$M_{v.sc} := P_{v.sc} \cdot \left(b_1 + t_1 + t_2 + \frac{t_3 + b_3}{2} \right) = 25.65 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$P_{normal.R.b} := 1.25 P_{muro} + 1.35 P_{relleno} + 1.35 P_{relleno.d} + 1.50 P_{barrera} + 1.75 P_{v.sc} = 164.694 \text{ tonnef}$$

$$M_{r.R.b} := 1.25 M_{muro} + 1.35 M_{relleno} + 1.35 M_{relleno.d} + 1.50 M_{barrera} + 1.75 M_{v.sc} = 688.938 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{neto.b} := M_{r.R.b} - M_{v.R} = 503.046 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$x_{1.b} := \frac{M_{neto.b}}{P_{normal.R.b}} = 3.054 \text{ m}$$

$$e_{R.b} := \frac{B}{2} - x_{1.b} = 0.446 \text{ m}$$

$$\sigma_{max} := \frac{P_{normal.R.b}}{(B - 2 e_{R.b}) \cdot W} = 2.696 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$FS := 3.00$$

$$q_n := FS \cdot \sigma_t = 7.5 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\varphi_b \cdot q_n = 3.375 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{Bearing.R} := \text{if} (\varphi_b \cdot q_n \geq \sigma_{max}, \text{"OK"}, \text{"Revisar"}) = \text{"OK"}$$

III. VERIFICACIONES DE ESTABILIDAD SÍSMICA

3.1. Presión de tierra activa sísmica – Mononobe Okabe

$$k_{ho} := F_{pga} \cdot PGA = 0.3 \quad \text{Coeficiente de aceleración sísmico horizontal (sin desplazamiento)}$$

$$k_h := 0.50 \cdot k_{ho} = 0.15 \quad \text{Coeficiente de aceleración sísmico horizontal}$$

$$k_v := 0 \quad \text{Coeficiente de aceleración sísmico vertical}$$

$$\theta := \text{atan} \left(\frac{k_h}{1 - k_v} \right) = 8.531 \text{ deg} \quad \delta := 0 \text{ deg} \quad i := 0 \text{ deg} \quad \beta := 0 \text{ deg}$$

$$K_{ae} := \frac{\cos(\phi - \theta - \beta)^2}{\cos(\theta) \cdot \cos(\beta)^2 \cdot \cos(\delta + \beta + \theta)} \cdot \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \theta - i)}{\cos(\delta + \beta + \theta) \cdot \cos(i - \beta)}} \right)^{-2} = 0.403$$

$$E_{AE} := \frac{1}{2} \cdot \gamma_s \cdot H^2 \cdot W \cdot (1 - k_v) \cdot K_{ae} = 40.252 \text{ tonnef}$$

$$E_a(H) = 30.726 \text{ tonnef}$$

3.2. Verificación por Deslizamiento

$$P_{normal.EQ} := P_{muro} + P_{relleno} + P_{barrera} + P_{relleno.d} = 117.475 \text{ tonnef} \quad P_{IR} := k_h \cdot (P_{muro} + P_{relleno}) = 17.306 \text{ tonnef}$$

$$E_{AE} + 0.50 \cdot P_{IR} = 48.906 \text{ tonnef} \quad \max(0.50 \cdot E_{AE}, E_a(H)) + P_{IR} = 48.032 \text{ tonnef}$$

$$E_{h.EQ} := \max(E_{AE} + 0.50 \cdot P_{IR}, \max(0.50 \cdot E_{AE}, E_a(H)) + P_{IR}) = 48.906 \text{ tonnef}$$

$$E_{p.toe} := \frac{1}{2} \cdot \gamma_s \cdot (h_1 + h_3 + h_{sk})^2 \cdot K_p \cdot W = 12.376 \text{ tonnef}$$

$$FS_{sliding.EQ} := \frac{P_{normal.EQ} \cdot \mu + E_{p.toe}}{E_{h.EQ}} = 1.694 \quad \text{if } (FS_{sliding.EQ} \geq 0.75 \cdot 1.50, \text{ "OK", "Revisar"}) = \text{ "OK"}$$

3.3. Verificación por Volteo

$$M_{relleno.d} := P_{relleno.d} \cdot \frac{b_1}{2} = 1.125 \text{ tonnef} \cdot \text{m} \quad M_{r.EQ} := M_{muro} + M_{relleno} + M_{barrera} + M_{relleno.d} = 484.1 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$\Delta E_{AE} := E_{AE} - E_a(H) = 9.527 \text{ tonnef} \quad M_{IR} := k_h \cdot (P_{muro} \cdot Z_{cg.M} + P_{relleno} \cdot Z_{cg.R}) = 80.794 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{AE} := \Delta E_{AE} \cdot (0.60 H) + M_a(H) = 159.579 \text{ m} \cdot \text{tonnef}$$

$$M_{AE} + 0.50 \cdot M_{IR} = 199.976 \text{ tonnef} \cdot \text{m} \quad \max(0.50 \cdot M_{AE}, M_a(H)) + M_{IR} = 183.213 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$M_{v.EQ} := \max(M_{AE} + 0.50 \cdot M_{IR}, \max(0.50 \cdot M_{AE}, M_a(H)) + M_{IR}) = 199.976 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$$

$$FS_{overturning.EQ} := \frac{M_{r.EQ}}{M_{v.EQ}} = 2.421 \quad \text{if } (FS_{overturning.EQ} \geq 0.75 \cdot 2.00, \text{ "OK", "Revisar"}) = \text{ "OK"}$$

3.4. Verificación por Capacidad Portante

3.4.1 Fuerzas transmitidas al nivel de la cimentación

(*) Nota: Se suma la contribución del peso del relleno delantero.

$$P_{footing.EQ} := P_{normal.EQ} = 117.475 \text{ tonnef}$$

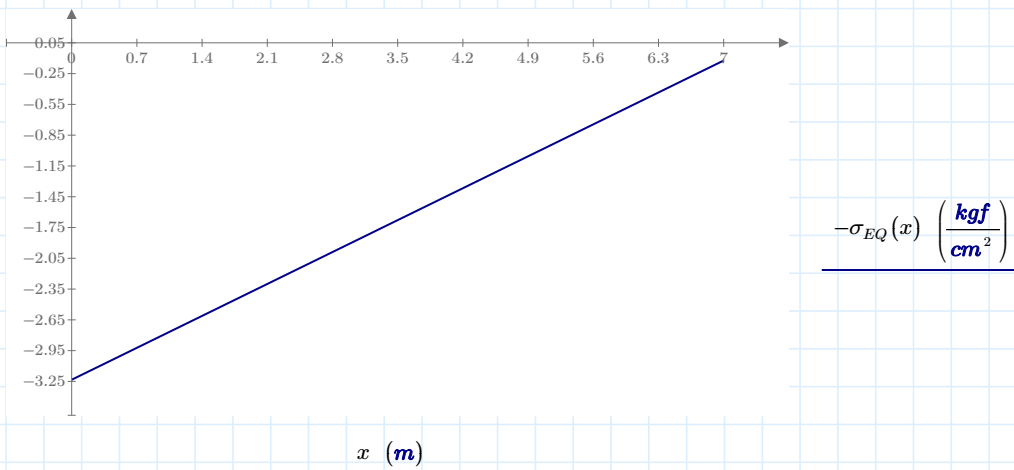
$$e_{footing.EQ} := \frac{B}{2} - \frac{M_{r.EQ} - M_{v.EQ}}{P_{footing.EQ}} = 1.081 \text{ m} \qquad \frac{B}{6} = 1.167 \text{ m}$$

2.8.2 Distribución de presiones a lo largo de la zapata

$$\sigma_{toe} := \frac{P_{footing.EQ}}{B \cdot W} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot e_{footing.EQ}}{B} \right) = 3.195 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \qquad \sigma_{heel} := \frac{P_{footing.EQ}}{B \cdot W} \cdot \left(1 - \frac{6 \cdot e_{footing.EQ}}{B} \right) = 0.122 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$x := 0 \text{ m}, 0.1 \text{ m} \dots B$$

$$\sigma_{EQ}(x) := \begin{cases} \text{if } |e_{footing.EQ}| \leq \frac{B}{6} \\ \qquad \left| \sigma_{toe} - \frac{(\sigma_{toe} - \sigma_{heel})}{B} \cdot x \right. \\ \text{else if } x \leq 3 \cdot \left(\frac{B}{2} - e_{footing.EQ} \right) \\ \qquad \left. \frac{2 \cdot P_{footing.EQ}}{3 \cdot W \cdot \left(\frac{B}{2} - e_{footing.EQ} \right)} - \frac{2 \cdot P_{footing.EQ}}{9 \cdot W \cdot \left(\frac{B}{2} - e_{footing.EQ} \right)^2} x \right. \\ \text{else} \\ \qquad \left. 0 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \right. \end{cases}$$



Esfuerzo en Punta (toe)

$$\sigma_{EQ}(0 \text{ m}) = 3.195 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

if $(\sigma_{EQ}(0 \text{ m}) \leq 1.30 \sigma_t, \text{“OK”}, \text{“Revisar”}) = \text{“OK”}$

Esfuerzo en Talón (heel)

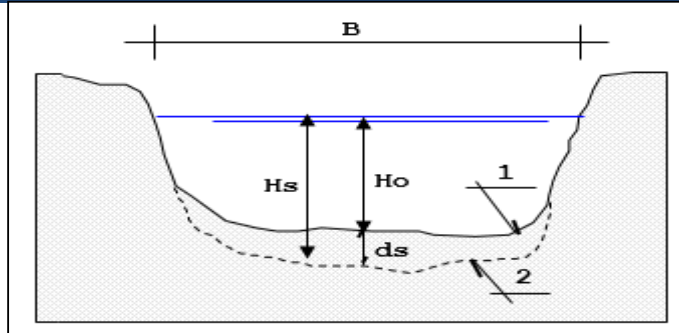
$$\sigma_{EQ}(B) = 0.122 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

if $(\sigma_{EQ}(B) \leq 1.30 \sigma_t, \text{“OK”}, \text{“Revisar”}) = \text{“OK”}$



CALCULO DE LA SOCAVACIÓN DEL MURO

1. Profundidad de socavación general



Nota: (Idrogo,2022)

El método de Lischtvan Levediev

Tal velocidad es mayor que la velocidad crítica de inicio de movimiento, por lo tanto, el método asume implícitamente condición de lecho vivo (MTC,2016).

a) Suelos Granulares

Método de Lischtvan – Levediev (1953)

$$H_s = \left[\frac{\alpha \times h^{5/3}}{0.68 \times \beta \times \mu \times D_m^{0.28}} \right]^{\frac{1}{1+x}}$$

Donde:

Hs – h: Profundidad de socavación (m)

h: Tirante de agua (m)

μ: Coeficiente de contracción. (cincidera 1 debido a que no ay obstrucciones en el cauce)

x: Exponente variable en función del diámetro medio de la partículadel lecho.
(Para un diametro medio de 50 mm se obtiene un valor de x de 0.28)

β: Coeficiente de frecuencia. (Para Tr: 500 años se concidera 1.05)

Dm: Diámetro característico del lecho (mm)

α: Coeficiente de sección dependiente de características hidráulicas.

$$\alpha = \frac{Q}{Be \times y_m^{5/3}}$$

Donde:

Ym: Tirante medio (m)

Be: Ancho efectivo (m)

Q: Caudal en (m3/s)



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RÍO CHOTANO:
PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023



CALCULO DE LA SOCAVACIÓN DEL MURO

β : Coeficiente de frecuencia

Coeficientes de frecuencia β .

Probabilidad Excedencia (%)	Periodo de Retorno (años)	β
0.1	1000.00	1.07
0.2	500.00	1.05
0.3	333.33	1.03
1	100.00	1
2	50.00	0.97
5	20.00	0.94
10	10.00	0.9
20	5.00	0.86
50	2.00	0.82
100	1.00	0.77

Fuente: (MTC, 2016)

x : En función del diámetro

Coeficientes "X" para suelos no cohesivos

dm (mm)	x	dm (mm)	x
0.05	0.43	40.00	0.30
0.15	0.42	60.00	0.29
0.50	0.41	90.00	0.28
1.00	0.40	140.00	0.27
1.50	0.39	190.00	0.26
2.50	0.38	250.00	0.25
4.00	0.37	310.00	0.24
6.00	0.36	370.00	0.23
8.00	0.35	450.00	0.22
10.00	0.34	570.00	0.21
15.00	0.33	750.00	0.20
20.00	0.32	1000.00	0.19
25.00	0.31		

Fuente: (MTC, 2016)

Tabla N° 02. Cálculo de Socavación según Lischvan Levediev

Parámetros Hidráulicos	Valor
Tiempo de Retorno	500.00
Q (m ³ /s)	1069.1
h (m)	8.0
Be(m)	27.0
Dm (mm)	50.0
Co. Contracción (μ)	1.0
μ	1.0
α	1.2
β	1.05
x	0.28
Hs (m)	9.79
Prof. Socav. (ds) (m)	1.79

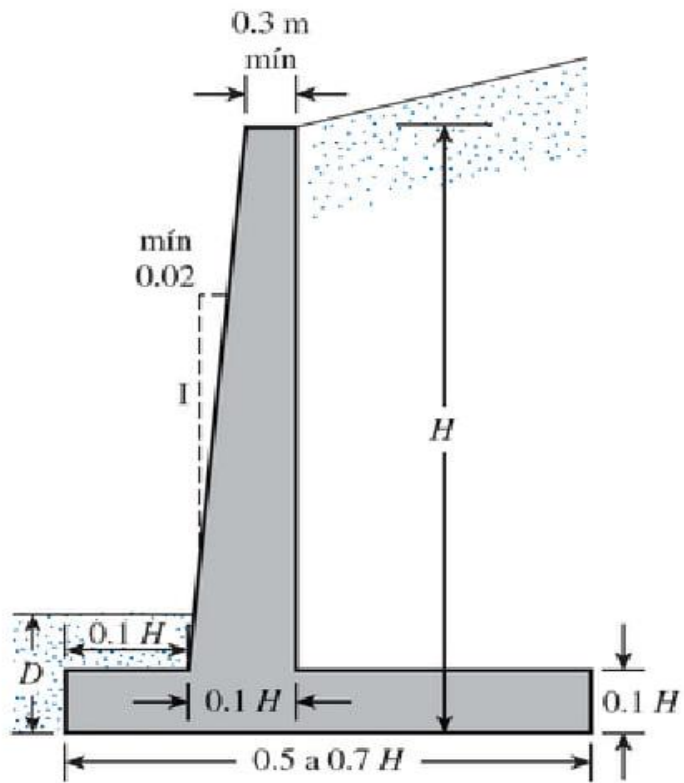


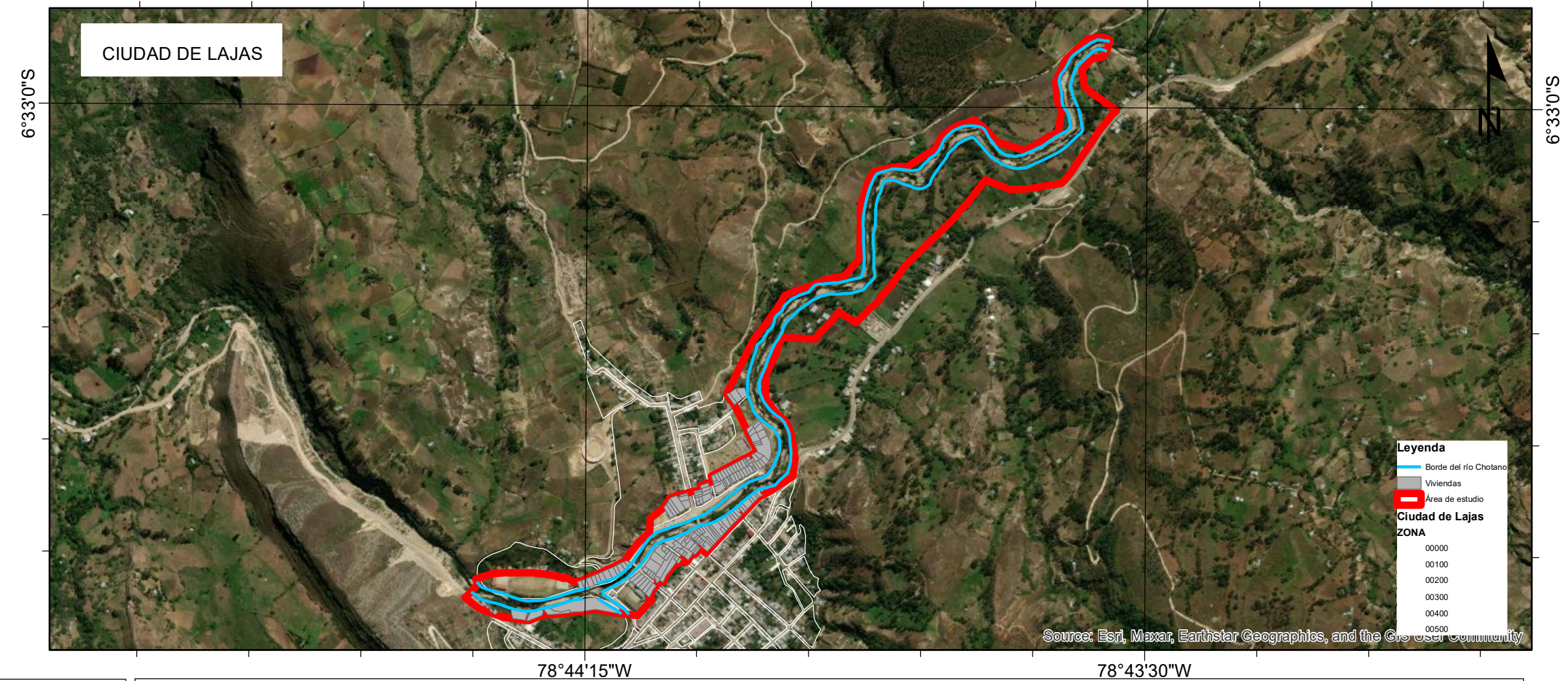
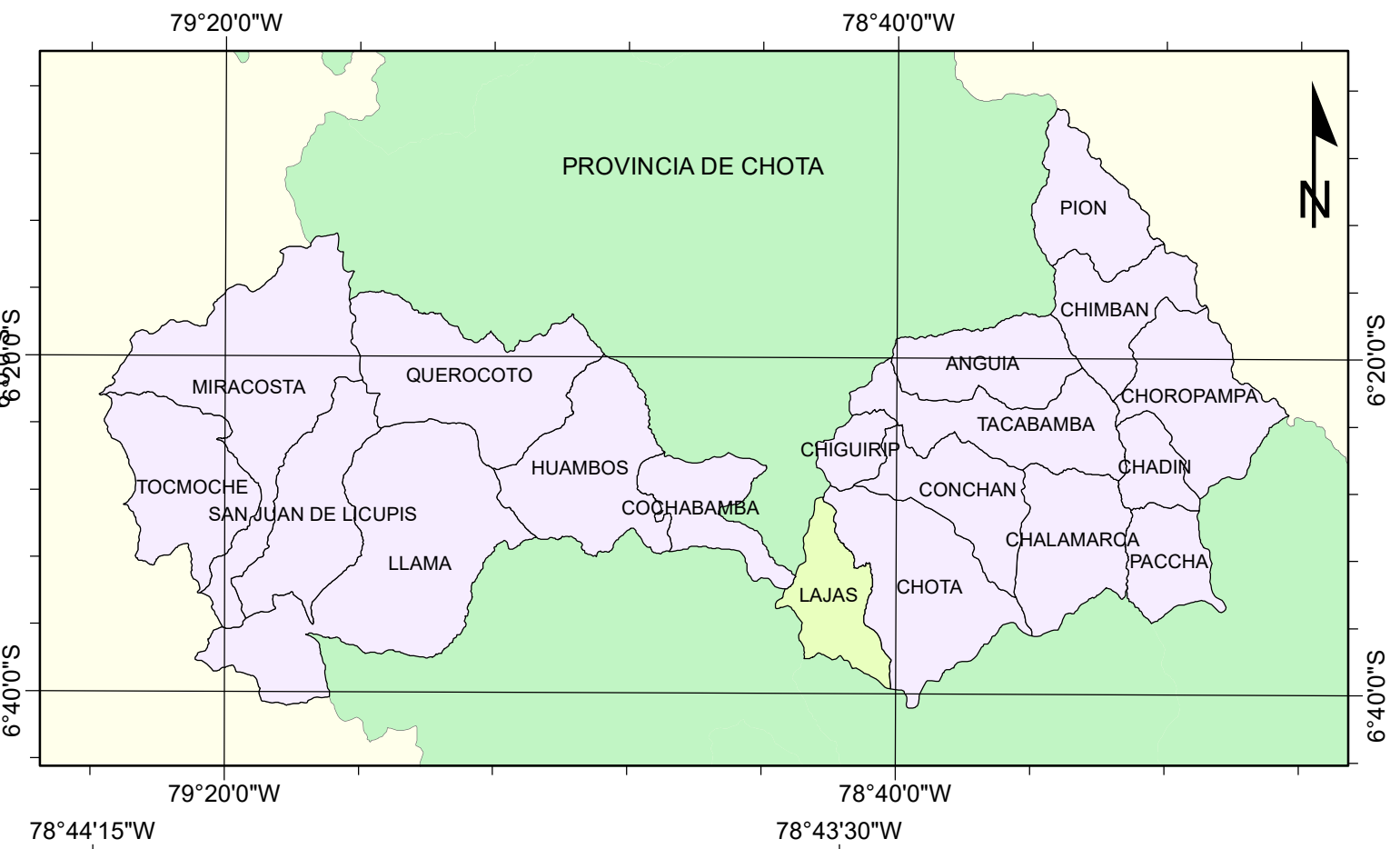
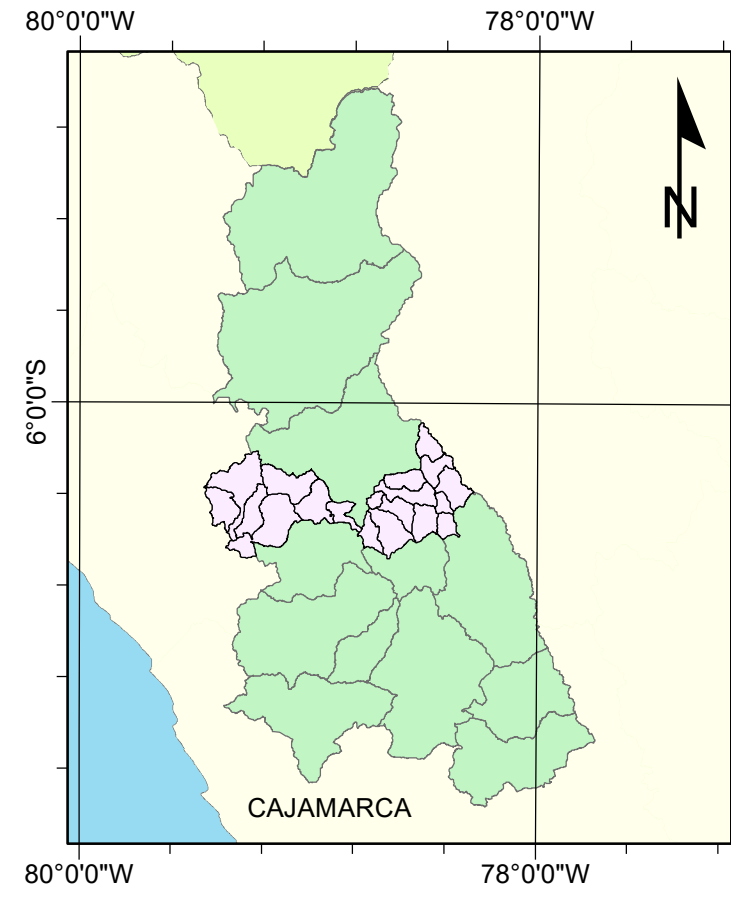
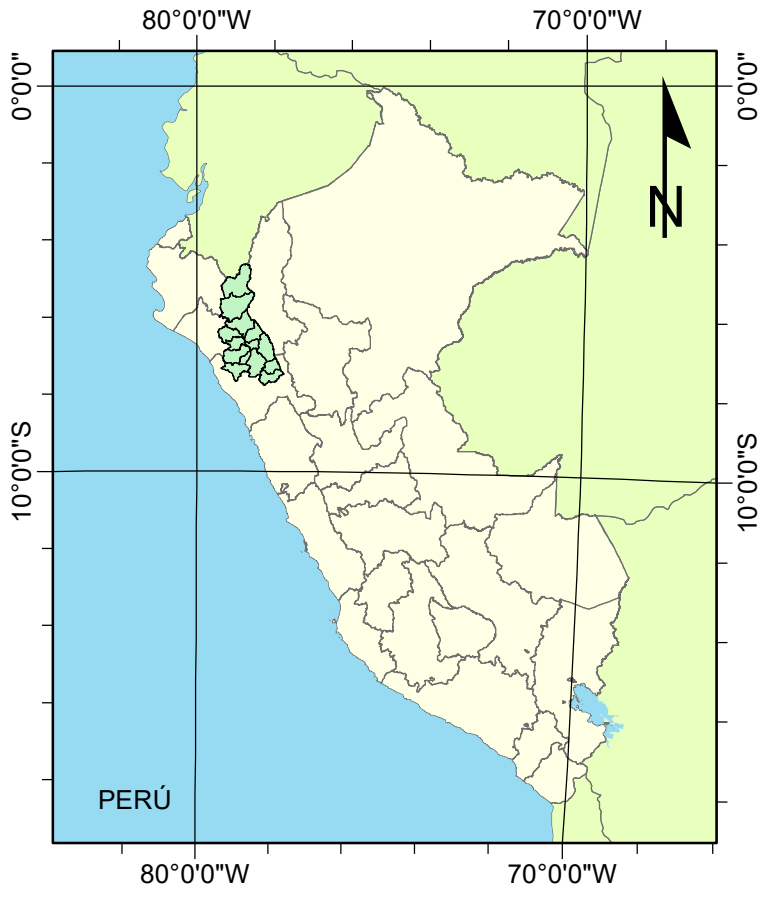
Figura 2. Dimensiones aproximadas para muros en voladizo

Tirante de agua	h	$=$	7.5	m
Borde libre	B	$=$	0.5	m
Superior	e	$=$	0.5	m
Altura	h	$=$	10	m
Base	$0.5xh$	$=$	5	
	a		7	m
	$0.7xh$	$=$	7	
Punta	$0.1xh$	$=$	1.5	asume
P inferior	$0.1xh$	$=$	1	2.5 m
Talon		$=$	4.5	m
Zapata	$0.1xh$	$=$	1	m
Socavación	DF	$=$	2	

Anexo K. Planos

- (1) Planos del área de estudio
- (2) Planos topográficos
- (3) Mapas de las cuencas hidrográficas
- (4) Mapa de estaciones meteorológicas
- (5) Plano de ubicación de calicatas
- (6) Mapas de inundación
- (7) Mapas de riesgo
- (8) Mapas de propuestas de contención

(1) Planos del área de estudio



MAPA DE UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO EN LAJAS

G1

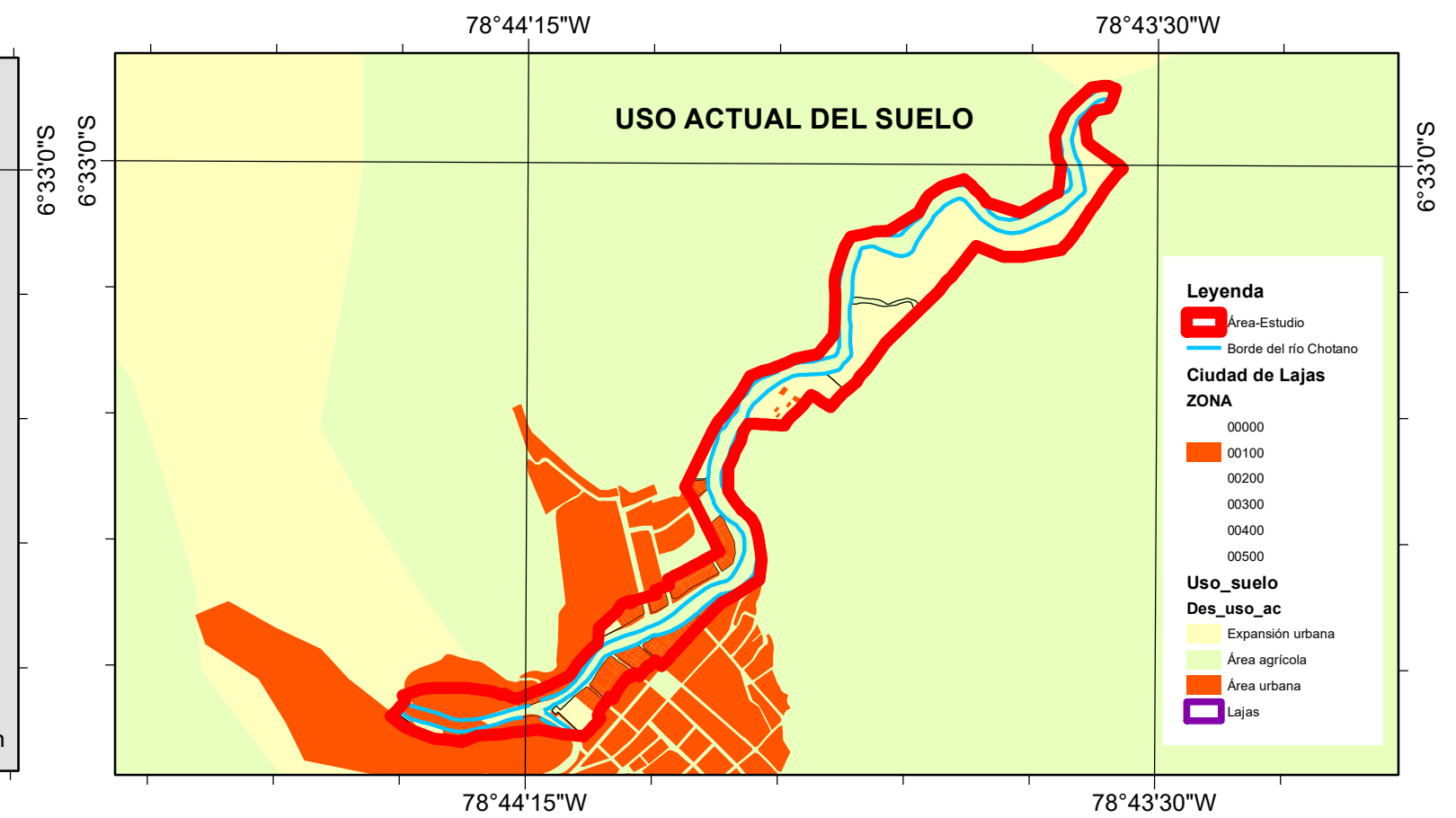
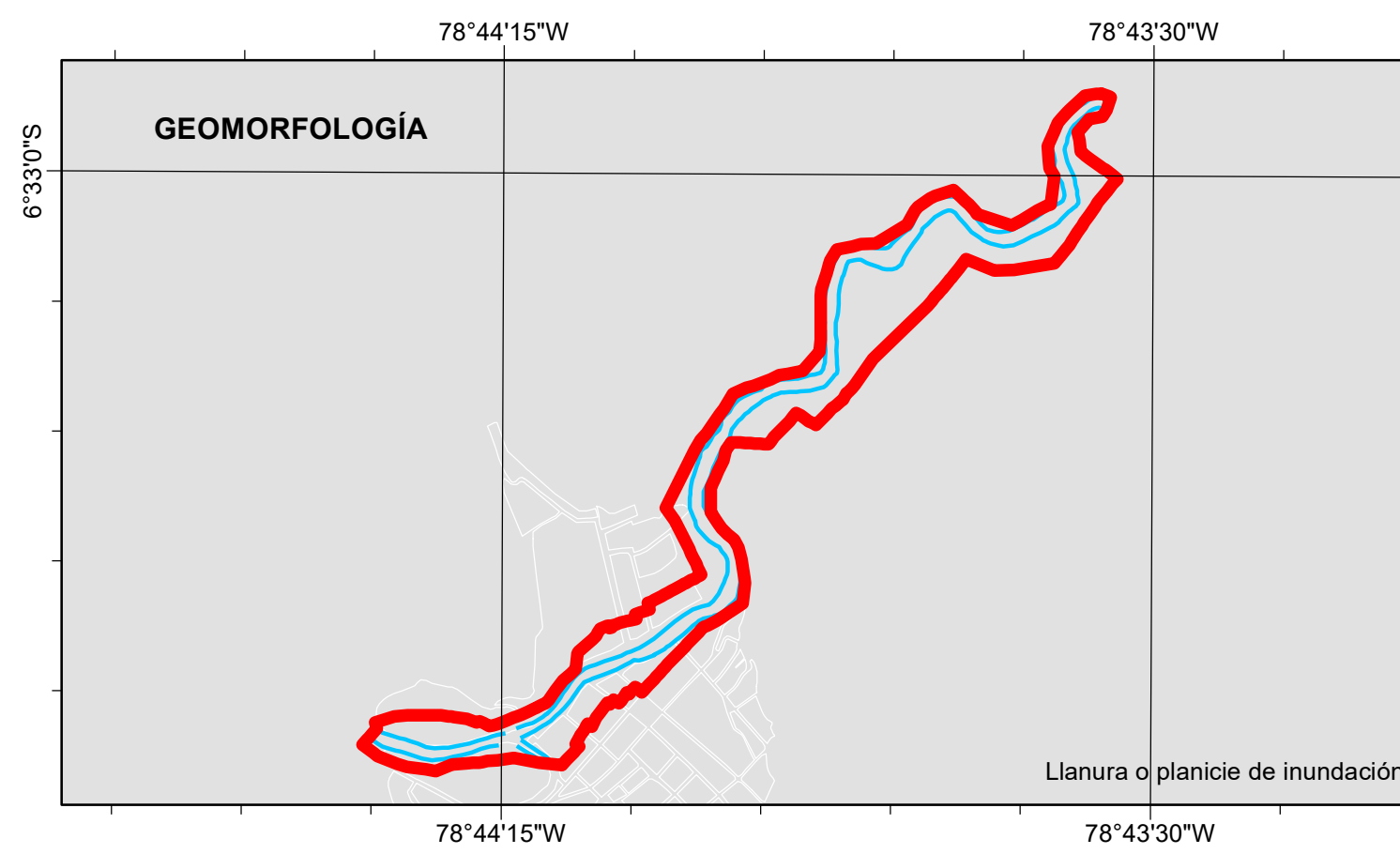
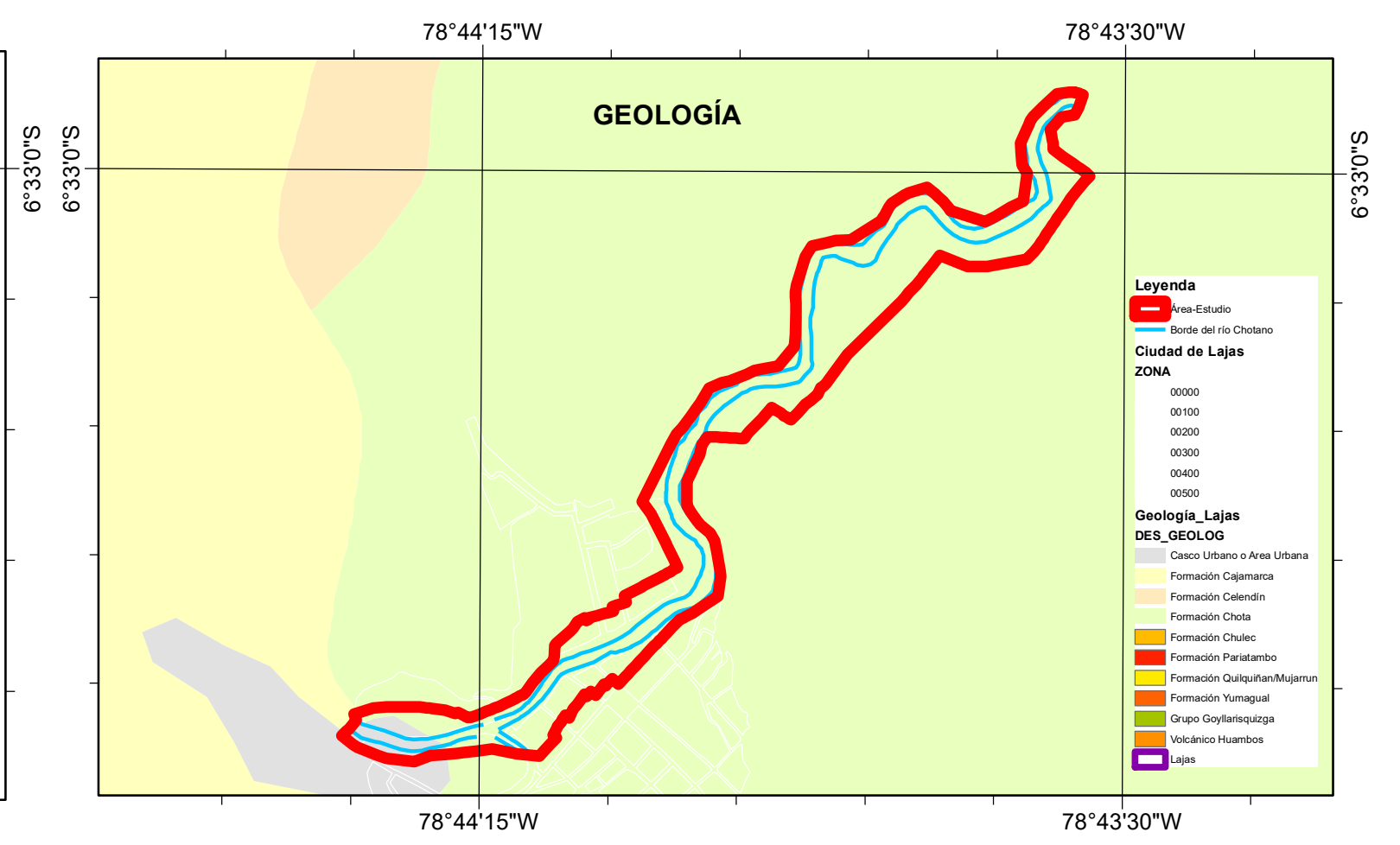
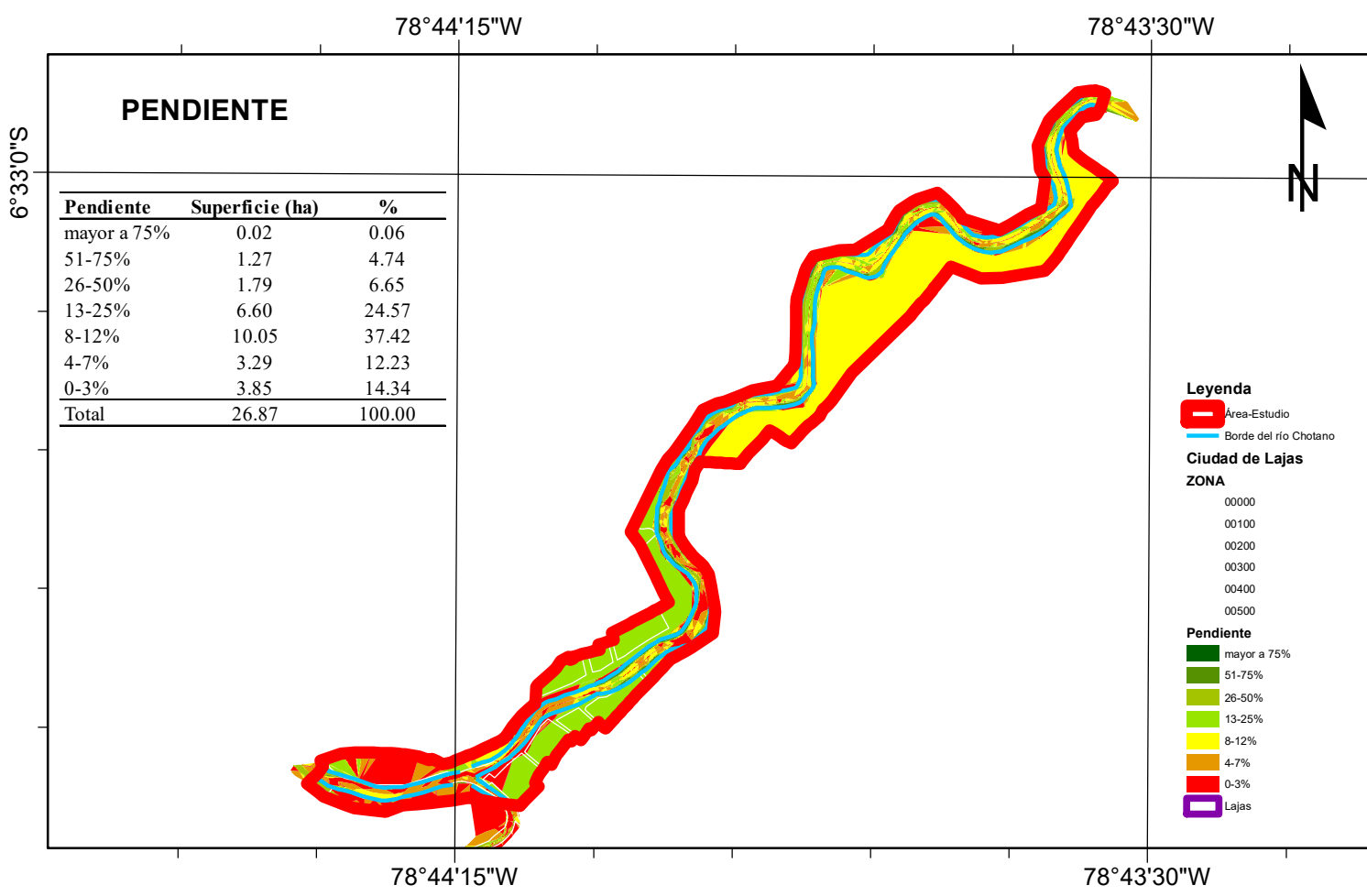
PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RÍO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023

TESISTAS
 WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
 CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO

ASESOR:
 Dr. Ing. LUIS ALBERTO ORBEGOSO NAVARRO

ESCALA: A3
 0 0.05 0.1 0.15 0.2 Miles

FECHA:
 21/08/23



**MAPA DE
CARACTERIZACIÓN
DEL ÁREA DE ESTUDIO
EN LAJAS**

G2

PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RÍO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023

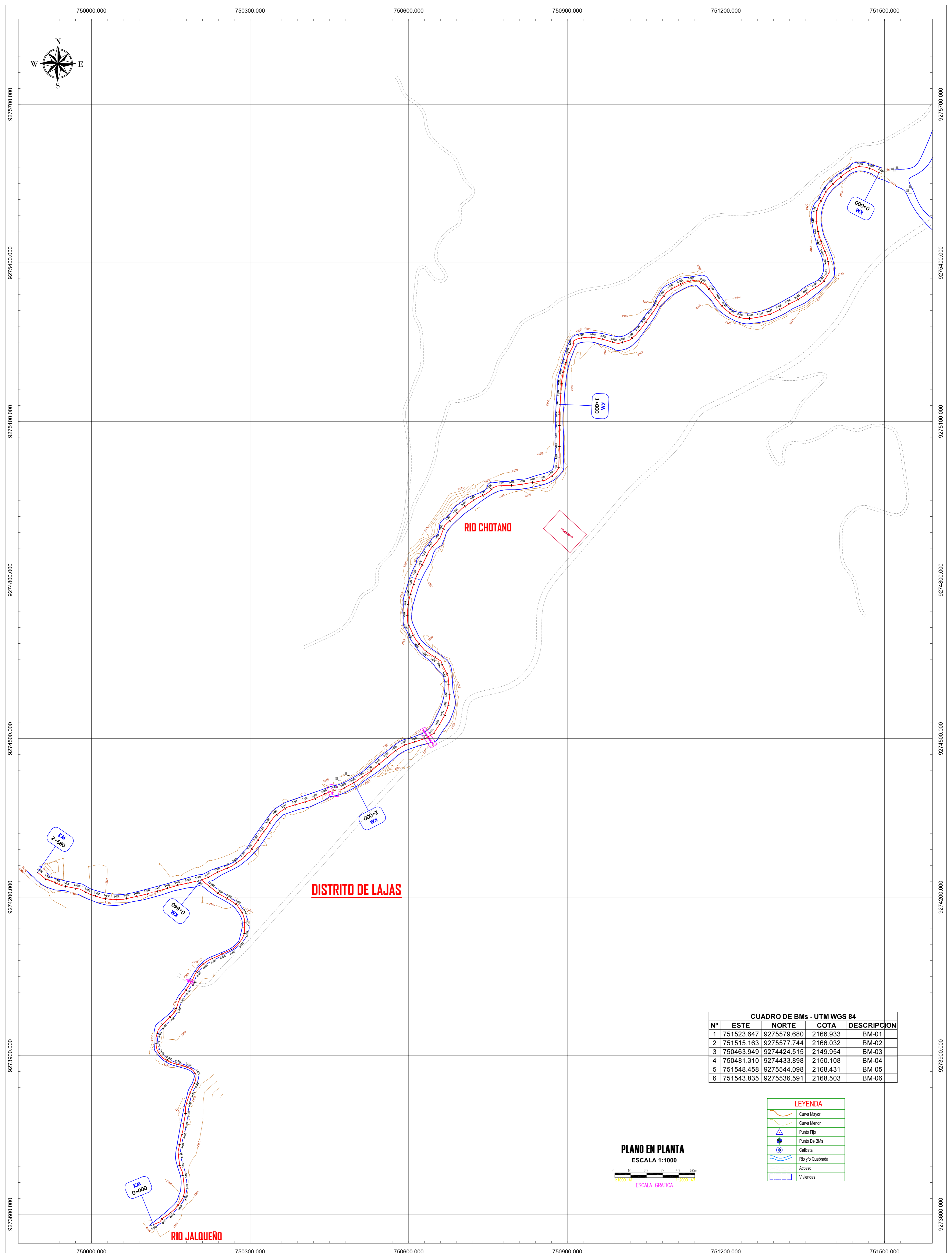
TESISTAS
 WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
 CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO

ASESOR:
 Dr. Ing. LUIS ALBERTO ORBEGOSO NAVARRO

ESCALA: **A3**
 0.025 0.05 0.1 0.15 0.2 Miles

FECHA:
 21/08/23

(2) Planos topográficos



CUADRO DE BMs - UTM WGS 84

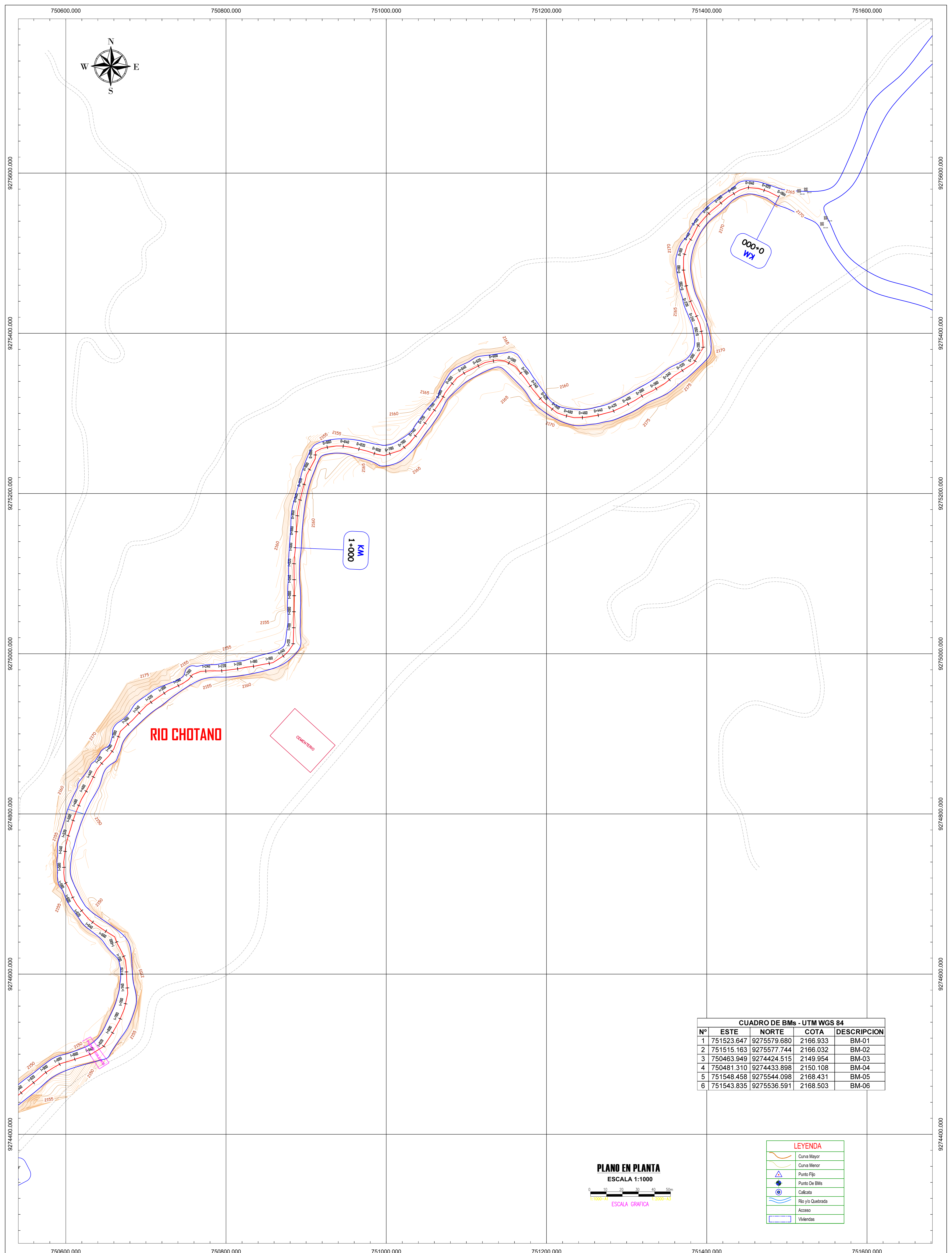
Nº	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION
1	751523.647	9275579.680	2166.933	BM-01
2	751515.163	9275577.744	2166.032	BM-02
3	750463.949	9274424.515	2149.954	BM-03
4	750481.310	9274433.898	2150.108	BM-04
5	751548.458	9275544.098	2168.431	BM-05
6	751543.835	9275536.591	2168.503	BM-06

PLANO EN PLANTA
ESCALA 1:1000

 ESCALA GRAFICA

LEYENDA

	Curva Mayor
	Curva Menor
	Punto Fijo
	Punto De BMs
	Calicata
	Río y/o Quebrada
	Acceso
	Viviendas



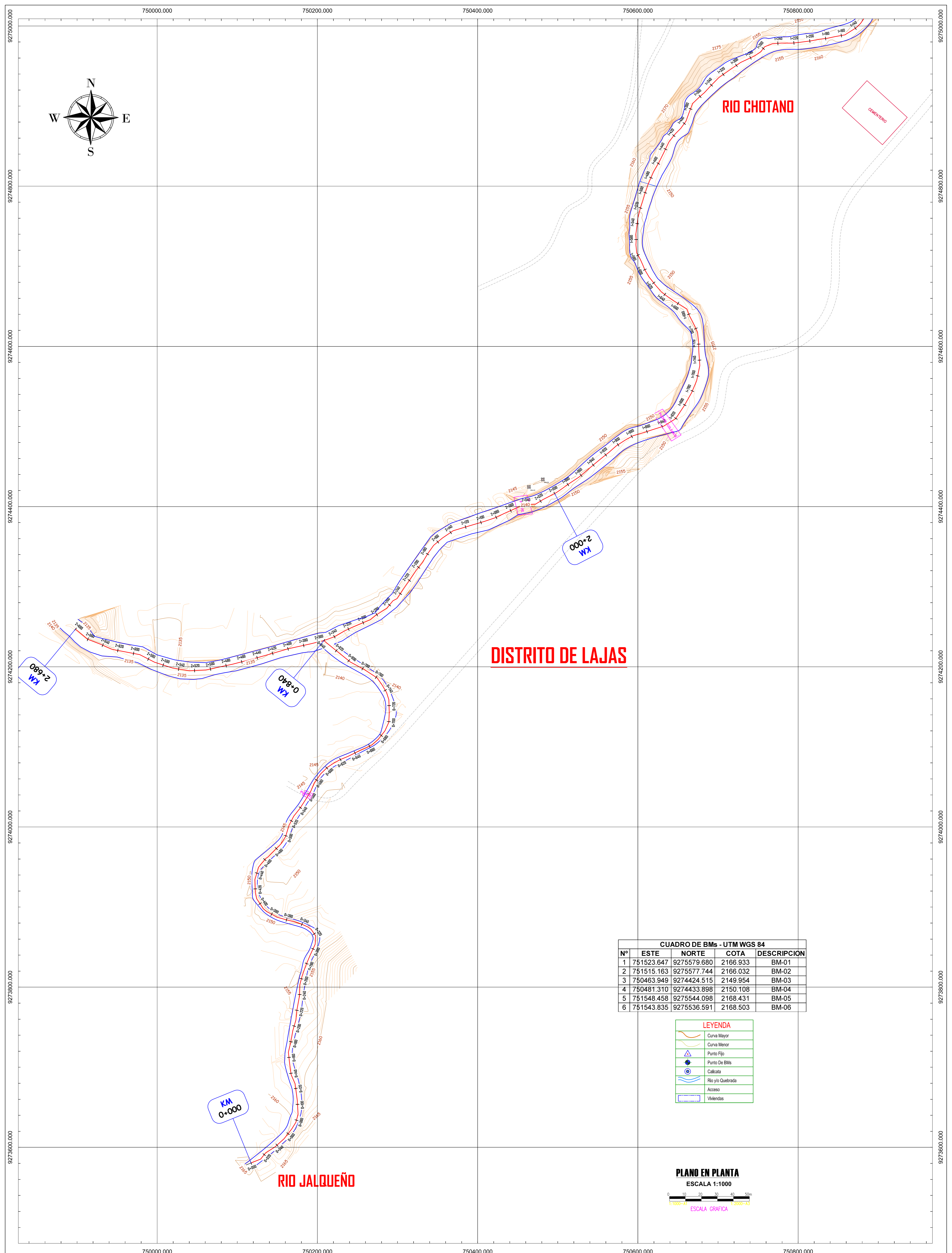
CUADRO DE BMs - UTM WGS 84

N°	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION
1	751523.647	9275579.680	2166.933	BM-01
2	751515.163	9275577.744	2166.032	BM-02
3	750463.949	9274424.515	2149.954	BM-03
4	750481.310	9274433.898	2150.108	BM-04
5	751548.458	9275544.098	2168.431	BM-05
6	751543.835	9275536.591	2168.503	BM-06



LEYENDA

	Curva Mayor
	Curva Menor
	Punto Fijo
	Punto De BMs
	Calicata
	Río y/o Quebrada
	Acceso
	Viviendas



DISTRITO DE LAJAS

RIO CHOTANO

RIO JALQUEÑO

CUADRO DE BMs - UTM WGS 84			
Nº	ESTE	NORTE	COTA DESCRIPCION
1	751523.647	9275579.680	2166.933 BM-01
2	751515.163	9275577.744	2166.032 BM-02
3	750463.949	9274424.515	2149.954 BM-03
4	750481.310	9274433.898	2150.108 BM-04
5	751548.458	9275544.098	2168.431 BM-05
6	751543.835	9275536.591	2168.503 BM-06

LEYENDA	
	Curva Mayor
	Curva Menor
	Punto Fijo
	Punto De Bms
	Calicata
	Rio y/o Quebrada
	Acceso
	Viviendas



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

PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES DEL RÍO CHOTANO:
PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023

REGIÓN: CAJAMARCA PROVINCIA: CHOTA DISTRITO: LAJAS

PLANO :
PLANO CLAVE

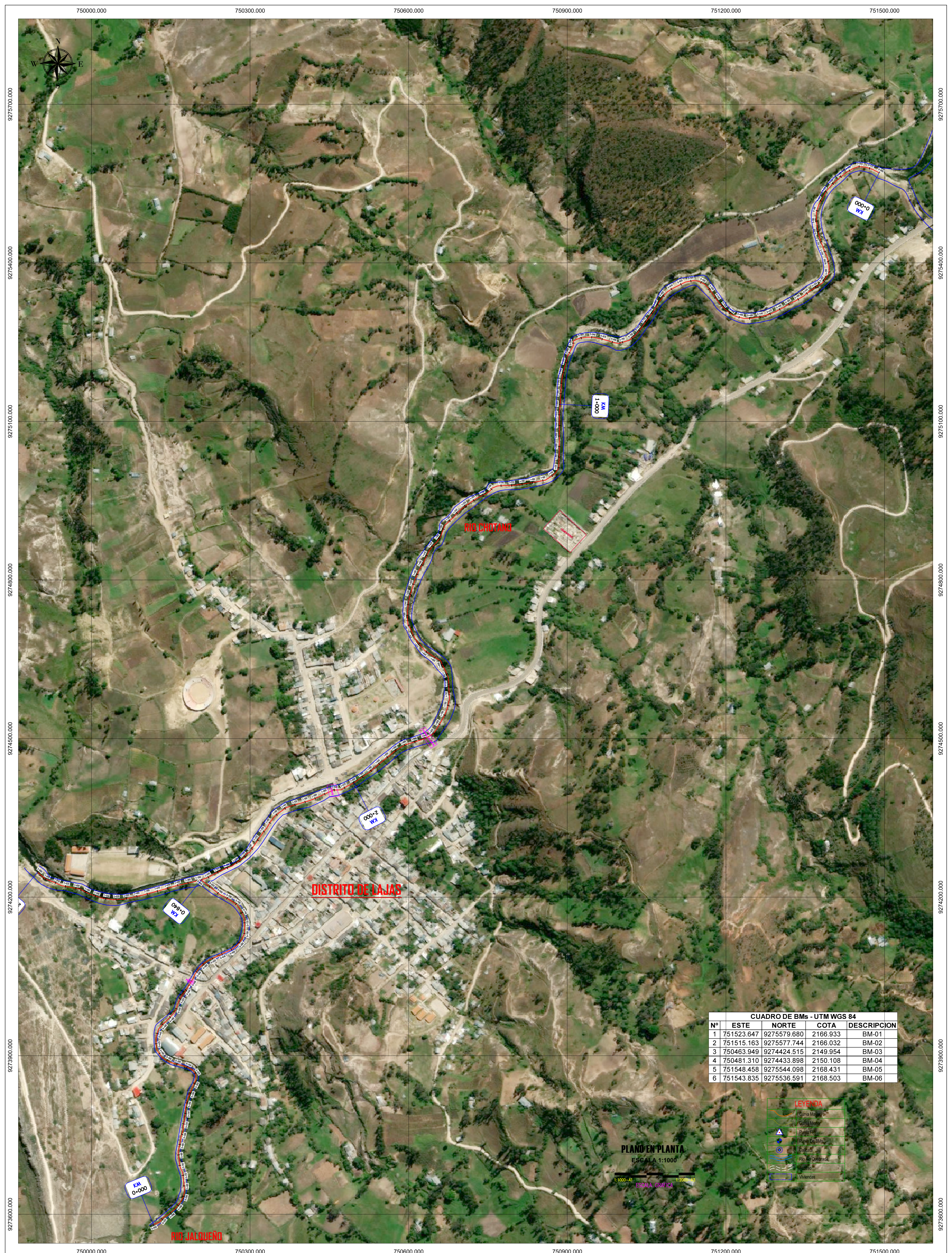
ASESOR:
Dr. Ing. LUIS ALBERTO ORBEGOSO NAVARRO

TESISTAS:
Ruiz Idrogo Cristhian Antony
Nuñez Guevara Willy Alexander

ESCALA: INDICADA

FECHA: ABRIL 2023

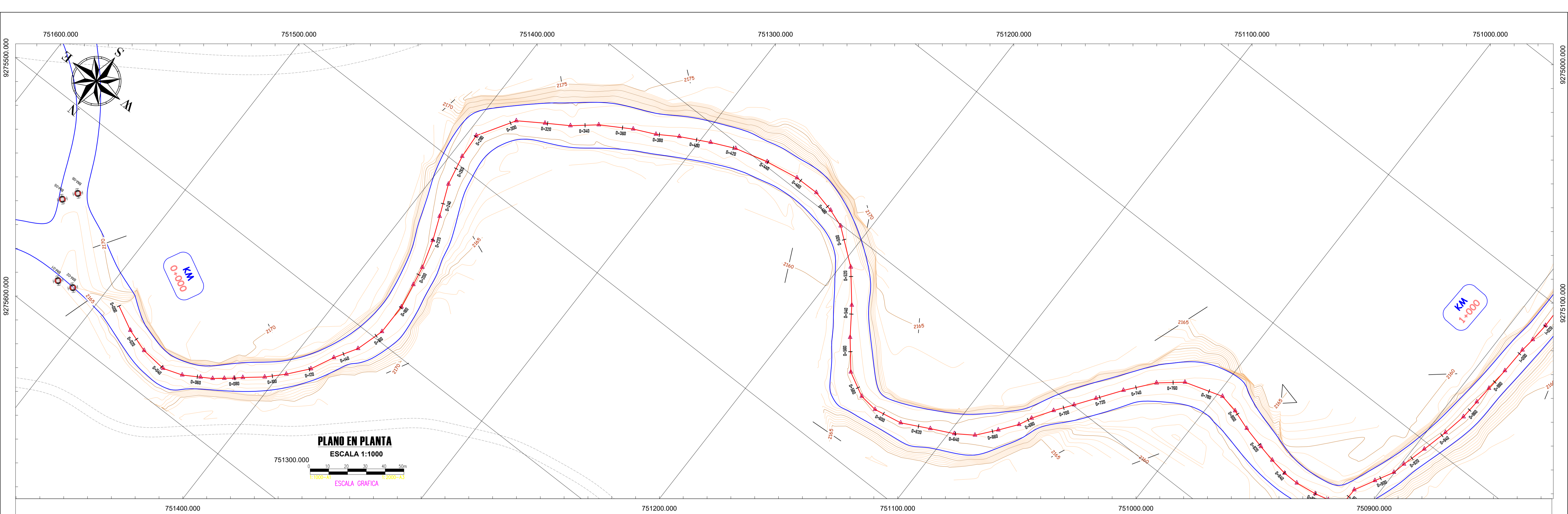
CÓDIGO:
PT - 02



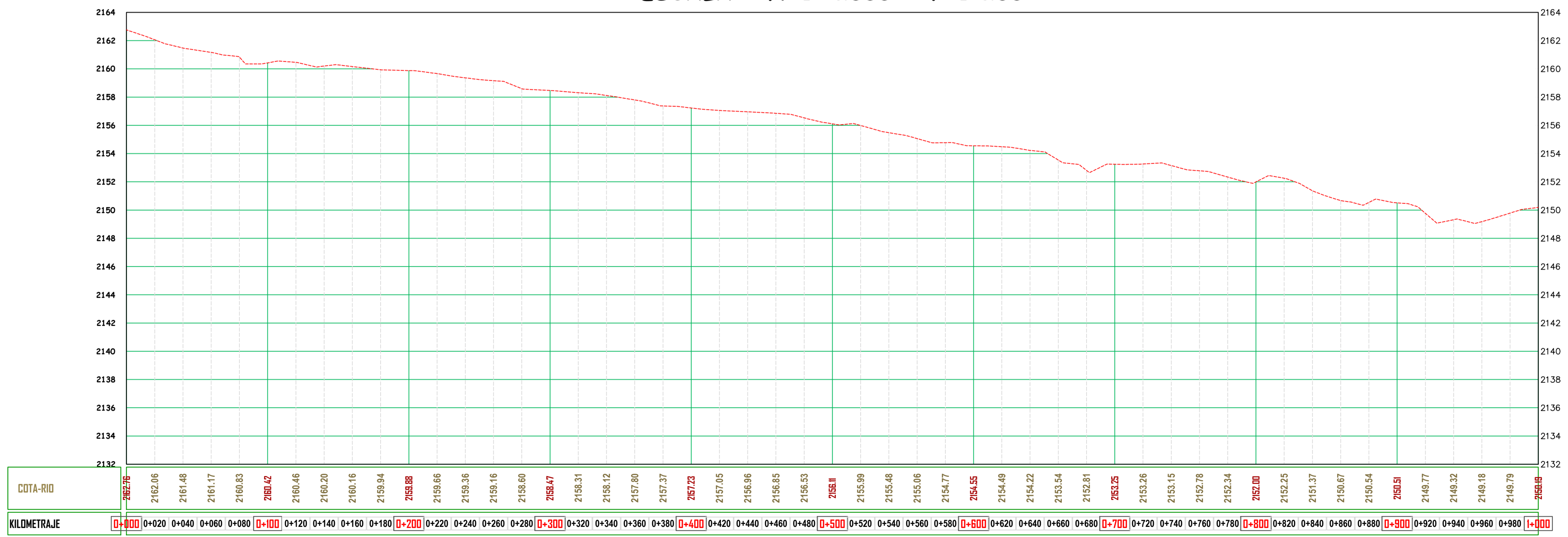
CUADRO DE BMs - UTM WGS 84				
Nº	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION
1	751523.647	9275579.680	2166.933	BM-01
2	751515.163	9275577.744	2166.032	BM-02
3	750463.949	9274424.515	2149.954	BM-03
4	750481.310	9274433.898	2150.108	BM-04
5	751548.458	9275544.098	2168.431	BM-05
6	751543.835	9275536.591	2168.503	BM-06

LEYENDA	
	Curva Marginal
	Curva Menor
	Punto FFI
	Punto de BMS
	Barrera
	Río de Chotano
	Río de Jalqueño
	Casco
	Viviendas

PLANO EN PLANTA
 ESCALA 1:1000
 1:1000-A1
 ESCALA GRAFICA



KM-01 0+000.00 - 1+000
ESCALA= H=1: 2000 - V=1:200

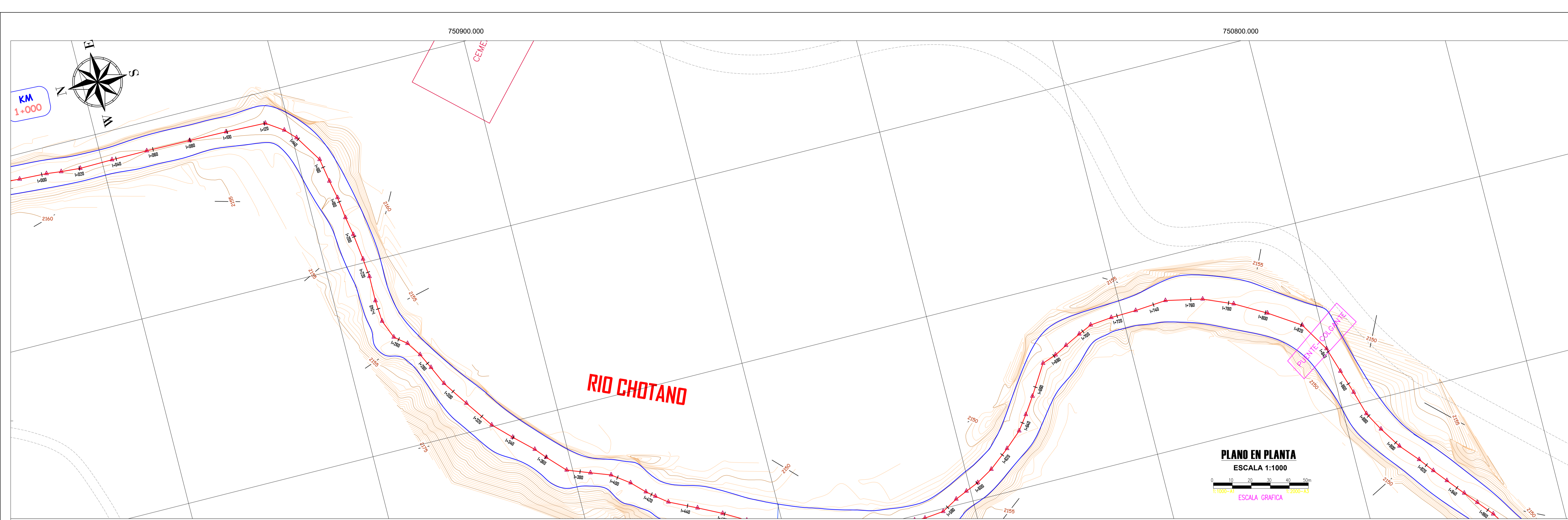


LEYENDA

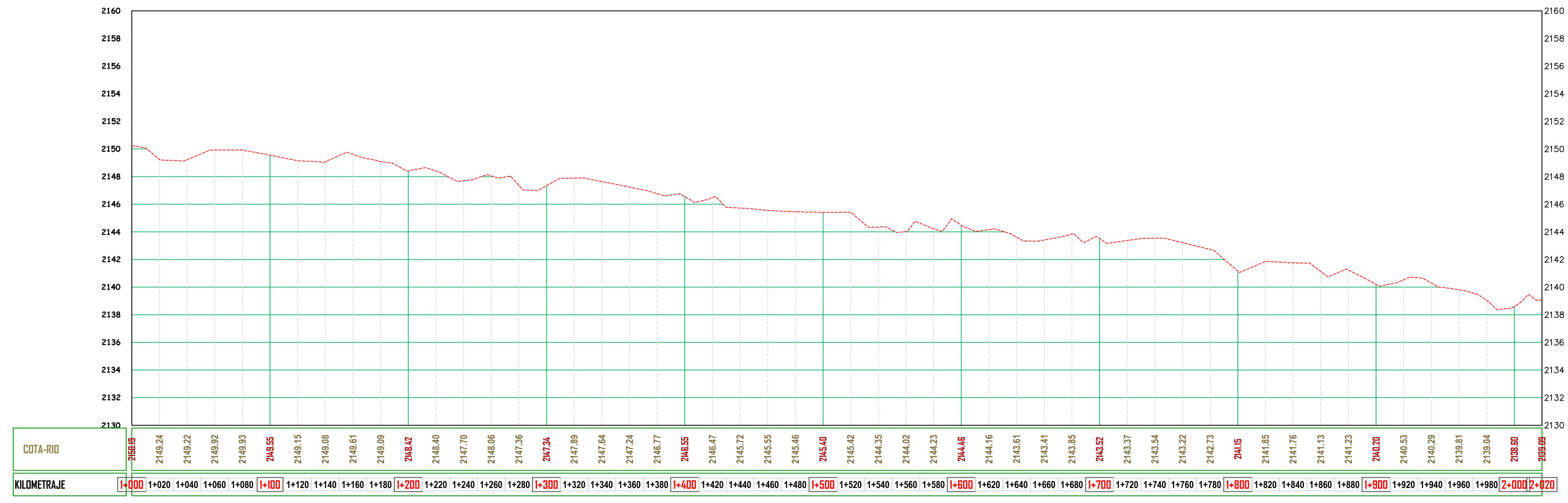
- Curva Mayor
- Curva Menor
- Punto Fijo
- Punto De BMs
- Calicata
- Rio y/o Quebrada
- Acceso
- Viviendas

CUADRO DE BMs - UTM WGS 84

Nº	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION
1	751523.647	9275579.680	2166.933	BM-01
2	751515.163	9275577.744	2166.032	BM-02
3	750463.949	9274424.515	2149.954	BM-03
4	750481.310	9274433.898	2150.108	BM-04
5	751548.458	9275544.098	2168.431	BM-05
6	751543.835	9275536.591	2168.503	BM-06



KM-02 1+000.00 - 2+020
ESCALA= H=1: 2000 - V=1:200

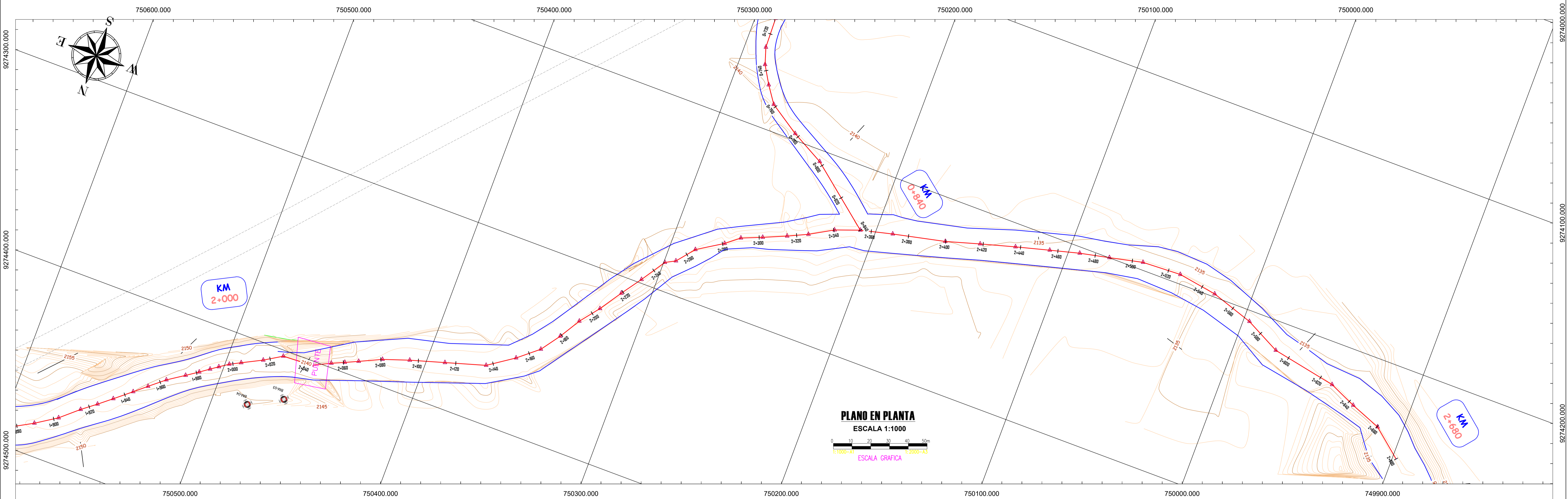


LEYENDA

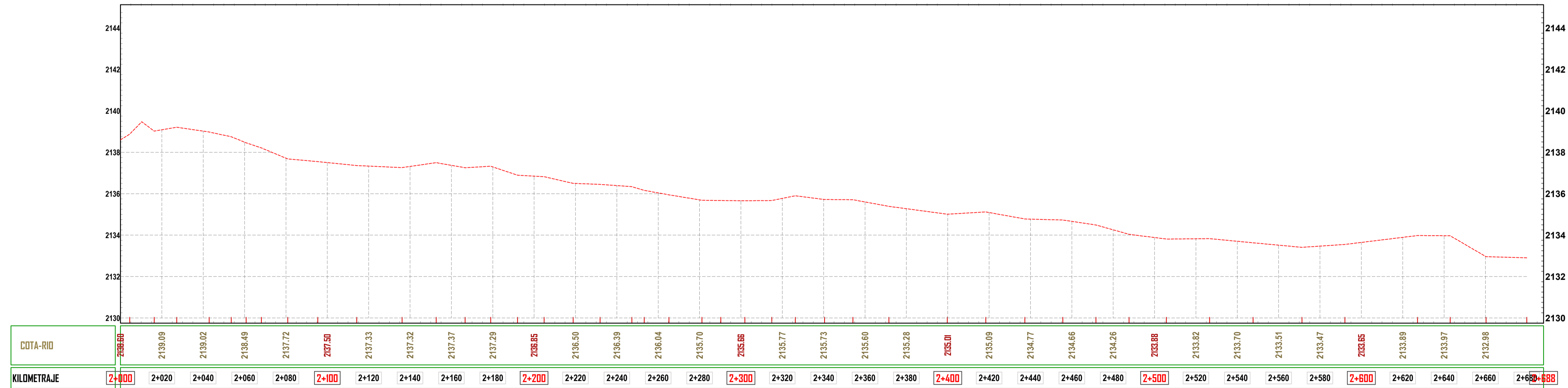
- Curva Mayor
- Curva Menor
- Punto Fijo
- Punto De BMs
- Calicata
- Rio y/o Quebrada
- Acceso
- Viviendas

CUADRO DE BMs - UTM WGS 84

Nº	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION
1	751523.647	9275579.680	2166.933	BM-01
2	751515.163	9275577.744	2166.032	BM-02
3	750463.949	9274424.515	2149.954	BM-03
4	750481.310	9274433.898	2150.108	BM-04
5	751548.458	9275544.098	2168.431	BM-05
6	751543.835	9275536.591	2168.503	BM-06



KM-3 2+000.00 - 2+688
ESCALA: H=1/ 2000 - V=1/200

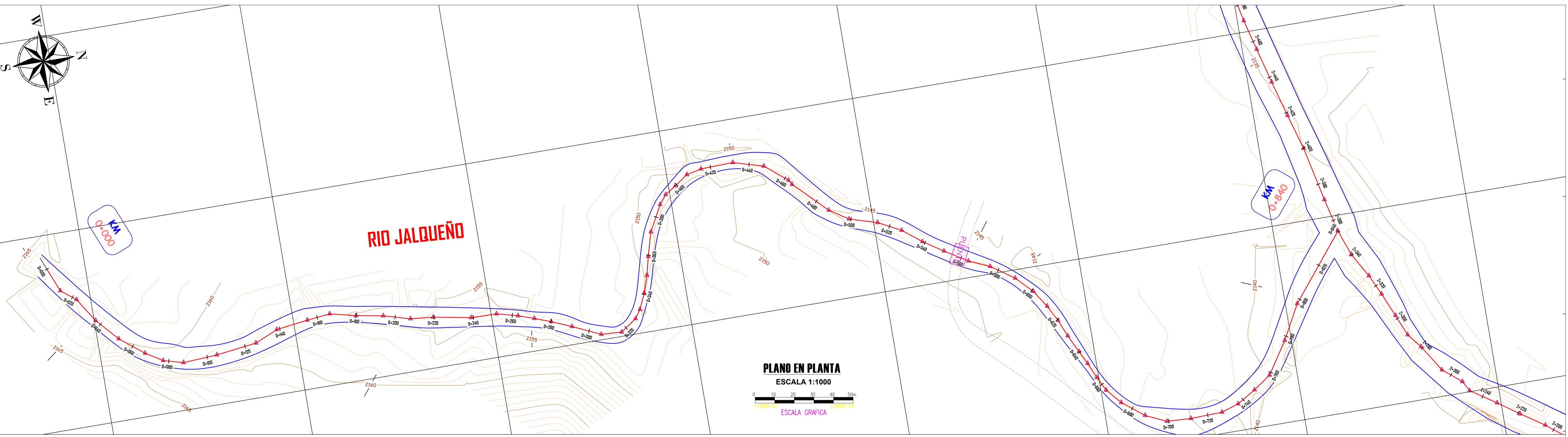
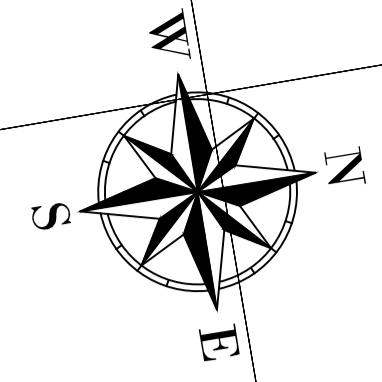


LEYENDA

- Curva Mayor
- Curva Menor
- Punto Fijo
- Punto De BMs
- Calicata
- Rio y/o Quebrada
- Acceso
- Viviendas

CUADRO DE BMs - UTM WGS 84

Nº	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION
1	751523.647	9275579.680	2166.933	BM-01
2	751515.163	9275577.744	2166.032	BM-02
3	750463.949	9274424.515	2149.954	BM-03
4	750481.310	9274433.898	2150.108	BM-04
5	751548.458	9275544.098	2168.431	BM-05
6	751543.835	9275536.591	2168.503	BM-06

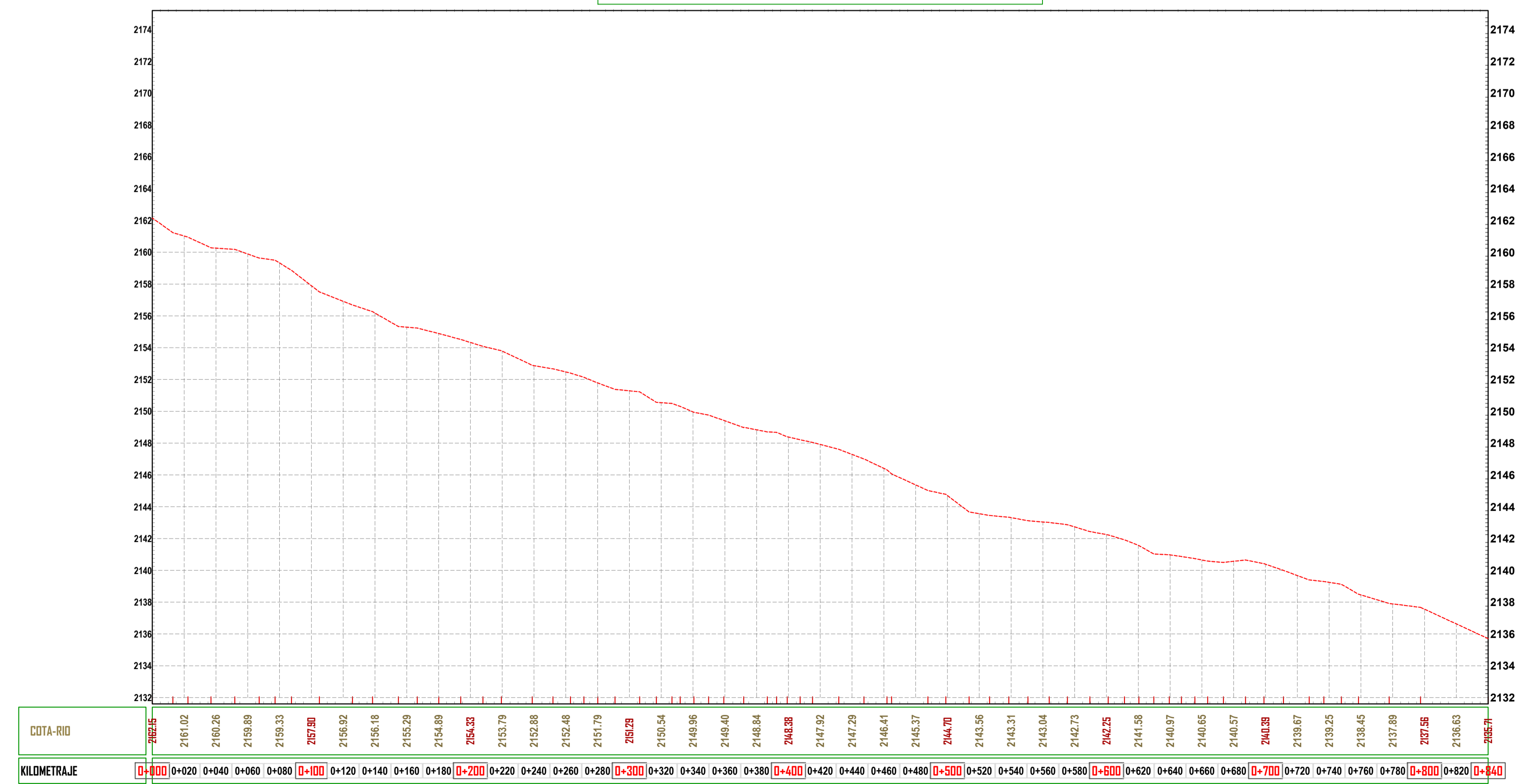


PLANO EN PLANTA
ESCALA 1:1000
ESCALA GRAFICA

750200.000

750300.000

KM-1 0+000.00 - 0+840
ESCALA: H=1/ 2000 - V=1/200



Elevation

LEYENDA

- Curva Mayor
- Curva Menor
- Punto Fijo
- Punto De BMs
- Calicata
- Rio y/o Quebrada
- Acceso
- Viviendas

CUADRO DE BMs - UTM WGS 84

Nº	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION
1	751523.647	9275579.680	2166.933	BM-01
2	751515.163	9275577.744	2166.032	BM-02
3	750463.949	9274424.515	2149.954	BM-03
4	750481.310	9274433.898	2150.108	BM-04
5	751548.458	9275544.098	2168.431	BM-05
6	751543.835	9275536.591	2168.503	BM-06

COTA-RIO	2166.5	2161.02	2160.26	2159.89	2159.33	2157.90	2156.92	2156.18	2155.29	2154.89	2154.33	2153.79	2152.88	2152.46	2151.79	2150.29	2150.54	2149.96	2149.40	2148.84	2148.38	2147.92	2147.29	2146.41	2145.37	2144.70	2143.56	2143.31	2143.04	2142.73	2142.25	2141.58	2140.97	2140.65	2140.57	2140.39	2139.67	2139.25	2138.45	2137.89	2137.58	2136.63	2136.7
KILOMETRAJE	0+000	0+020	0+040	0+060	0+080	0+100	0+120	0+140	0+160	0+180	0+200	0+220	0+240	0+260	0+280	0+300	0+320	0+340	0+360	0+380	0+400	0+420	0+440	0+460	0+480	0+500	0+520	0+540	0+560	0+580	0+600	0+620	0+640	0+660	0+680	0+700	0+720	0+740	0+760	0+780	0+800	0+820	0+840



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

PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES DEL RÍO CHOTANO:
PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023

REGIÓN: CAJAMARCA PROVINCIA: CHOTA DISTRITO: LAJAS

PLANO :
PLANTA Y PERFIL KM 1+000.00 AL 2+680.00
RIO JALQUEÑO

ASESOR:
Dr. Ing. LUIS ALBERTO ORBEGOSO NAVARRO

TESISTAS:
Ruiz Idrogo Cristhian Antony
Nuñez Guevara Willy Alexander

ESCALA:
INDICADA

FECHA:
ABRIL 2023

CÓDIGO:

PP - 04

(3) Mapas de las cuencas hidrográficas

78°40'0"W

78°40'0"W

6°30'0"S

6°30'0"S

6°30'0"S

6°30'0"S

6°30'0"S

6°40'0"S

6°40'0"S

6°40'0"S

6°40'0"S

6°40'0"S

6°40'0"S

6°40'0"S

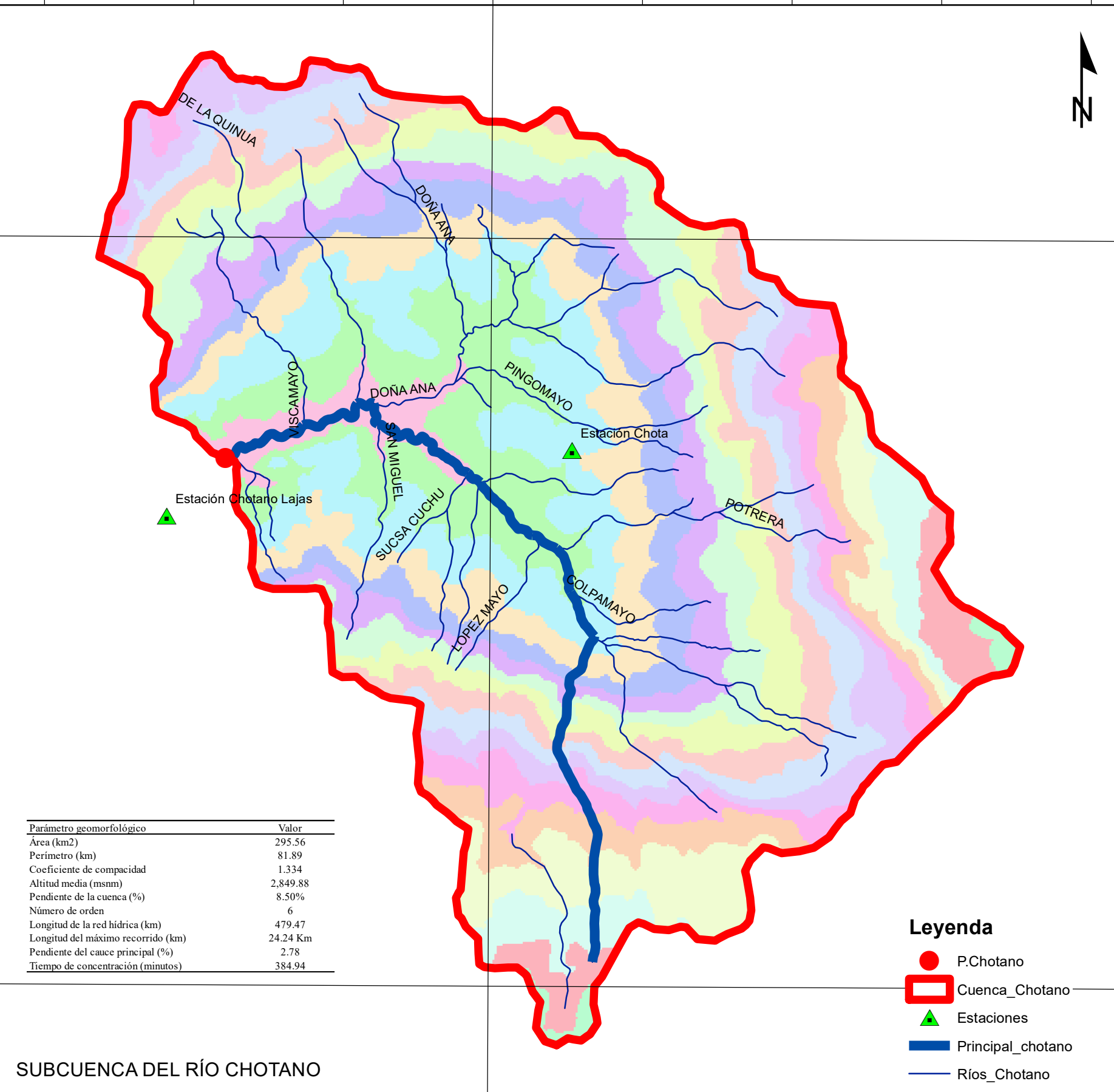
6°40'0"S

6°40'0"S

6°40'0"S

6°40'0"S

6°40'0"S

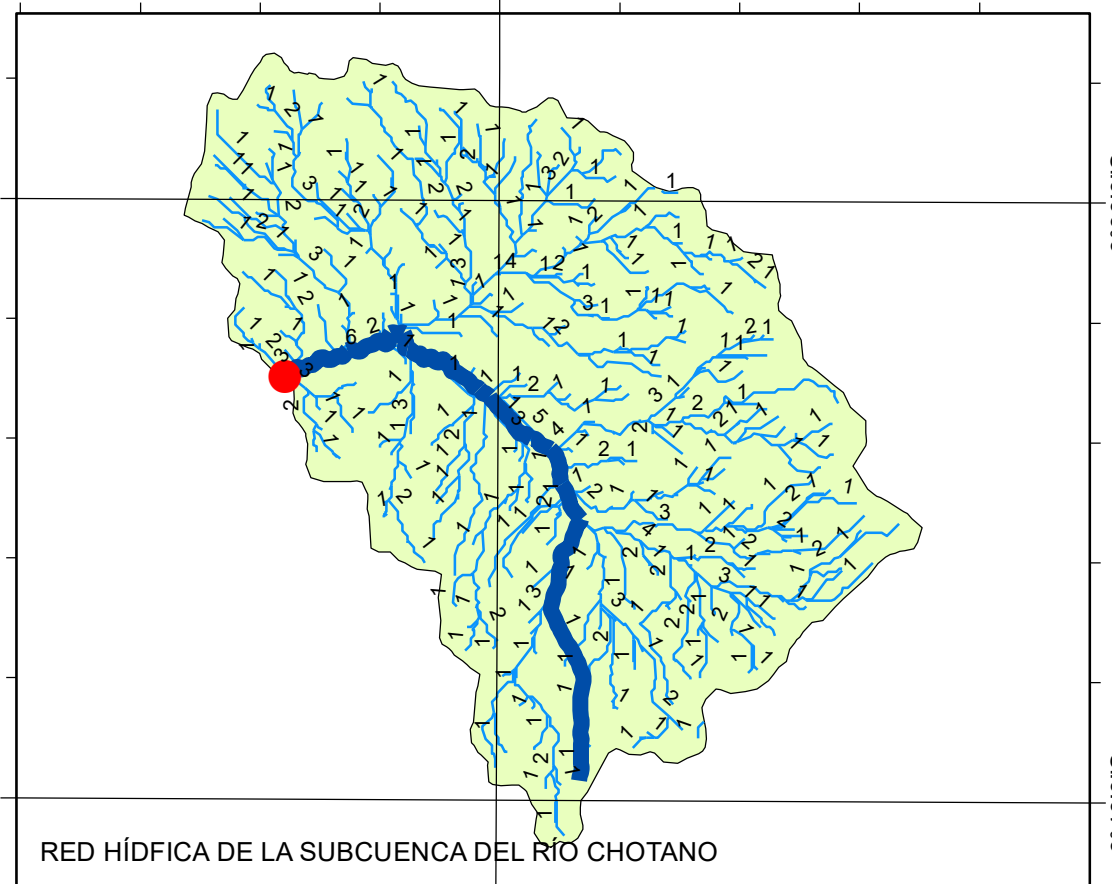


Parámetro geomorfológico	Valor
Área (km ²)	295.56
Perímetro (km)	81.89
Coefficiente de compacidad	1.334
Altitud media (msnm)	2,849.88
Pendiente de la cuenca (%)	8.50%
Número de orden	6
Longitud de la red hídrica (km)	479.47
Longitud del máximo recorrido (km)	24.24 Km
Pendiente del cauce principal (%)	2.78
Tiempo de concentración (minutos)	384.94

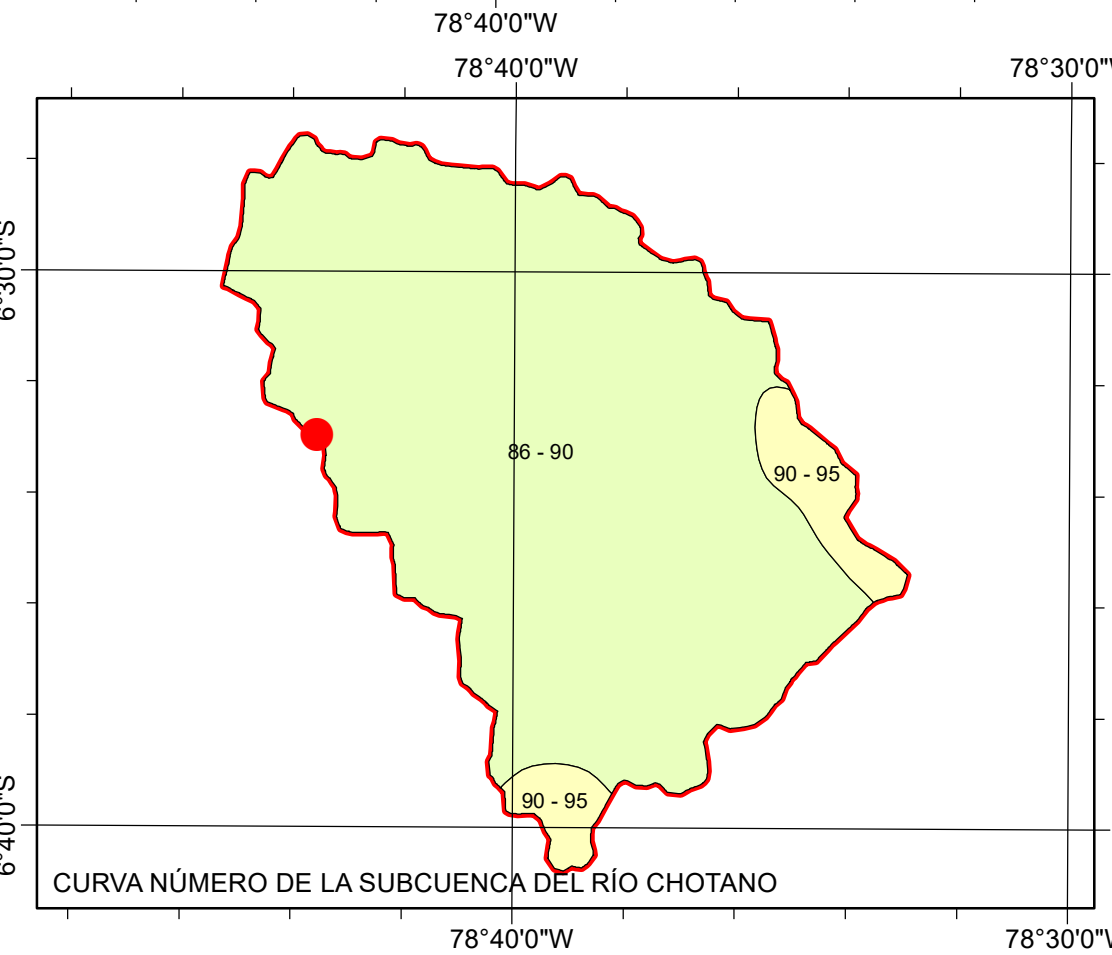
Leyenda

- P.Chotano
- Cuenca_Chotano
- ▲ Estaciones
- Principal_chotano
- Ríos_Chotano

SUBCUENCA DEL RÍO CHOTANO



RED HÍDRICA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CHOTANO



CURVA NÚMERO DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CHOTANO



MAPA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CHOTANO
MC1

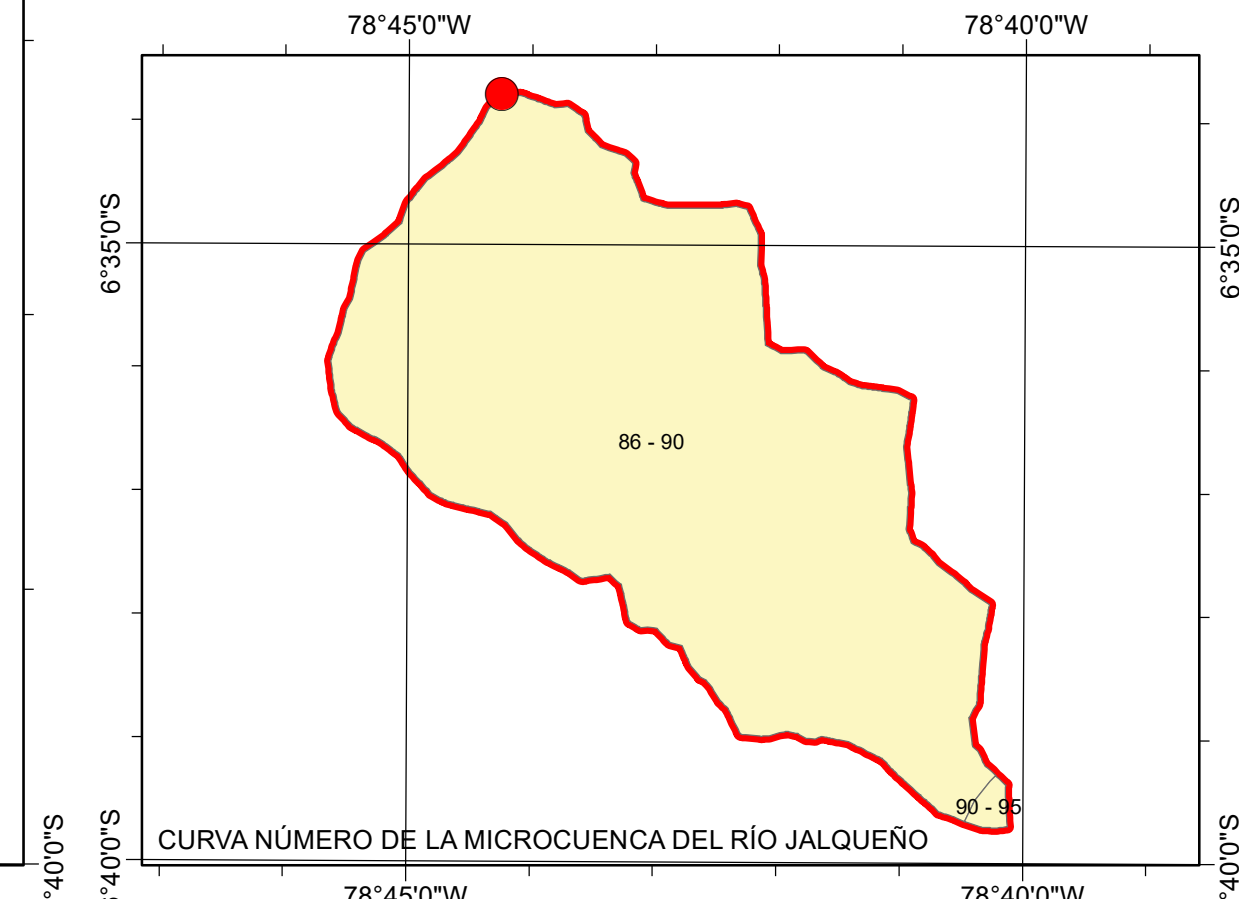
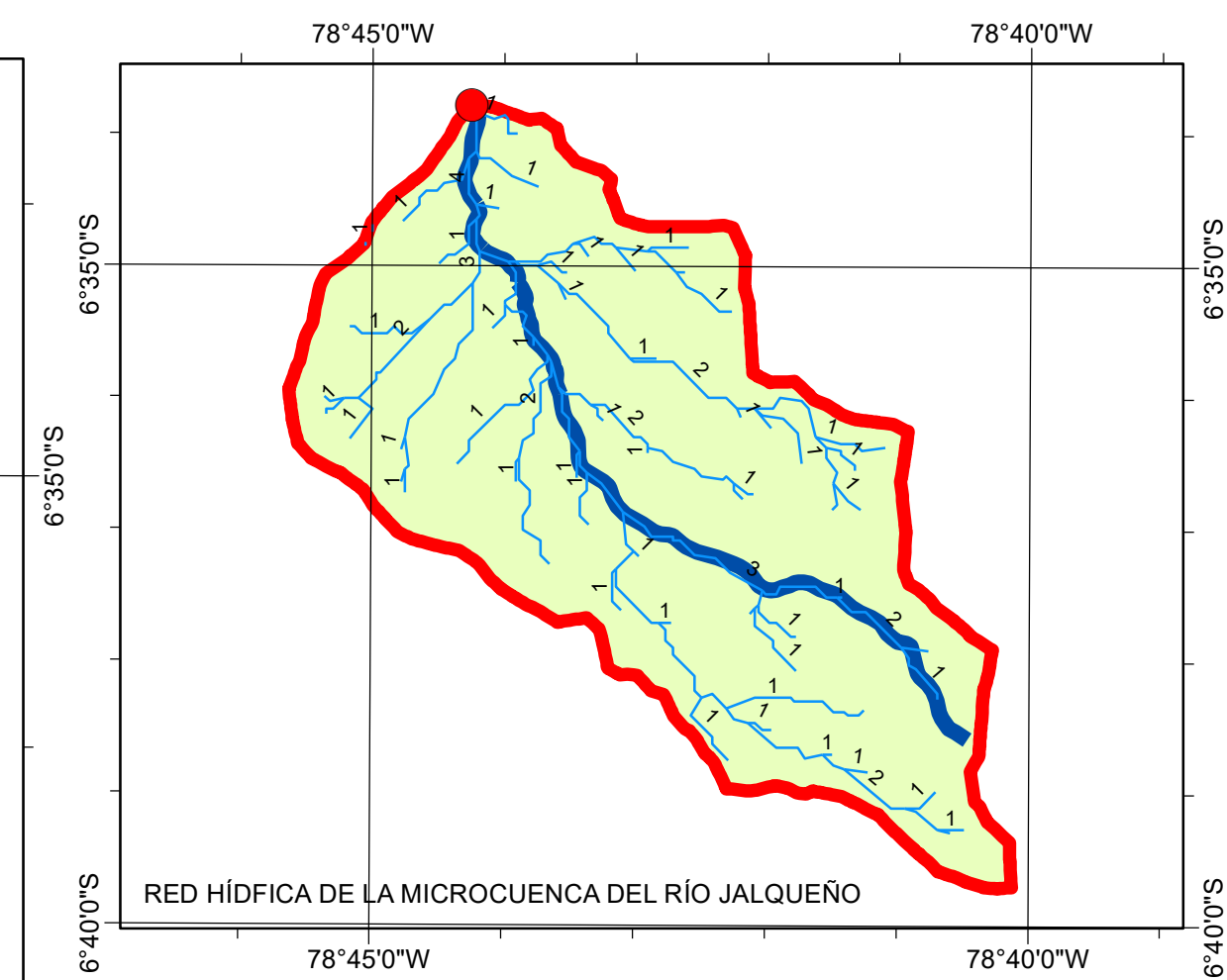
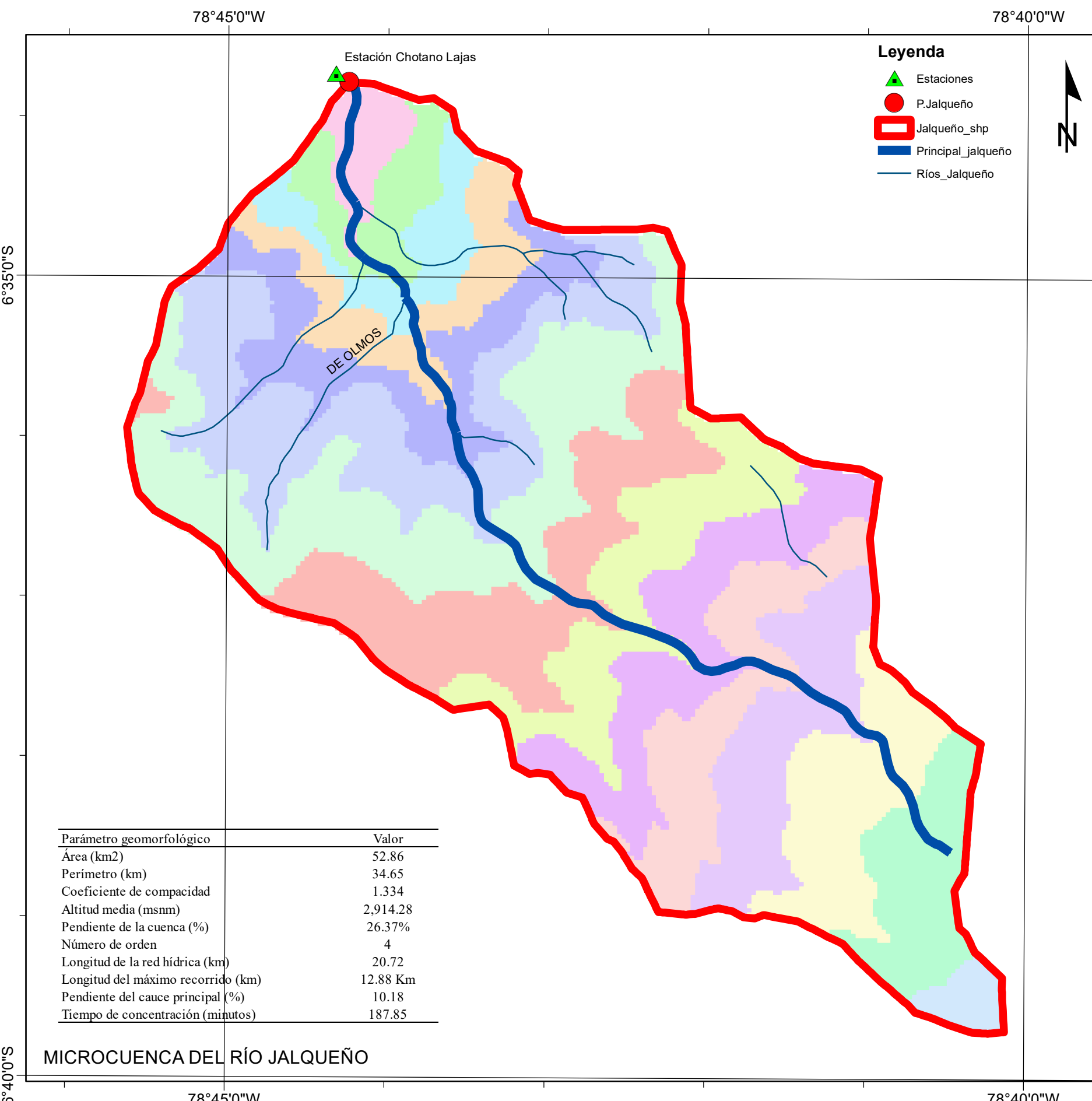
PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RÍO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023

TESISTAS
WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO

ASESOR:
Dr. Ing. LUIS ALBERTO ORBEGOSO NAVARRO

ESCALA: A3
0 0.20.4 0.8 1.2 1.6 Miles

FECHA:
21/08/23



MAPA DE LA MICROCUENCA DEL RÍO CHOTANO
MC2

PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RÍO CHOTANO: PUEBLO LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023

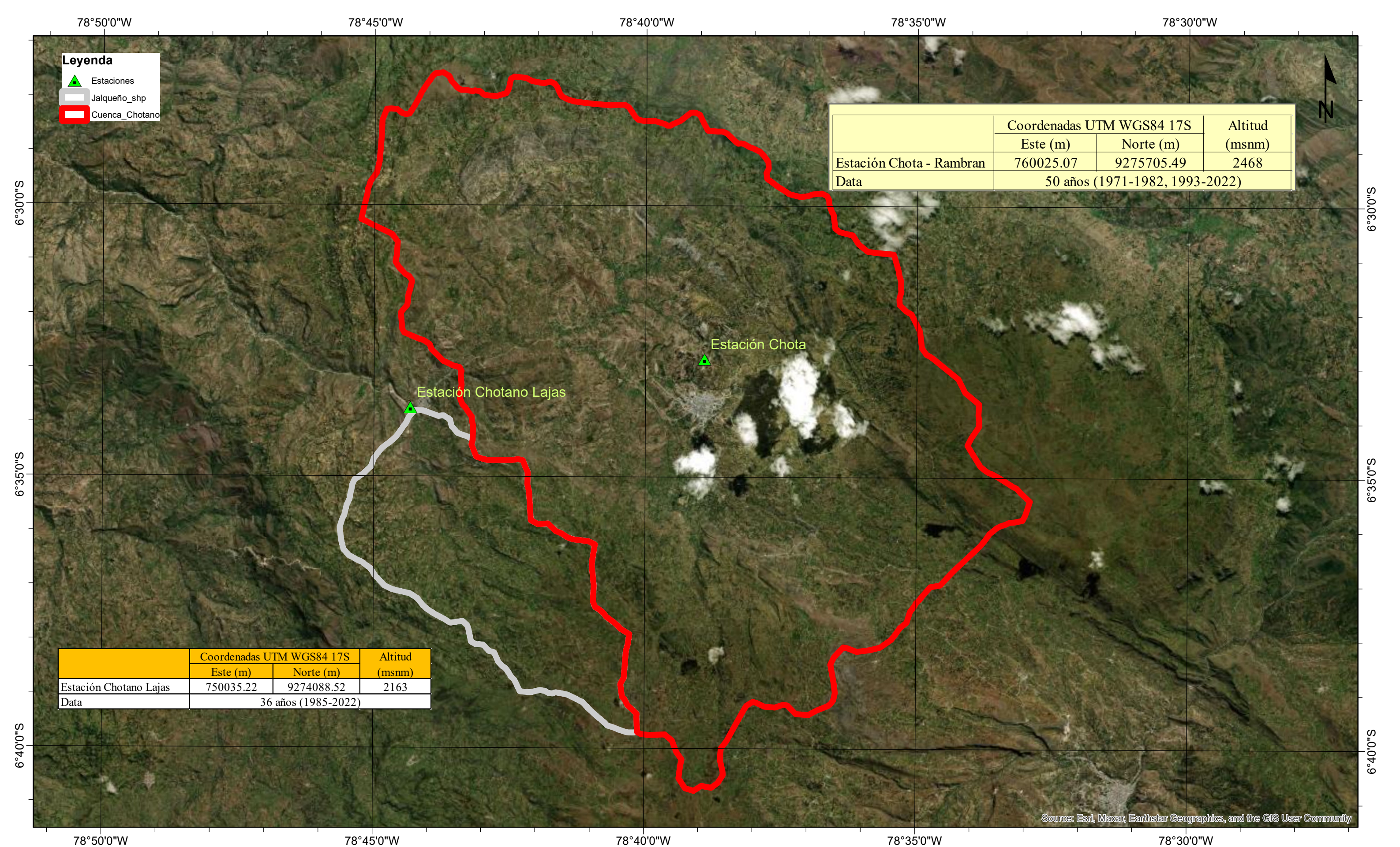
TESISTAS
WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO

ASESOR:
Dr. Ing. LUIS ALBERTO ORBEGOSO NAVARRO

ESCALA: A3
0 0.10.2 0.4 0.6 0.8 Miles

FECHA:
21/08/23

(4) Mapa de estaciones meteorológicas



	Coordenadas UTM WGS84 17S		Altitud (msnm)
	Este (m)	Norte (m)	
Estación Chota - Rambran	760025.07	9275705.49	2468
Data	50 años (1971-1982, 1993-2022)		

	Coordenadas UTM WGS84 17S		Altitud (msnm)
	Este (m)	Norte (m)	
Estación Chotano Lajas	750035.22	9274088.52	2163
Data	36 años (1985-2022)		



MAPA DE UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS

MC2

PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RÍO CHOTANO: PUEBLO LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023

TESISTAS
 WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
 CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO

ASESOR:
 Dr. Ing. LUIS ALBERTO ORBEGOSO NAVARRO

ESCALA: A3
 0 0.2 0.4 0.8 1.2 1.6 Miles

FECHA:
 21/08/23

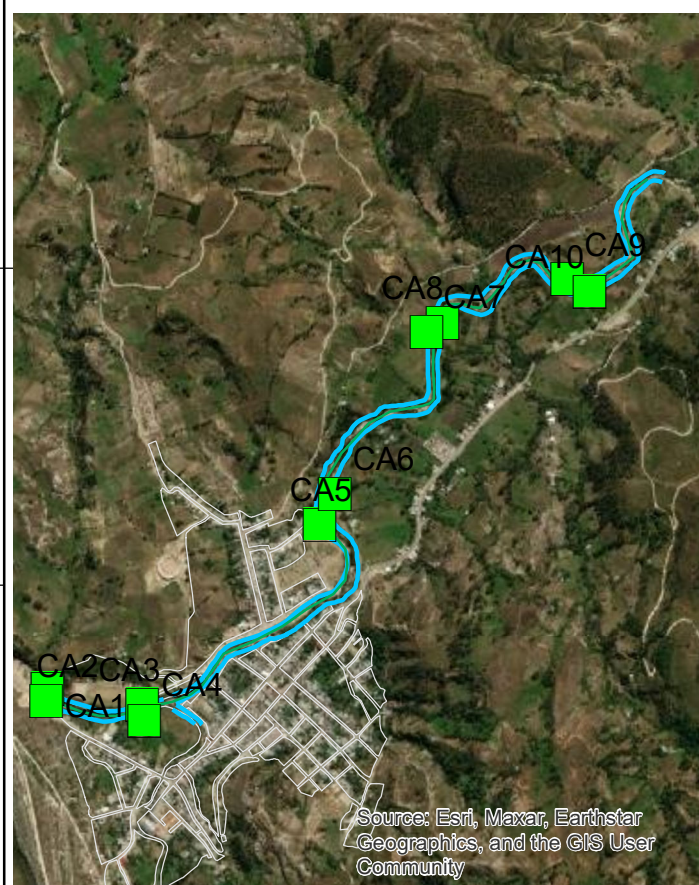
(5) Plano de ubicación de calicatas

78°44'15"W

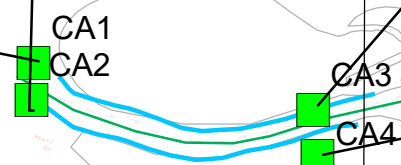
78°43'30"W

6°33'0"S

6°33'0"S



- Leyenda**
- Calicatas_Chotano
 - Eje_rio
 - Borde del rio Chotano
- Ciudad de Lajas ZONA**
- 00000
 - 00100
 - 00200
 - 00300
 - 00400
 - 00500
 - Lajas



RIO CHOTANO

Calicatas	Progresiva (km)	Coordenadas UTM WGS84 17S		Profundidad (m)
		Este (m)	Norte (m)	
C-1	0+000	749894.00	9274268.00	1.50
C-2	0+500	749892.00	9274236.00	1.50
C-3	0+500	750138.00	9274227.00	2.50
C-4	1+000	750139.00	9274198.00	1.50
C-5	1+000	750586.00	9274785.00	1.50
C-6	1+250	750623.00	9274716.00	1.50
C-7	1+500	751021.00	9275221.00	1.50
C-8	1+500	750995.00	9275271.00	1.50
C-9	2+000	751374.00	9275523.00	1.50
C-10	2+000	751424.00	9275560.00	1.50

Calicata	Humedad (%)	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	Densidad natural	C (kg/cm2)	Ángulo de fricción (°)	SUCS
C-1	19.54	1.33	18.16	80.51	35	18	17	1.92	0.18	13.4	CL
C-2	33.54	0.13	8.79	91.08	53	25	28	1.78	0.2	10.13	CH
C-3	21.65	1.44	8.67	88.89	51	26	25	1.82	0.19	12.73	CH
C-4	37.74	0.32	7.34	92.34	45	21	20	1.91	0.22	6.54	OL
C-5	17.44	0.27	8.64	91.09	51	29	22	2.06	0.19	15.15	MH
C-6	33.8	0.45	63.78	35.77	38	24	14	1.92	0.06	24.34	SM
C-7	19.79	1.63	10.06	88.31	54	28	26	2.06	0	10.82	CH
C-8	21.46	0.82	9.68	59.5	57	29	28	2.03	0.19	10.22	CH
C-9	18.69	0.38	13.52	86.1	41	26	15	2.01	0.15	16.62	ML
C-10	22.23	0	13.03	86.97	43	28	15	1.98	0.14	16.44	ML

78°44'15"W

78°43'30"W



Universidad Nacional Autónoma de Chota

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

MAPA DE UBICACIÓN DE LAS CALICATAS EXCAVADAS EN LA RIBERA DEL RÍO CHOTANO G3

PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RÍO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023

TESISTAS

WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO

ASESOR:

Dr. Ing. LUIS ALBERTO ORBEGOSO NAVARRO

ESCALA:

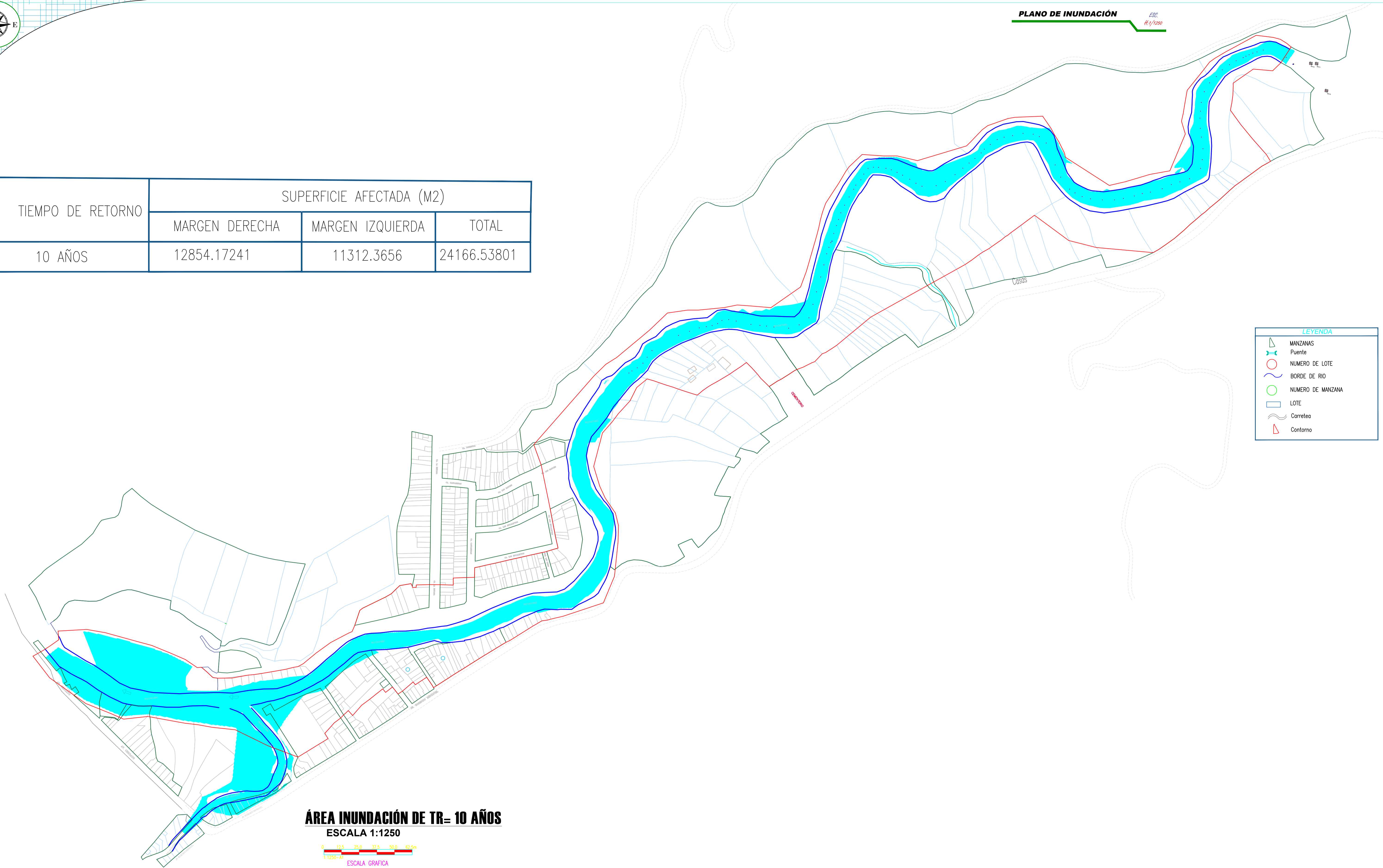
A3
0.0125 0.05 0.075 0.1 Miles

FECHA:

21/08/23

(6) Mapas de inundación

TIEMPO DE RETORNO	SUPERFICIE AFECTADA (M2)		
	MARGEN DERECHA	MARGEN IZQUIERDA	TOTAL
10 AÑOS	12854.17241	11312.3656	24166.53801



LEYENDA

- MANZANAS
- Puente
- NUMERO DE LOTE
- BORDE DE RIO
- NUMERO DE MANZANA
- LOTE
- Carretera
- Contorno

ÁREA INUNDACIÓN DE TR= 10 AÑOS
ESCALA 1:1250

ESCALA GRAFICA



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE CHOTA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES DEL RÍO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023"

ASESOR:
Dr. Ing. LUIS ALBERTO ORBEGOSO NAVARRO

DIBUJO Y DISEÑO:
Ruiz Idrogo Cristhian Antony
Nuñez Guevara Willy Alexander

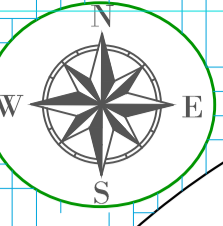
REVISAR:
APRUEBA:

PLANO:
ÁREA INUNDACIÓN TR= 10 AÑOS

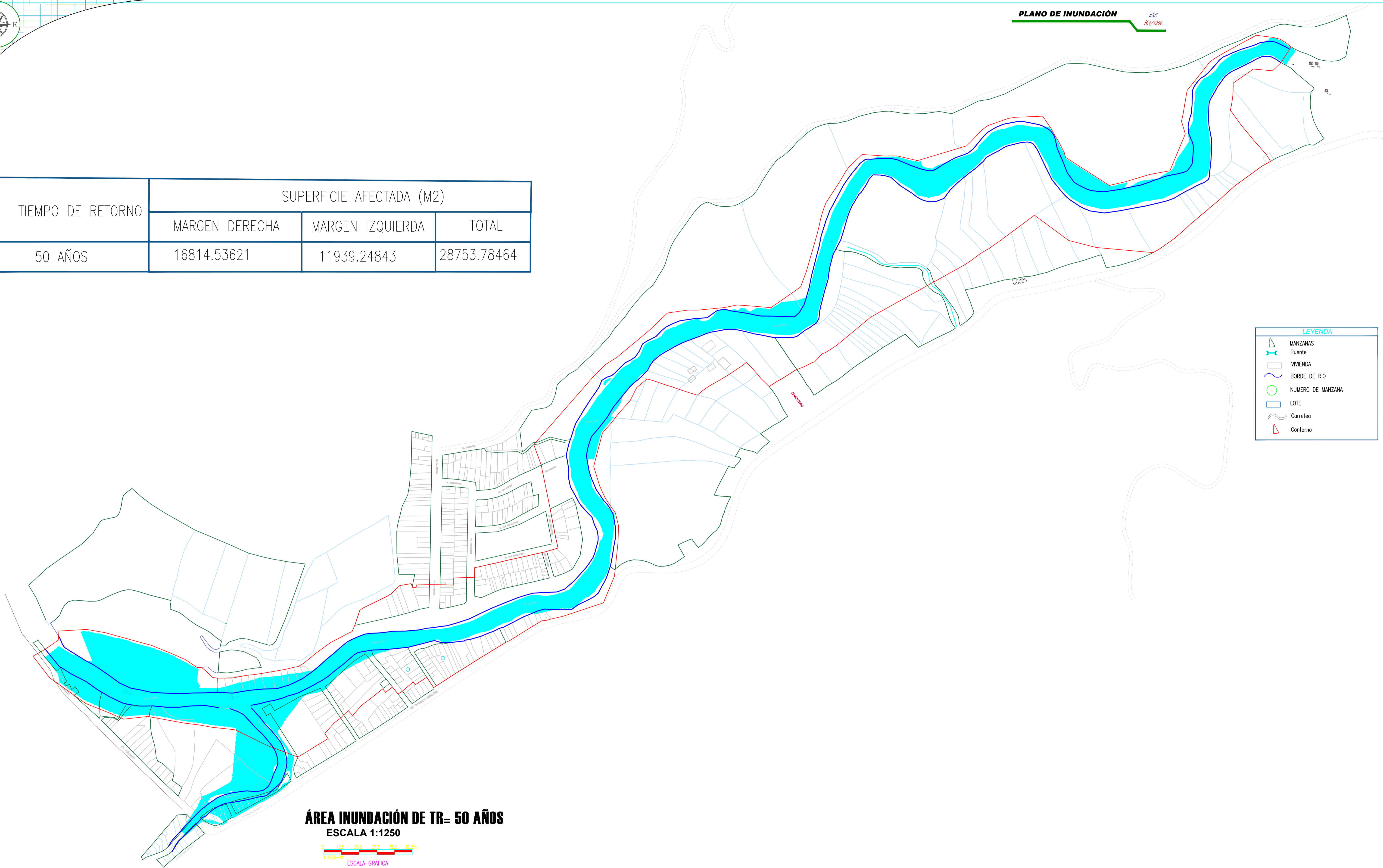
REGION: CAJAMARCA
PROVINCIA: CHOTA
DISTRITO: CHOTA

ESCALA: 1/1250
FECHA: CHOTA AGOSTO DEL 2023

LAMINA:
AI-01



TIEMPO DE RETORNO	SUPERFICIE AFECTADA (M2)		
	MARGEN DERECHA	MARGEN IZQUIERDA	TOTAL
50 AÑOS	16814.53621	11939.24843	28753.78464



LEYENDA

	MANZANAS
	Puente
	VIVIENDA
	BORDE DE RIO
	NUMERO DE MANZANA
	LOTE
	Carretera
	Contorno

ÁREA INUNDACIÓN DE TR= 50 AÑOS



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE CHOTA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES DEL RÍO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023"

ASESOR:
Dr. Ing. LUIS ALBERTO ORBEGOSO NAVARRO

DIBUJO Y DISEÑO:
Ruiz Idrogo Cristhian Antony
Nuñez Guevara Willy Alexander

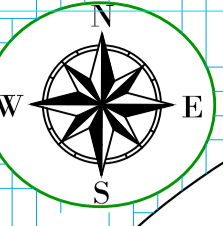
REVISAR:
APRUEBA:

PLANO:
ÁREA INUNDACIÓN TR= 50 AÑOS

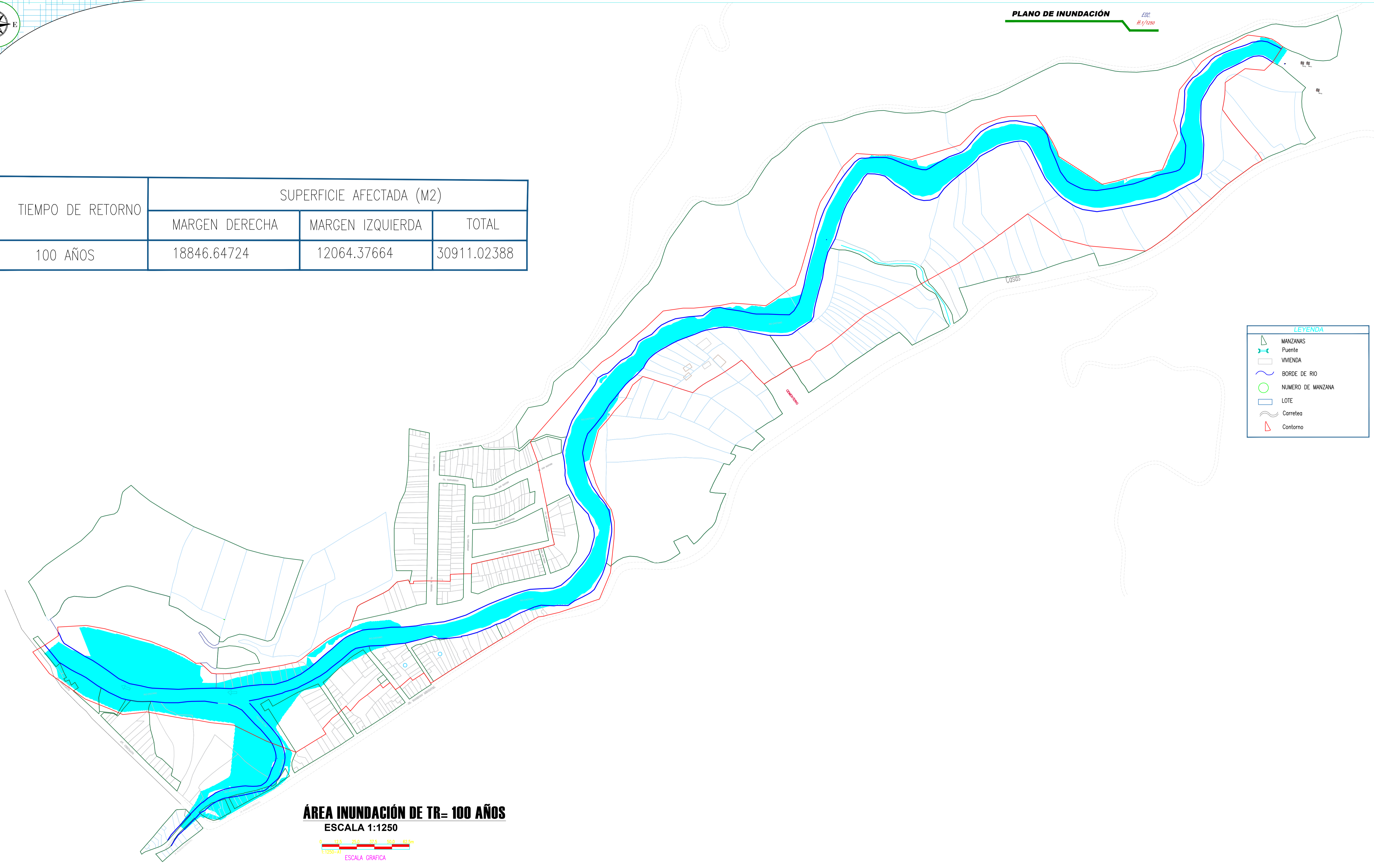
REGION: CAJAMARCA
PROVINCIA: CHOTA
DISTRITO: CHOTA

ESCALA: 1/1250
FECHA: CHOTA AGOSTO DEL 2023

LAMINA:
AI-02



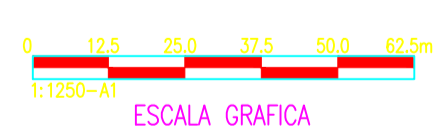
TIEMPO DE RETORNO	SUPERFICIE AFECTADA (M2)		
	MARGEN DERECHA	MARGEN IZQUIERDA	TOTAL
100 AÑOS	18846.64724	12064.37664	30911.02388



LEYENDA

	MANZANAS
	Puente
	VIVIENDA
	BORDE DE RIO
	NUMERO DE MANZANA
	LOTE
	Carretera
	Contorno

ÁREA INUNDACIÓN DE TR= 100 AÑOS
ESCALA 1:1250



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE CHOTA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES DEL RÍO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023"

ASESOR:
Dr. Ing. LUIS ALBERTO ORBEGOSO NAVARRO

DIBUJO Y DISEÑO:
Ruiz Idrogo Cristhian Antony
Nuñez Guevara Willy Alexander

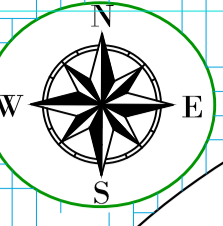
REVISAR:
APRUEBA:

PLANO:
ÁREA INUNDACIÓN TR= 100 AÑOS

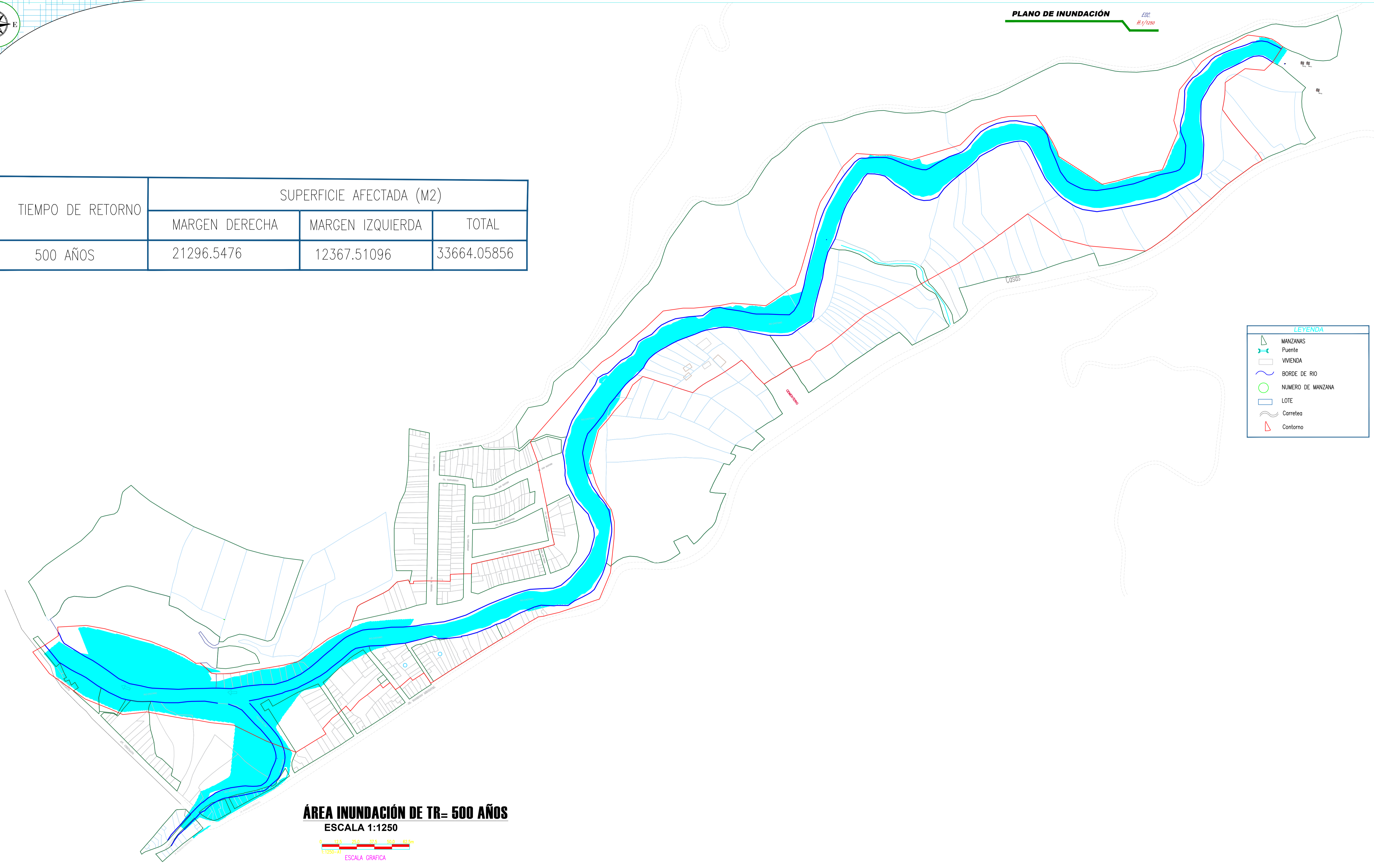
REGION: CAJAMARCA
PROVINCIA: CHOTA
DISTRITO: CHOTA

ESCALA: 1/1250
FECHA: CHOTA AGOSTO DEL 2023

LAMINA:
AI-03



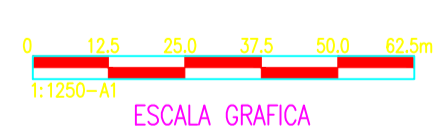
TIEMPO DE RETORNO	SUPERFICIE AFECTADA (M2)		
	MARGEN DERECHA	MARGEN IZQUIERDA	TOTAL
500 AÑOS	21296.5476	12367.51096	33664.05856



LEYENDA

	MANZANAS
	PUNTE
	VIVIENDA
	BORDE DE RÍO
	NUMERO DE MANZANA
	LOTE
	CARRETERA
	CONTORNO

ÁREA INUNDACIÓN DE TR= 500 AÑOS
ESCALA 1:1250



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE CHOTA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES DEL RÍO CHOTANO: PUNTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023"

ASESOR:
Dr. Ing. LUIS ALBERTO ORBEGOSO NAVARRO

DIBUJO Y DISEÑO:
Ruiz Idrogo Cristhian Antony
Nuñez Guevara Willy Alexander

REVISAR:
APRUEBA:

PLANO:
ÁREA INUNDACIÓN TR= 500 AÑOS

REGION: CAJAMARCA
PROVINCIA: CHOTA
DISTRITO: CHOTA

ESCALA: 1/1250
FECHA: CHOTA AGOSTO DEL 2023

LAMINA:
AI-04

(7) Mapas de riesgo

78°44'15"W

78°43'30"W

6°33'0"S

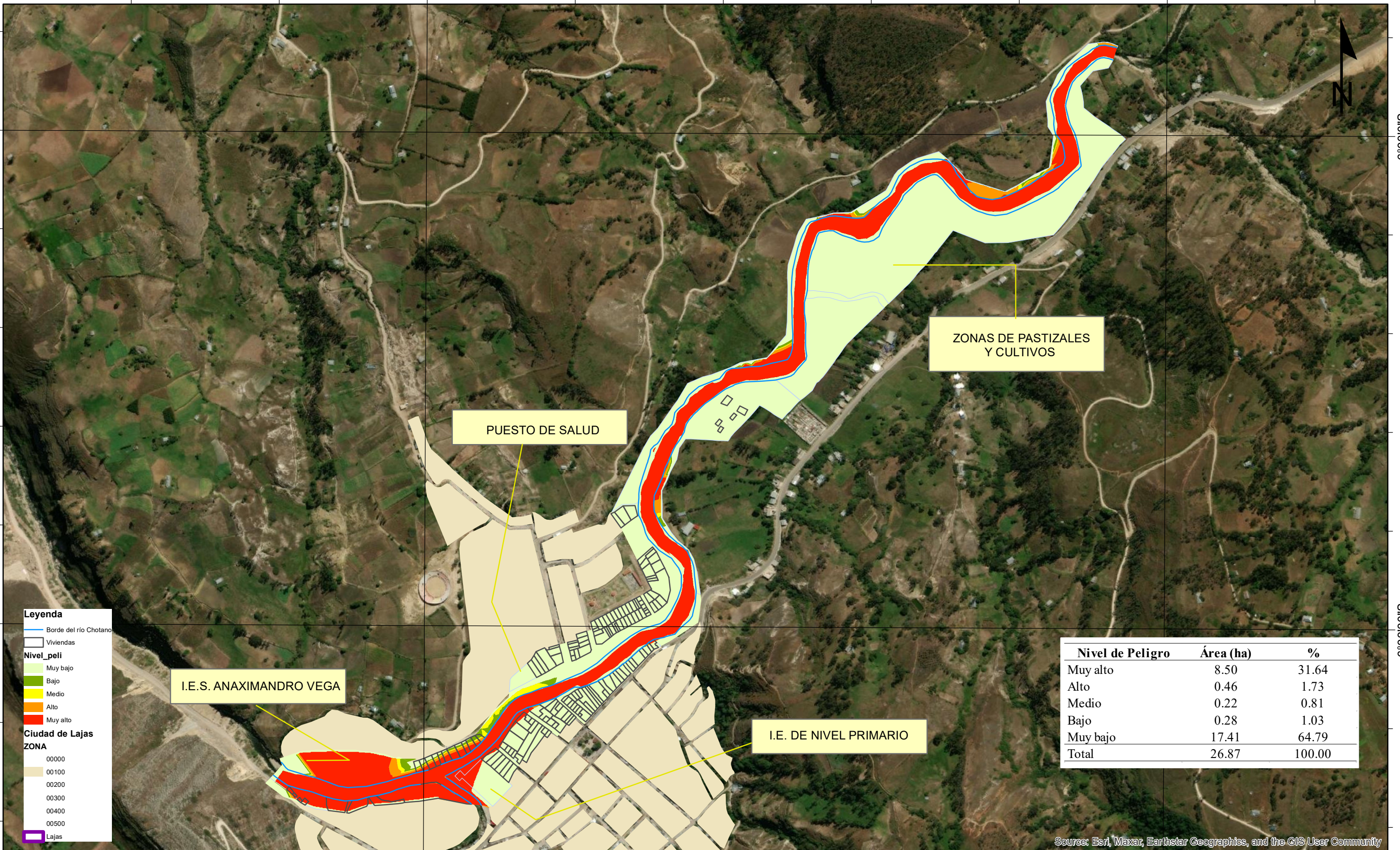
6°33'0"S

6°33'30"S

6°33'30"S

78°44'15"W

78°43'30"W



Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community



NIVEL DE PELIGRO A INUNDACIONES EN LAJAS
Área de influencia del río Chotano
R1

PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RÍO CHOTANO: PUEBLO LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023

TESISTAS
 WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
 CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO

ASESOR:
 Dr. Ing. LUIS ALBERTO ORBEGOSO NAVARRO

ESCALA: A3
 0 0.0125 0.05 0.075 0.1 Miles

FECHA:
 21/08/23

78°44'15"W

78°43'30"W

6°33'0"S

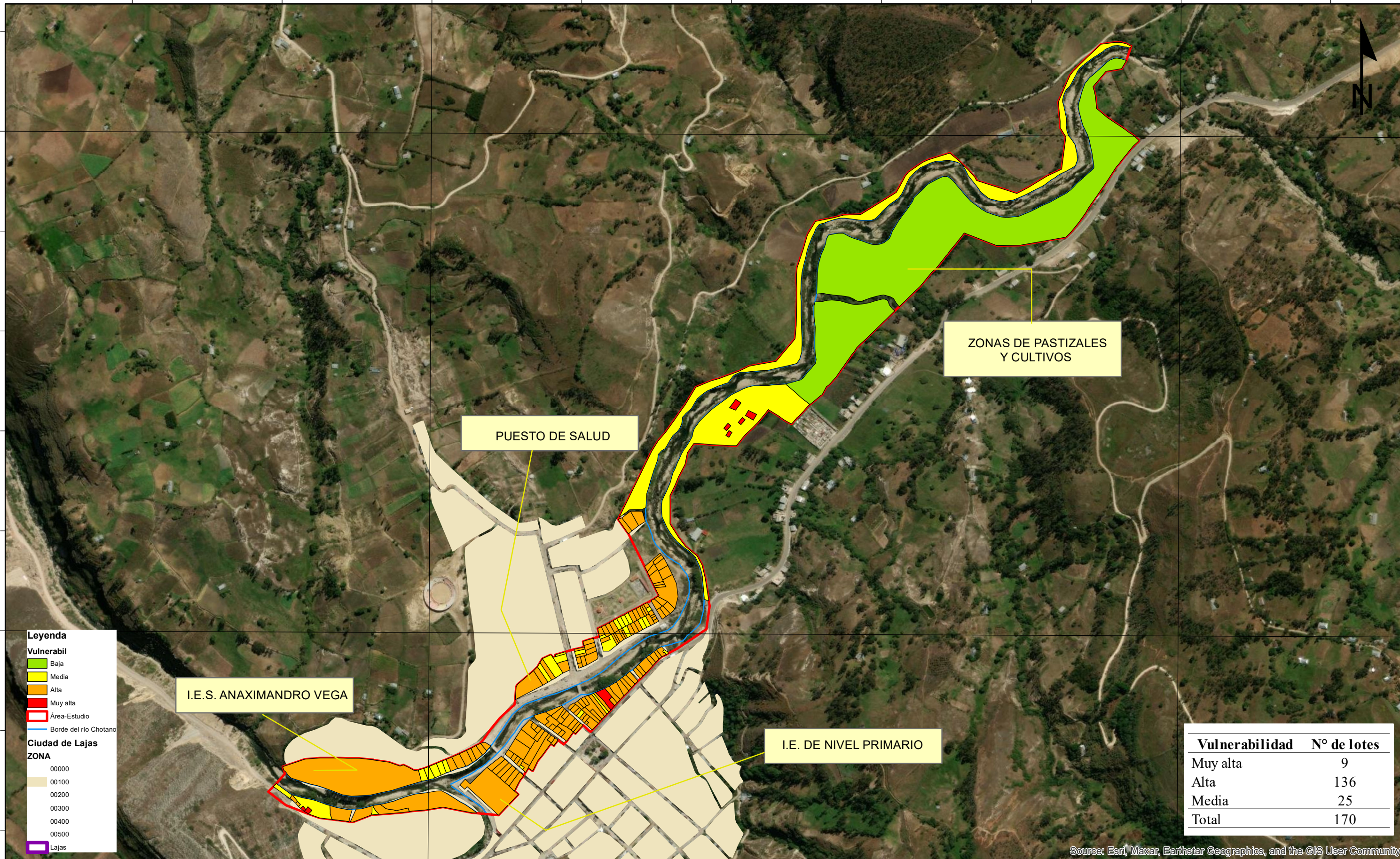
6°33'0"S

6°33'30"S

6°33'30"S

78°44'15"W

78°43'30"W



Leyenda

Vulnerabil

- Baja
- Media
- Alta
- Muy alta
- Área-Estudio
- Borde del río Chotano

Ciudad de Lajas

ZONA

- 00000
- 00100
- 00200
- 00300
- 00400
- 00500
- Lajas

Vulnerabilidad	N° de lotes
Muy alta	9
Alta	136
Media	25
Total	170

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community



NIVEL DE VULNERABILIDAD A INUNDACIONES EN LAJAS
Área de influencia del río Chotano
R2

PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RÍO CHOTANO: PUEBLO LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023

TESISTAS
 WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
 CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO

ASESOR:
 Dr. Ing. LUIS ALBERTO ORBEGOSO NAVARRO

ESCALA: A3
 0 0.0125 0.05 0.075 0.1 Miles

FECHA:
 21/08/23

78°44'15"W

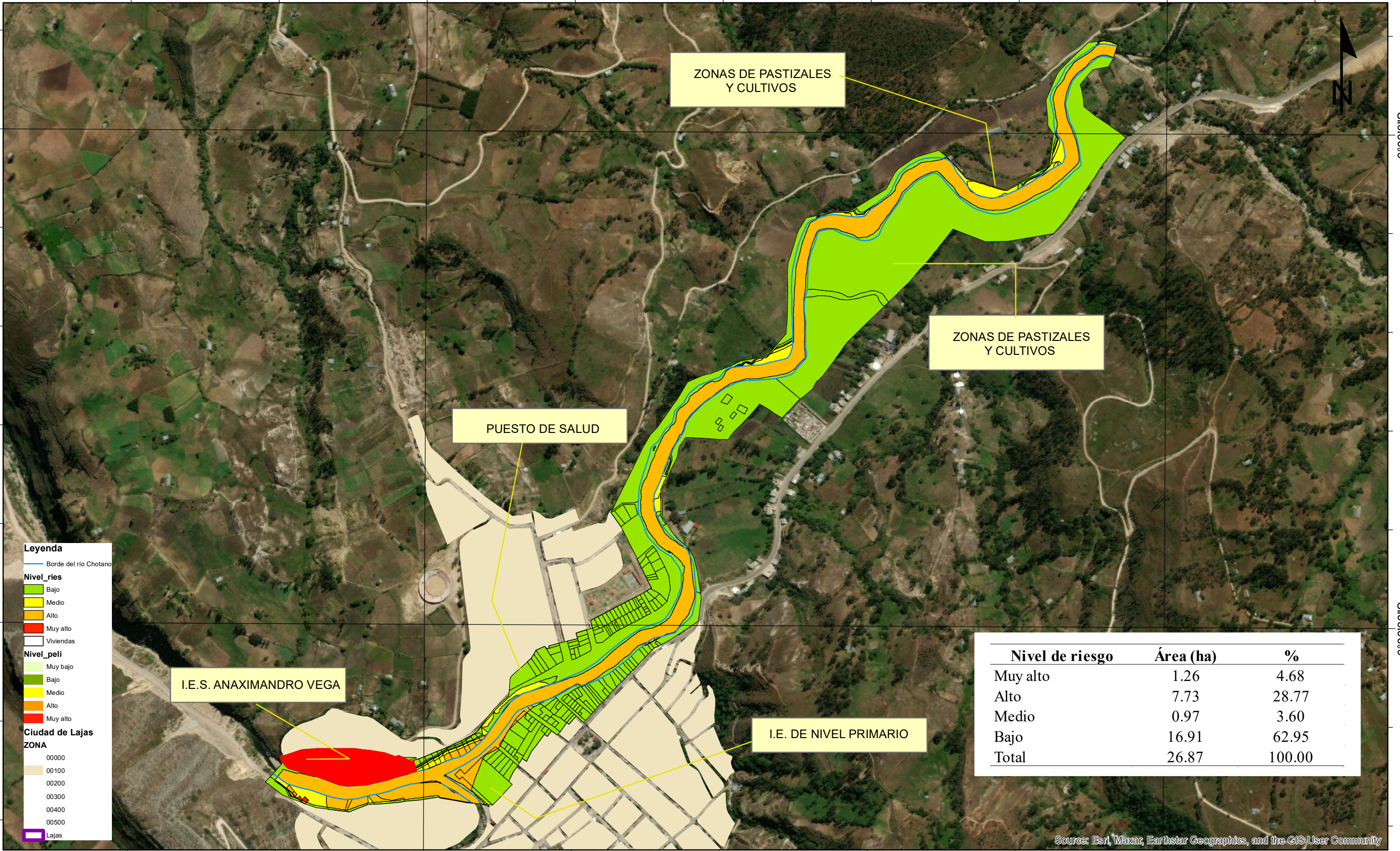
78°43'30"W

6°33'0"S

6°33'0"S

6°33'30"S

6°33'30"S



Leyenda

- Borde del río Chotano
- Nivel_ries
 - Bajo
 - Medio
 - Alto
 - Muy alto
- Nivel_peli
 - Muy bajo
 - Bajo
 - Medio
 - Alto
 - Muy alto
- Ciudad de Lajas
 - ZONA
 - 00000
 - 00100
 - 00200
 - 00300
 - 00400
 - 00500
 - Lajas

Nivel de riesgo	Área (ha)	%
Muy alto	1.26	4.68
Alto	7.73	28.77
Medio	0.97	3.60
Bajo	16.91	62.95
Total	26.87	100.00

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community

78°44'15"W

78°43'30"W



NIVEL DE RIESGO A INUNDACIONES EN LAJAS
 Área de influencia del río Chotano
R3

PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RÍO CHOTANO: PUEBLO LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023

TESISTAS
 WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
 CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO

ASESOR:
 Dr. Ing. LUIS ALBERTO ORBEGOSO NAVARRO

ESCALA: A3
 0 0.0125 0.05 0.075 0.1 Miles

FECHA:
 21/08/23

(8) Mapas de propuestas de contención

78°44'15"W

78°43'30"W

6°33'0"S

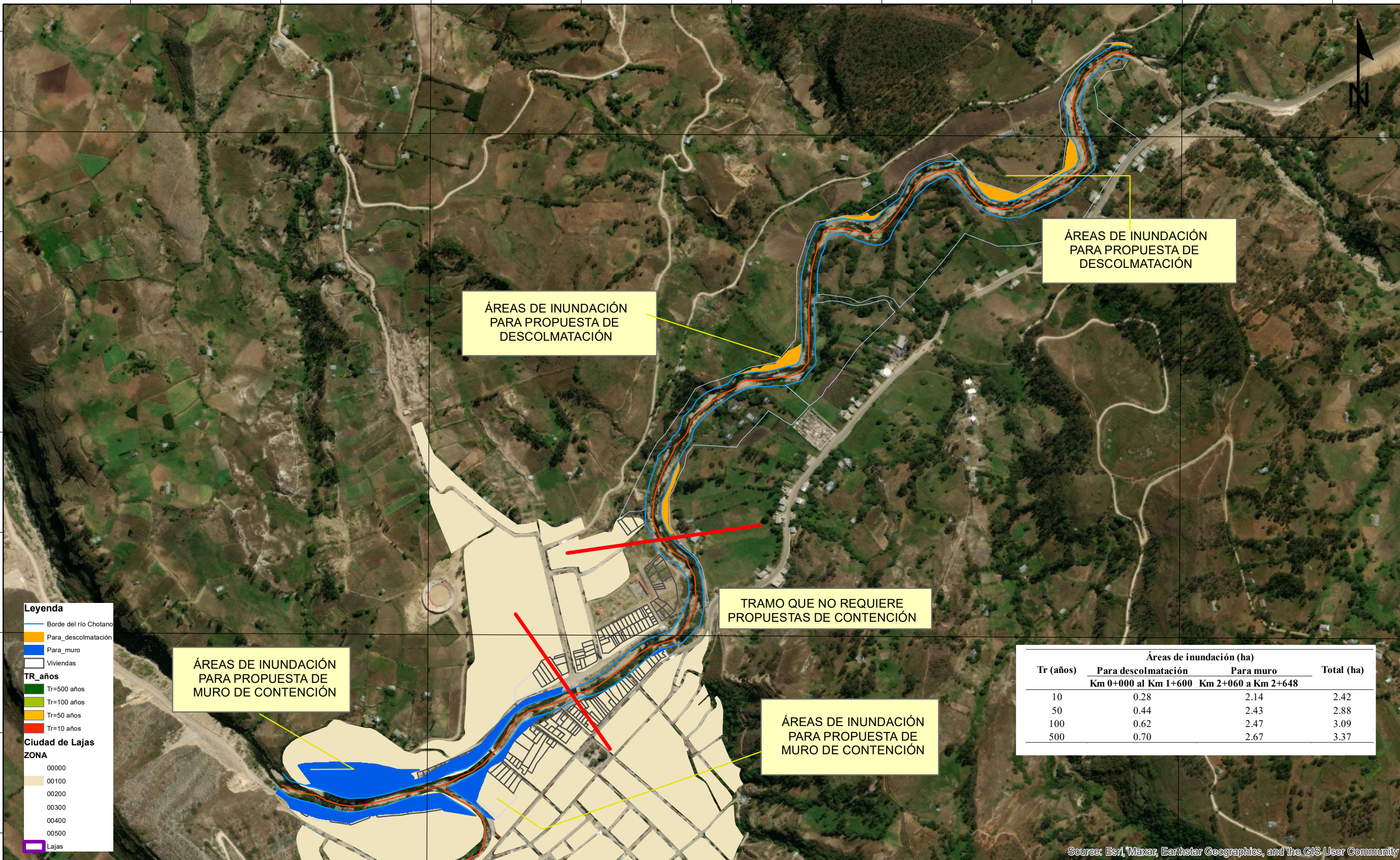
6°33'0"S

6°33'30"S

6°33'30"S

78°44'15"W

78°43'30"W



ÁREAS DE INUNDACIÓN PARA PROPUESTA DE DESCOLMATACIÓN

ÁREAS DE INUNDACIÓN PARA PROPUESTA DE DESCOLMATACIÓN

ÁREAS DE INUNDACIÓN PARA PROPUESTA DE MURO DE CONTENCIÓN

TRAMO QUE NO REQUIERE PROPUESTAS DE CONTENCIÓN

ÁREAS DE INUNDACIÓN PARA PROPUESTA DE MURO DE CONTENCIÓN

Tr (años)	Áreas de inundación (ha)		Total (ha)
	Para descolmatación Km 0+000 al Km 1+600	Para muro Km 2+060 a Km 2+648	
10	0.28	2.14	2.42
50	0.44	2.43	2.88
100	0.62	2.47	3.09
500	0.70	2.67	3.37

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community

Universidad Nacional Autónoma de Chota
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

ÁREAS DE INUNDACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE PROPUESTAS DE CONTENCIÓN
P1

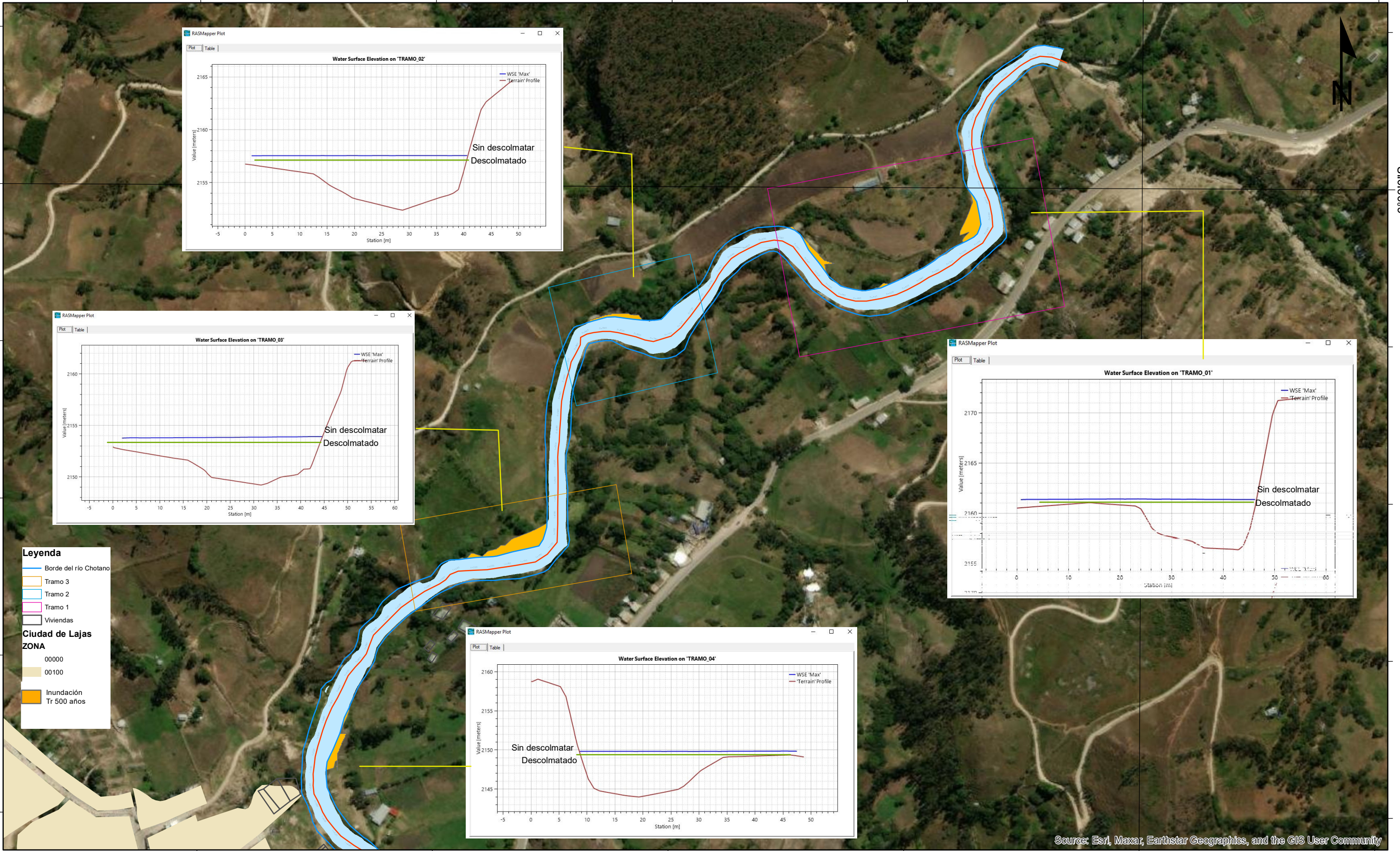
PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RÍO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023

TESISTAS
WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO

ASESOR:
Dr. Ing. LUIS ALBERTO ORBEGOSO NAVARRO

ESCALA: A3
0.0 0.125 0.25 0.5 1 Miles

FECHA:
21/08/23



Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community



INUNDACIÓN DESPUÉS DE LA DESCOLMATACIÓN EN EL RÍO CHOTANO, LAJAS

P3

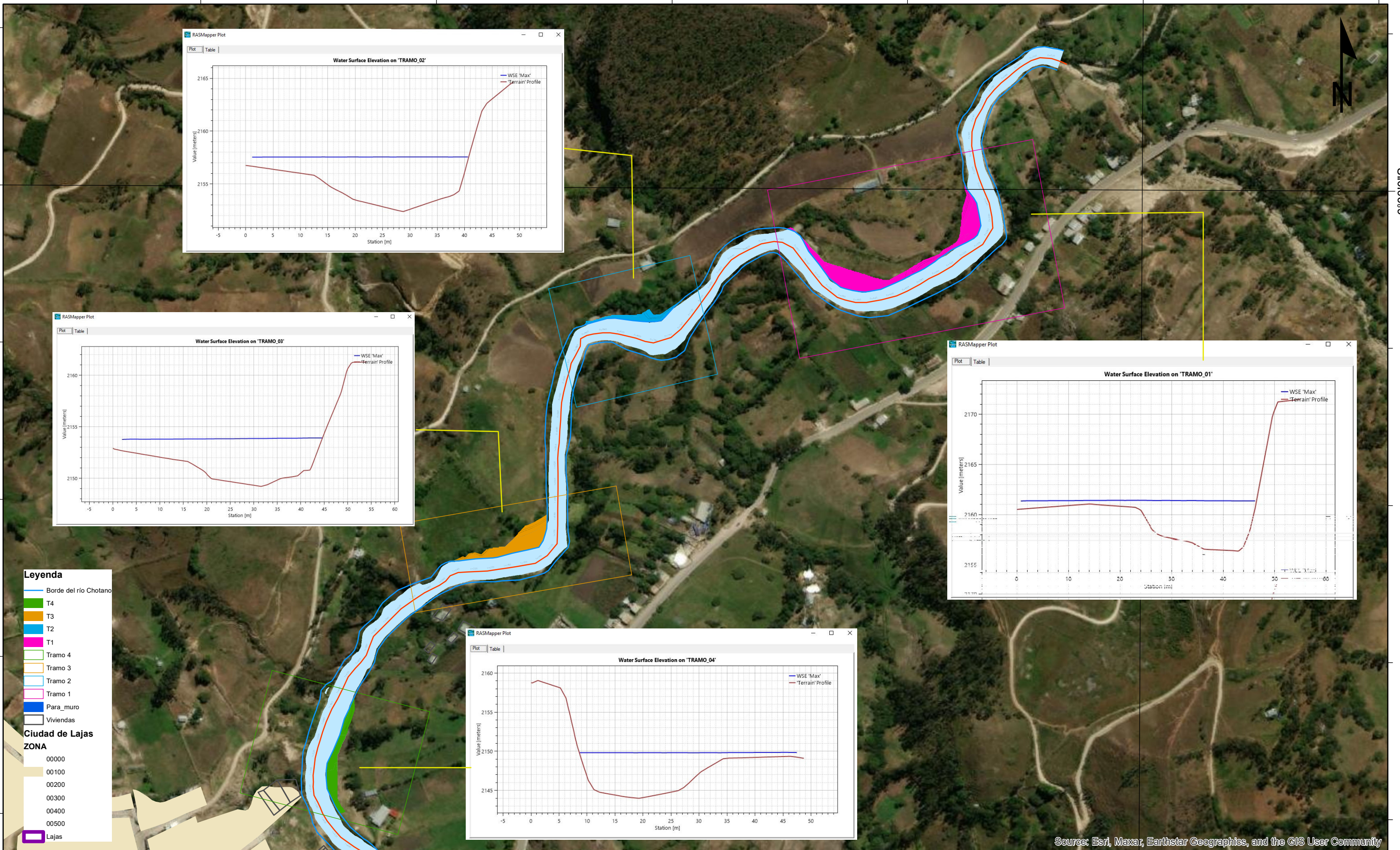
PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RÍO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023

TESISTAS
WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO

ASESOR:
Dr. Ing. LUIS ALBERTO ORBEGOSO NAVARRO

ESCALA: A3
0.007815 0.03 0.045 0.06 Miles

FECHA:
21/08/23



Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community



Universidad Nacional Autónoma de Chota
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

ÁREAS DE DESCOLMATACIÓN EN EL RÍO CHOTANO, LAJAS

P2

PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RÍO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023

TESISTAS

WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO

ASESOR:

Dr. Ing. LUIS ALBERTO ORBEGOSO NAVARRO

ESCALA: A3
0.007815 0.03 0.045 0.06 Miles

FECHA: 21/08/23

Leyenda

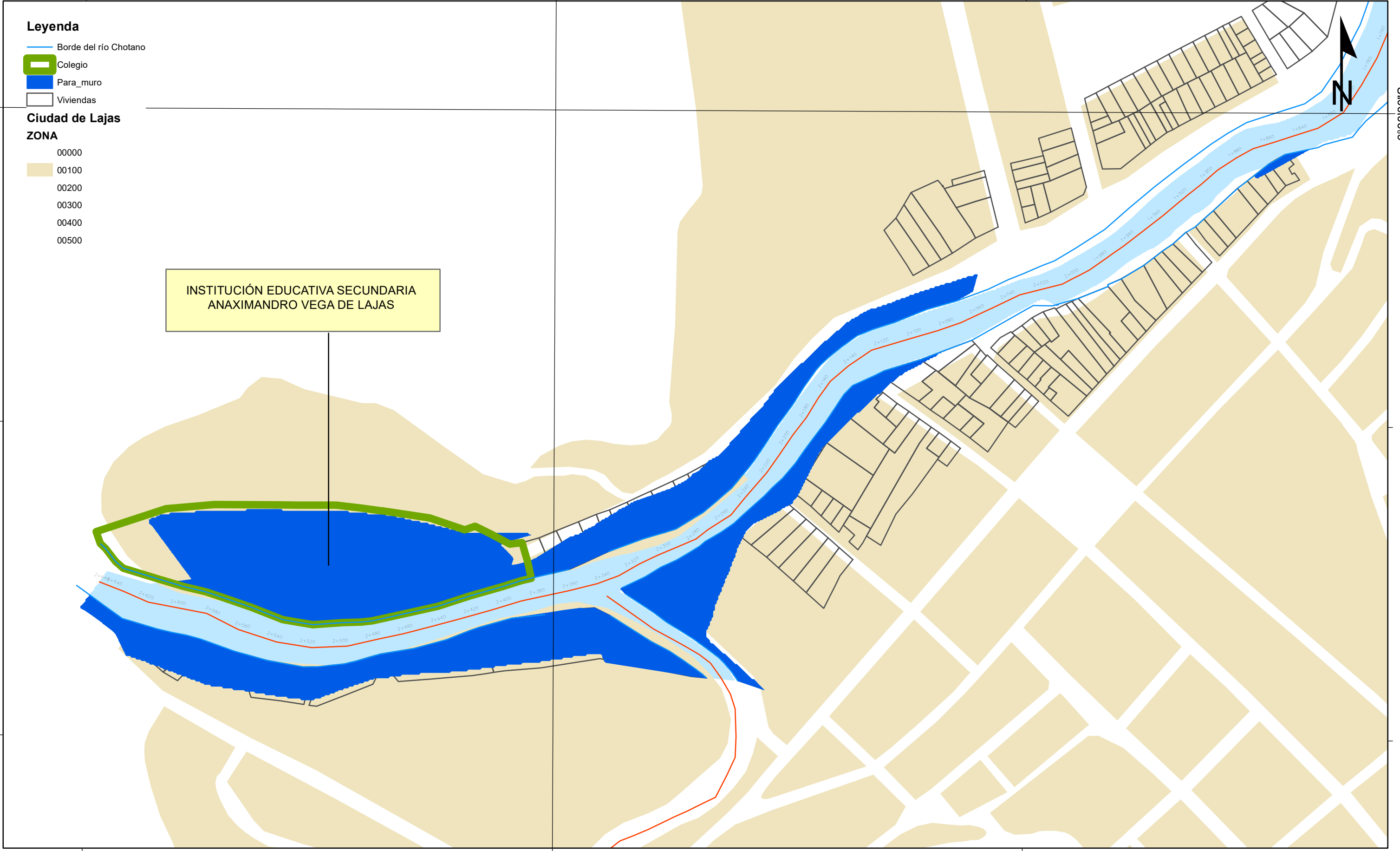
- Borde del río Chotano
- Colegio
- Para_muro
- Viviendas

Ciudad de Lajas

ZONA

- 00000
- 00100
- 00200
- 00300
- 00400
- 00500

**INSTITUCIÓN EDUCATIVA SECUNDARIA
ANAXIMANDRO VEGA DE LAJAS**



**UBICACIÓN DE LOS MUROS
DE CONTENCIÓN FRENTE A
INUNDACIÓN POR DESBORDE
DEL RÍO CHOTANO, LAJAS**

P4

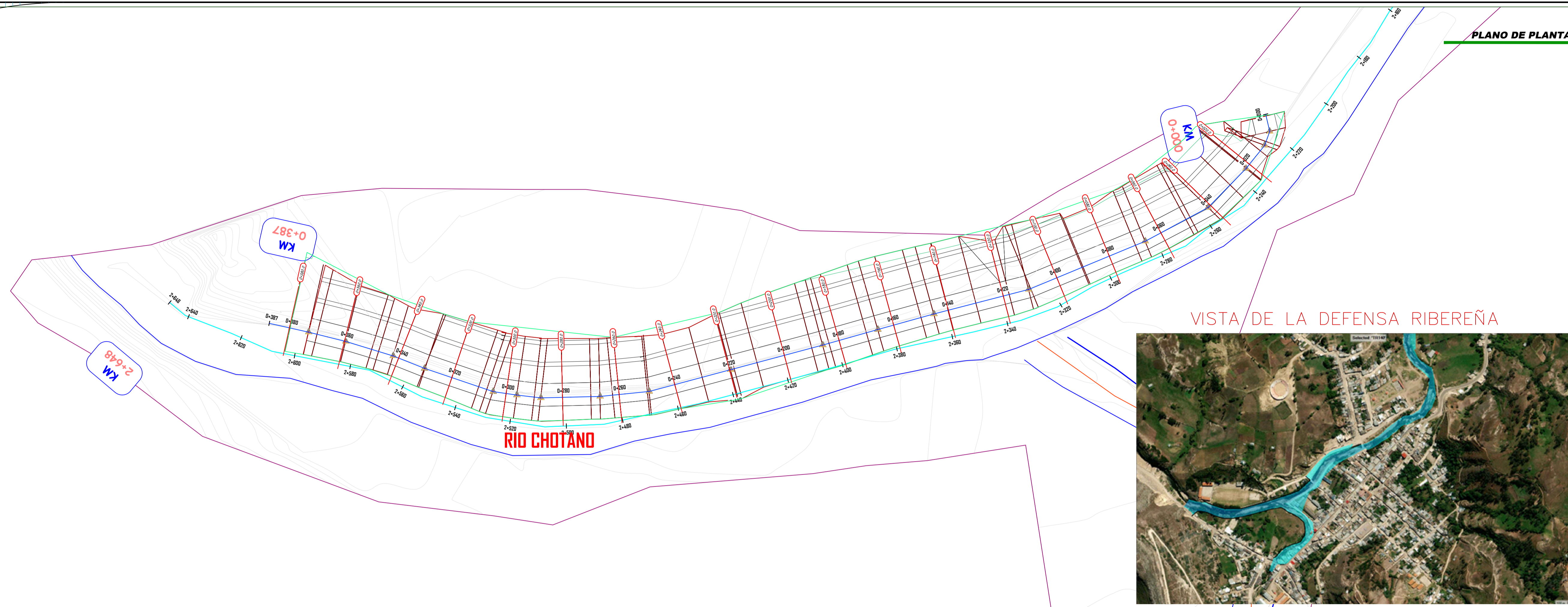
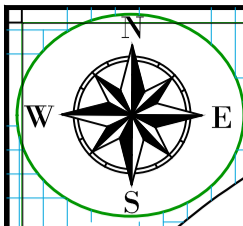
**PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES POR DESBORDE DEL RÍO CHOTANO:
PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023**

TESISTAS
 WILLY ALEXANDER NÚÑEZ GUEVARA
 CRISTHIAN ANTONY RUIZ IDROGO

ASESOR:
 Dr. Ing. LUIS ALBERTO ORBEGOSO NAVARRO

ESCALA: A3
 00.00 008 0.016 0.024 0.032 Miles

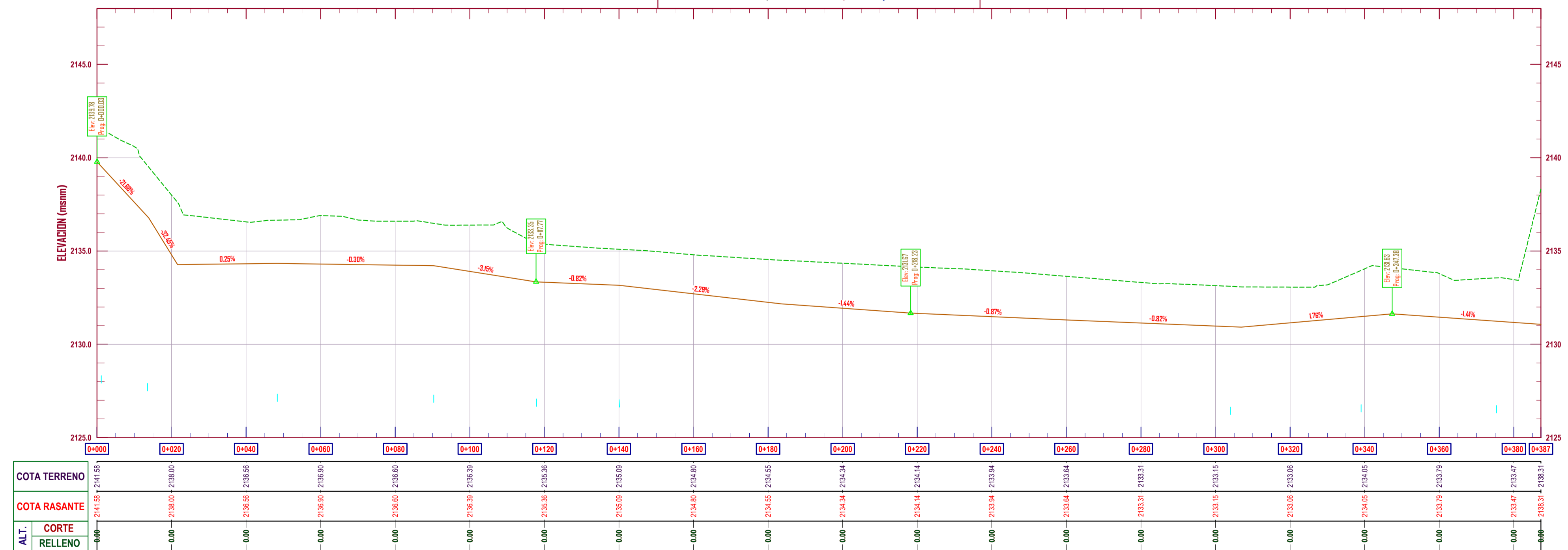
FECHA:
 21/08/23



VISTA DE LA DEFENSA RIBEREÑA



PERFIL DEFENSA RIBEREÑA MURO KM 0+00 al 0+380
Esc. H = 1/200 - Esc. V = 1/40 - Exp. 5m



LEYENDA

- Curva Mayor
- Curva Menor
- Punto Fijo
- Punto De BMs
- Calicata
- Rio y/o Quebrada
- Acceso
- Viviendas



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE CHOTA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES DEL RÍO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023"

ASESOR:
Dr. Ing. LUIS ALBERTO ORBEGOSO NAVARRO

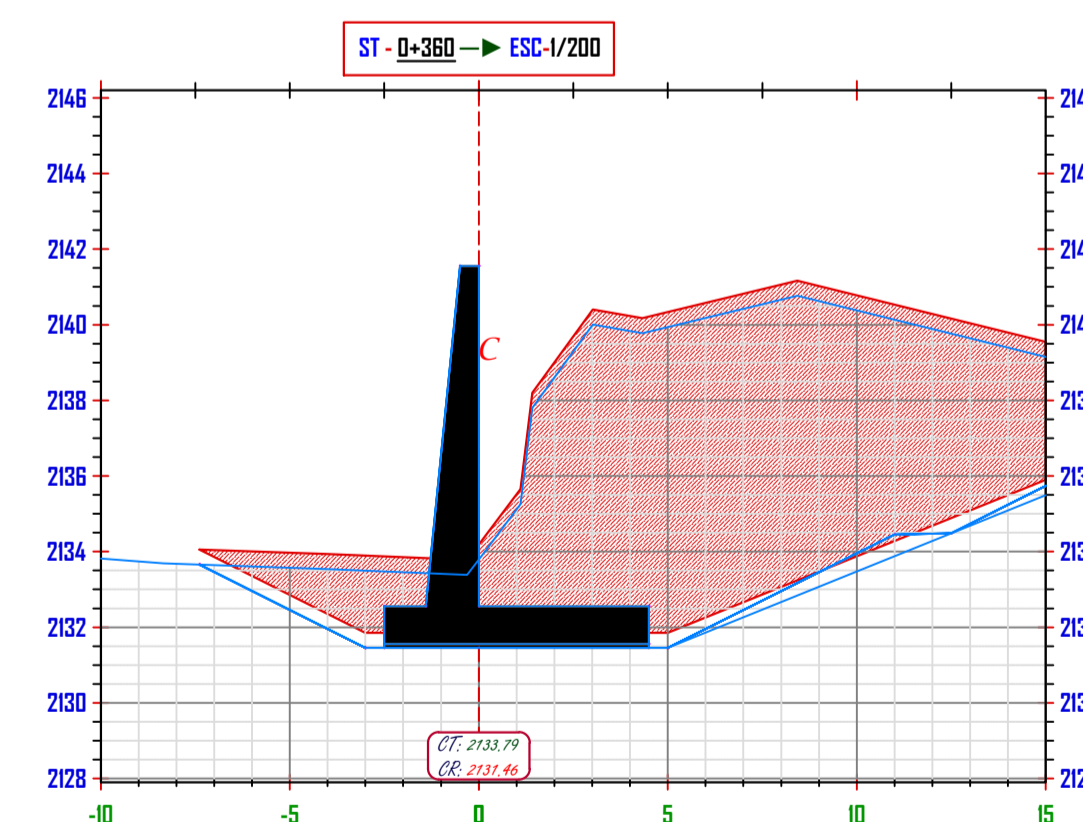
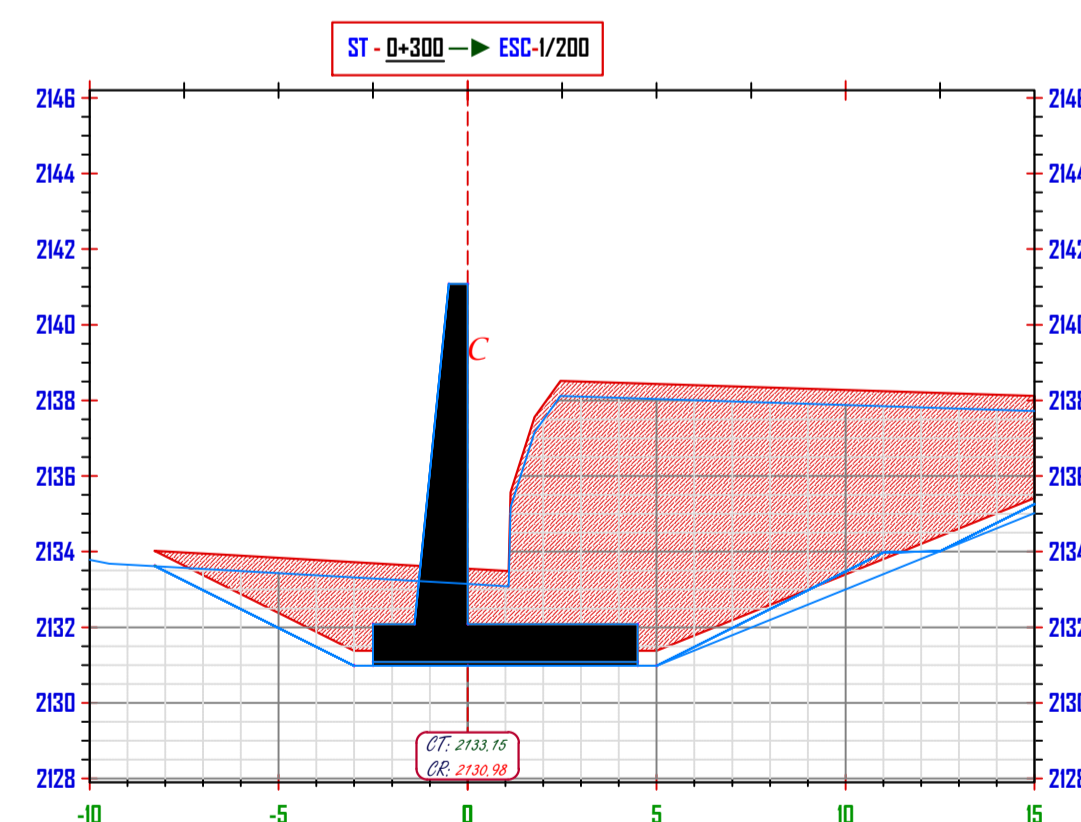
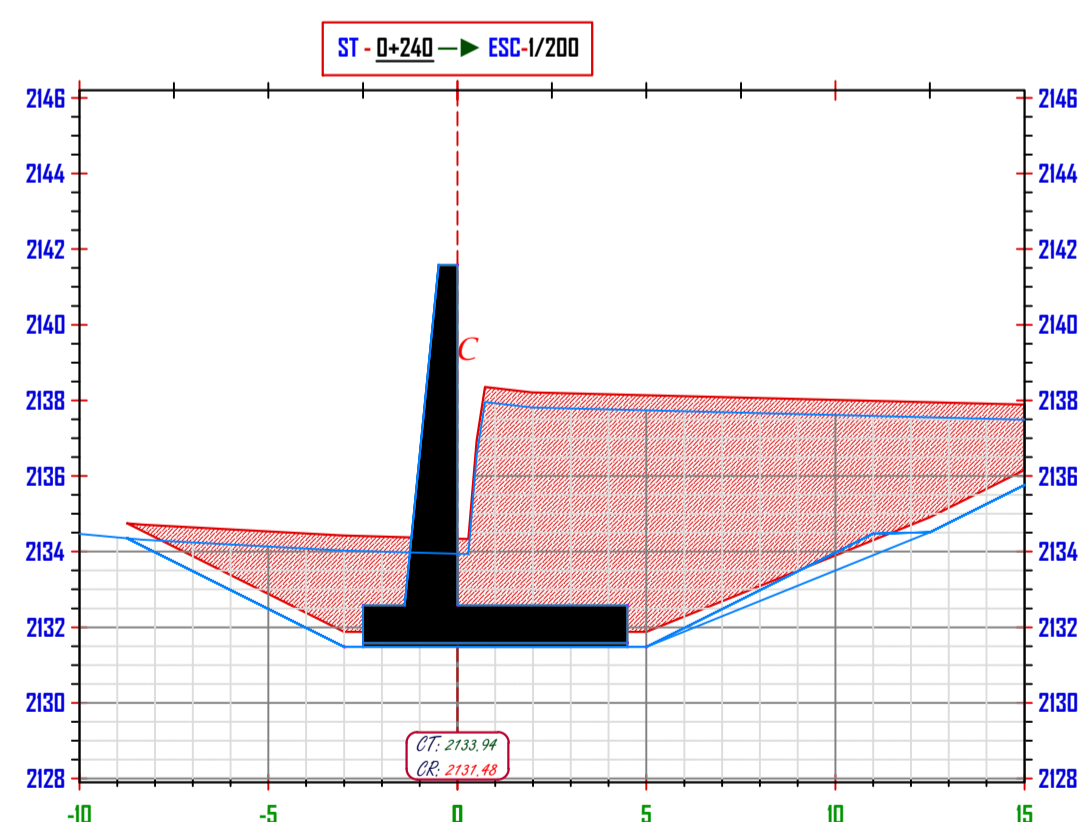
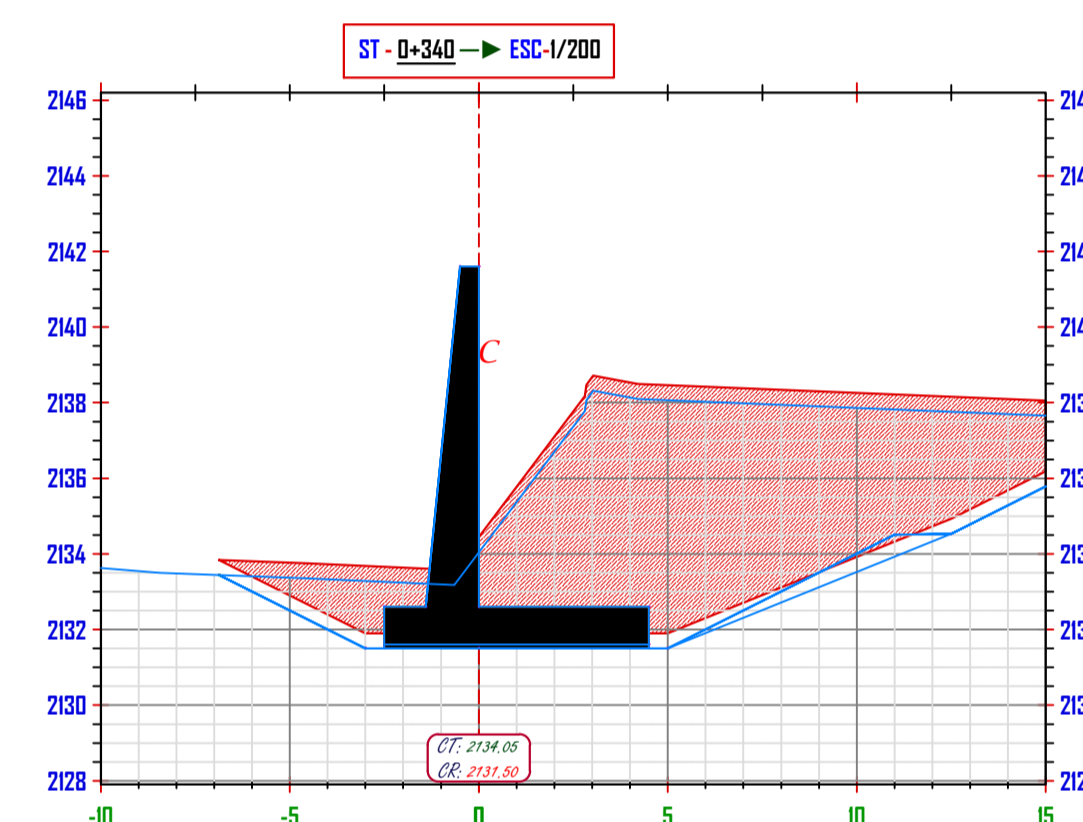
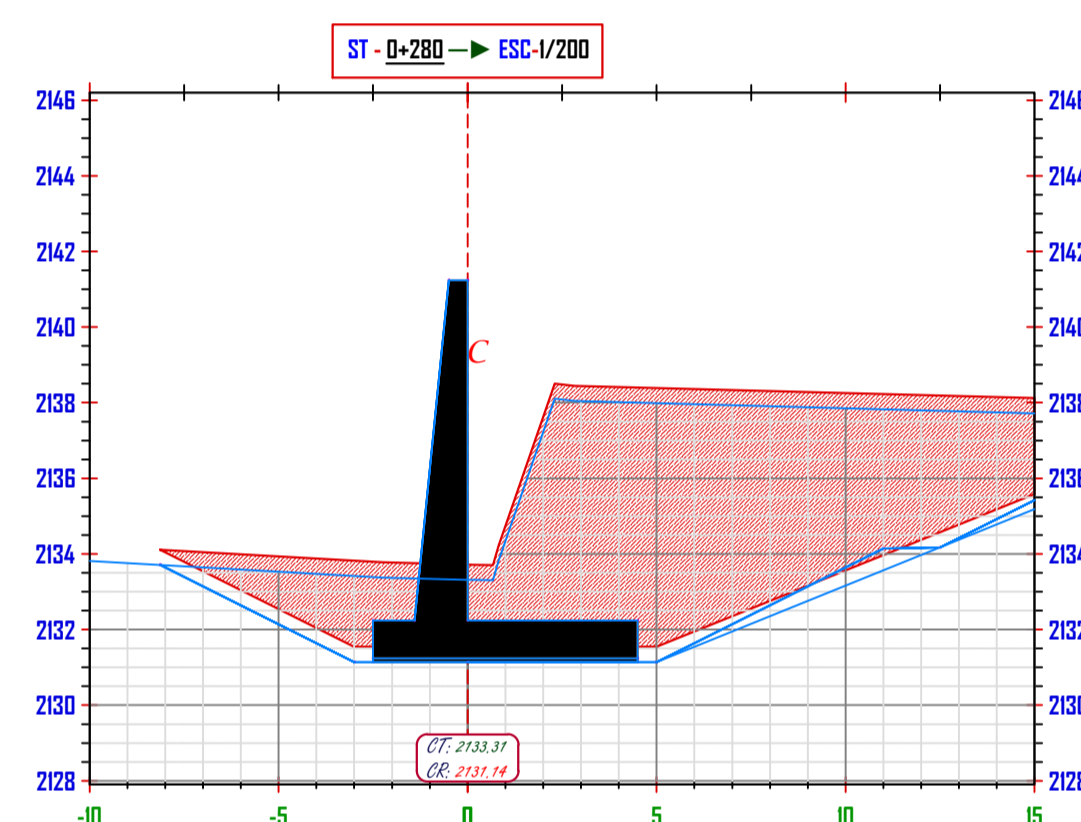
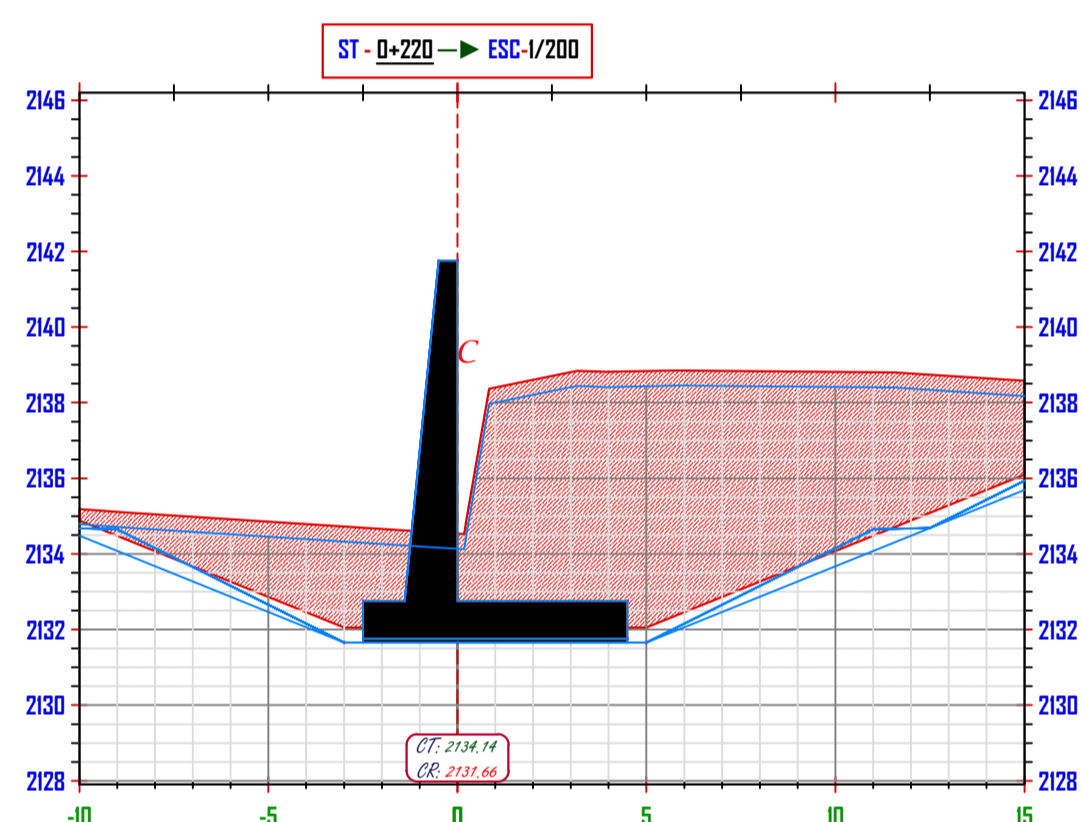
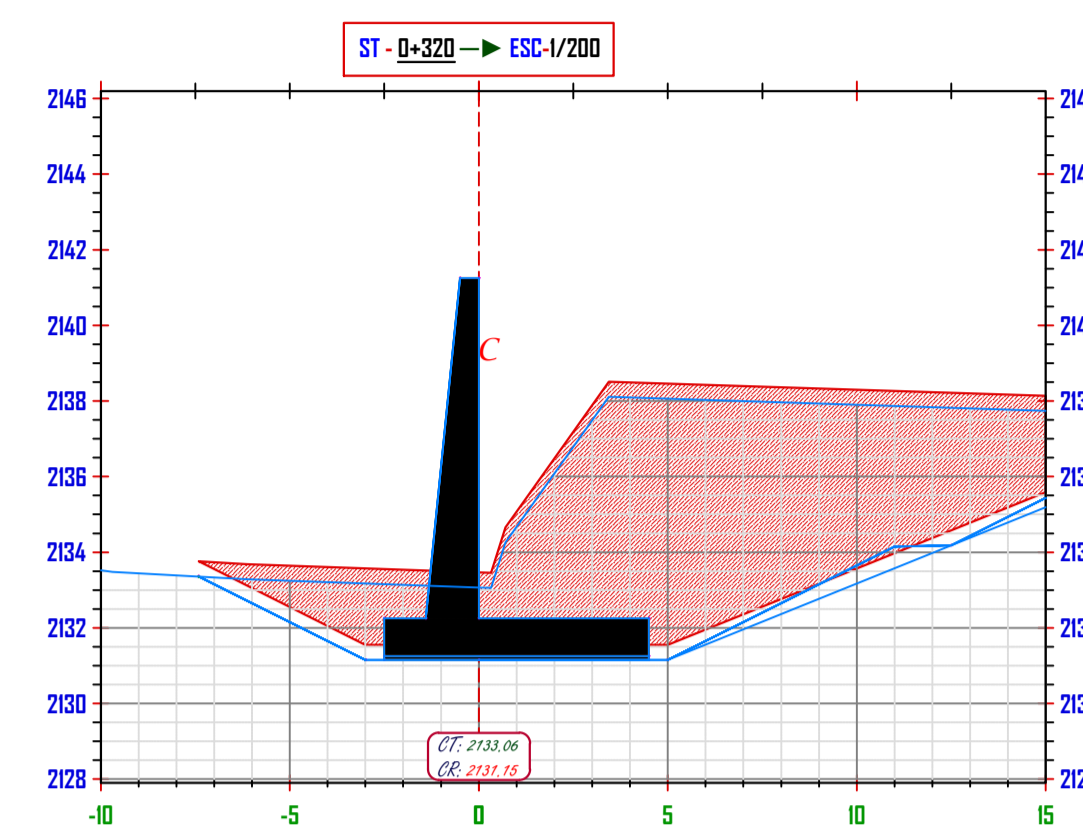
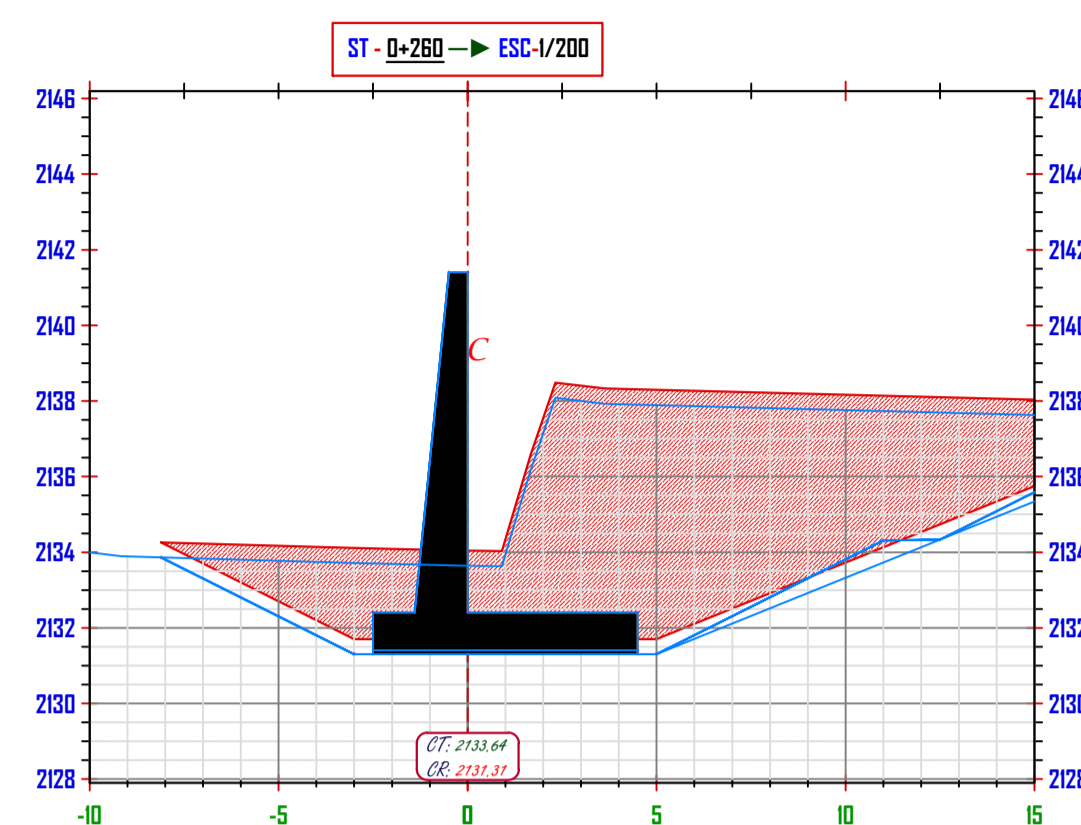
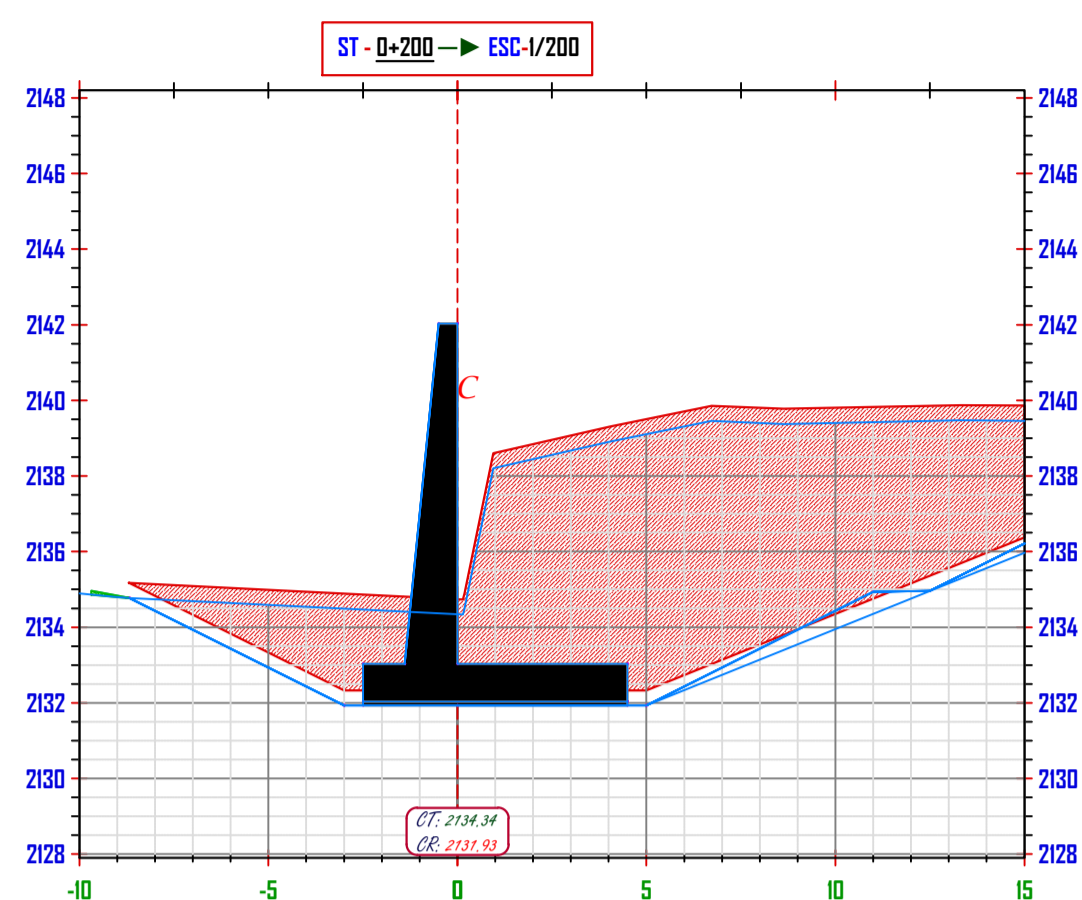
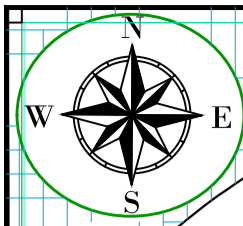
DIBUJO Y DISEÑO:
Ruiz Idrogo Cristhian Antony
Nuñez Guevara Willy Alexander

REVISAR:
APRUEBA:

PLANO:
PLANTA Y PERFIL-DEFENSA RIBEREÑA KMO+00 AL 0+380

REGION: CAJAMARCA
PROVINCIA: CHOTA
DISTRITO: CHOTA
ESCALA:
FECHA: CHOTA GOSTO DEL 2023

LAMINA:
DR-01



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE CHOTA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES DEL RÍO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023"

ASESOR:
Dr. Ing. LUIS ALBERTO ORBEGOSO NAVARRO

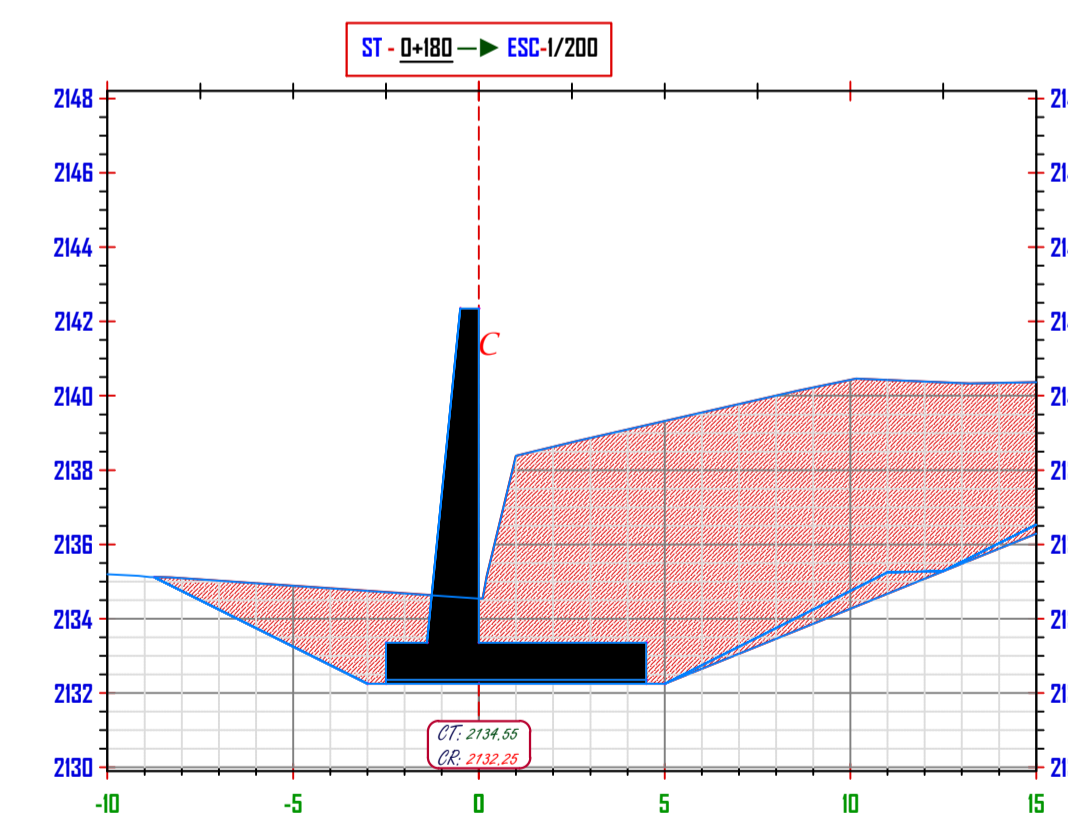
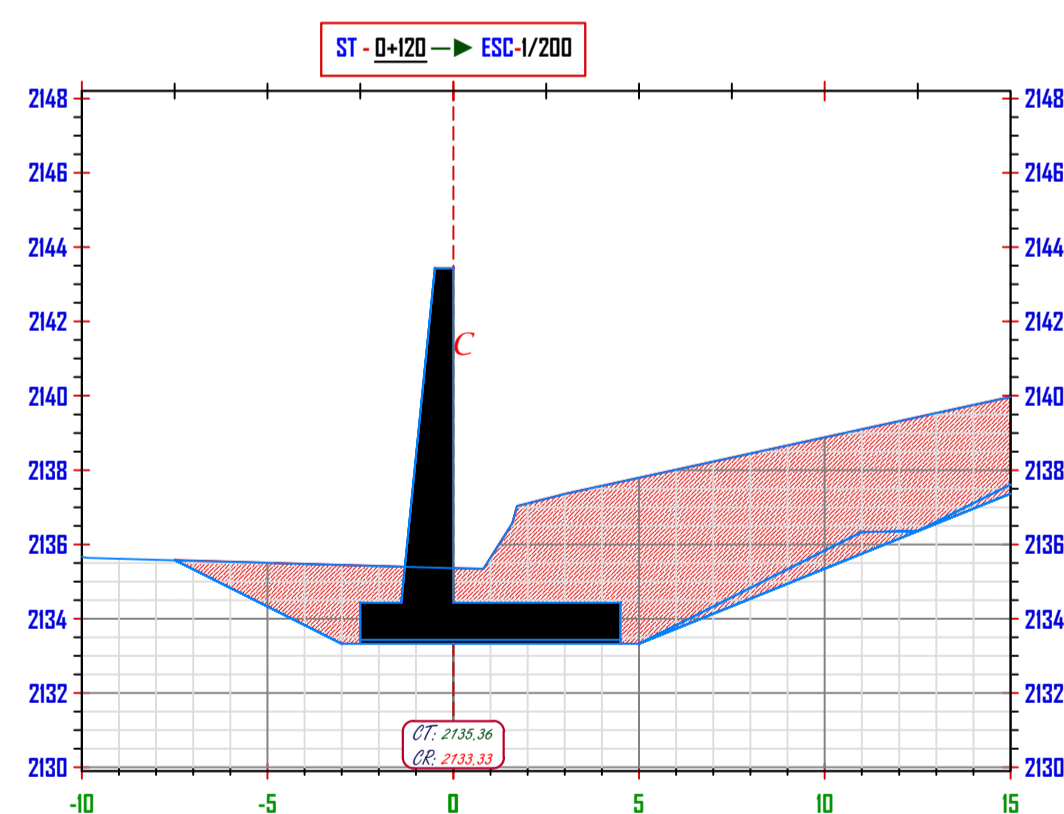
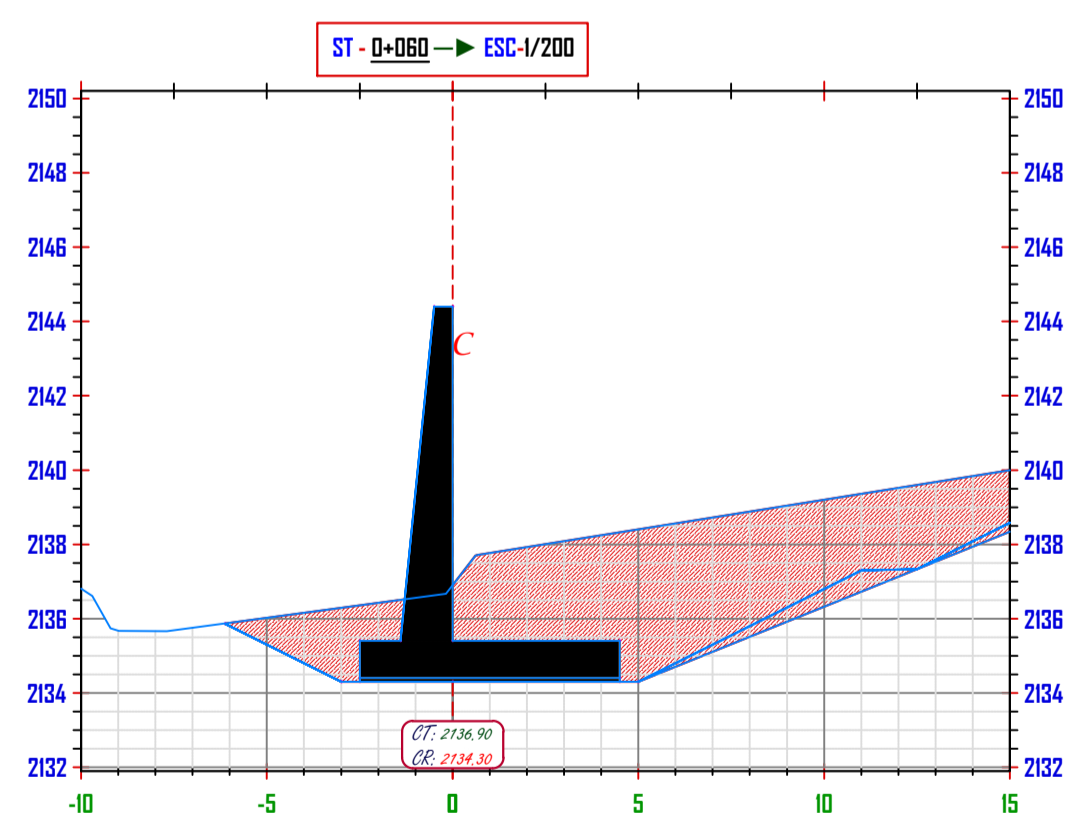
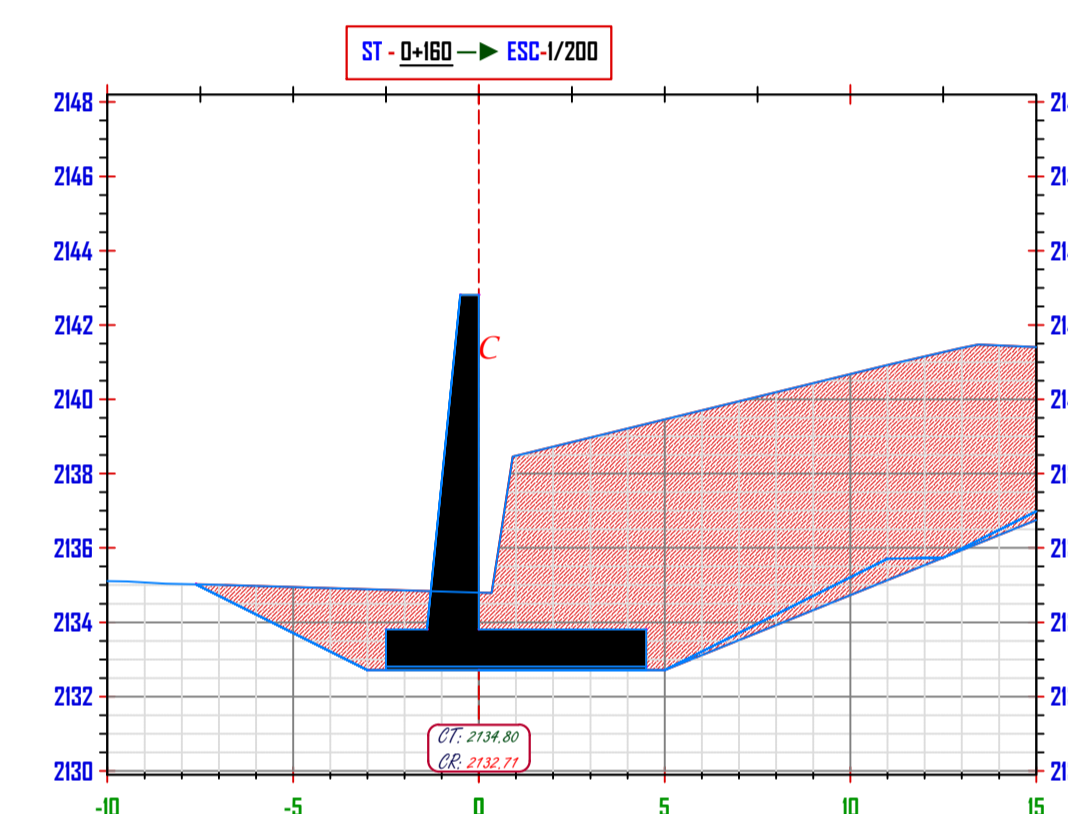
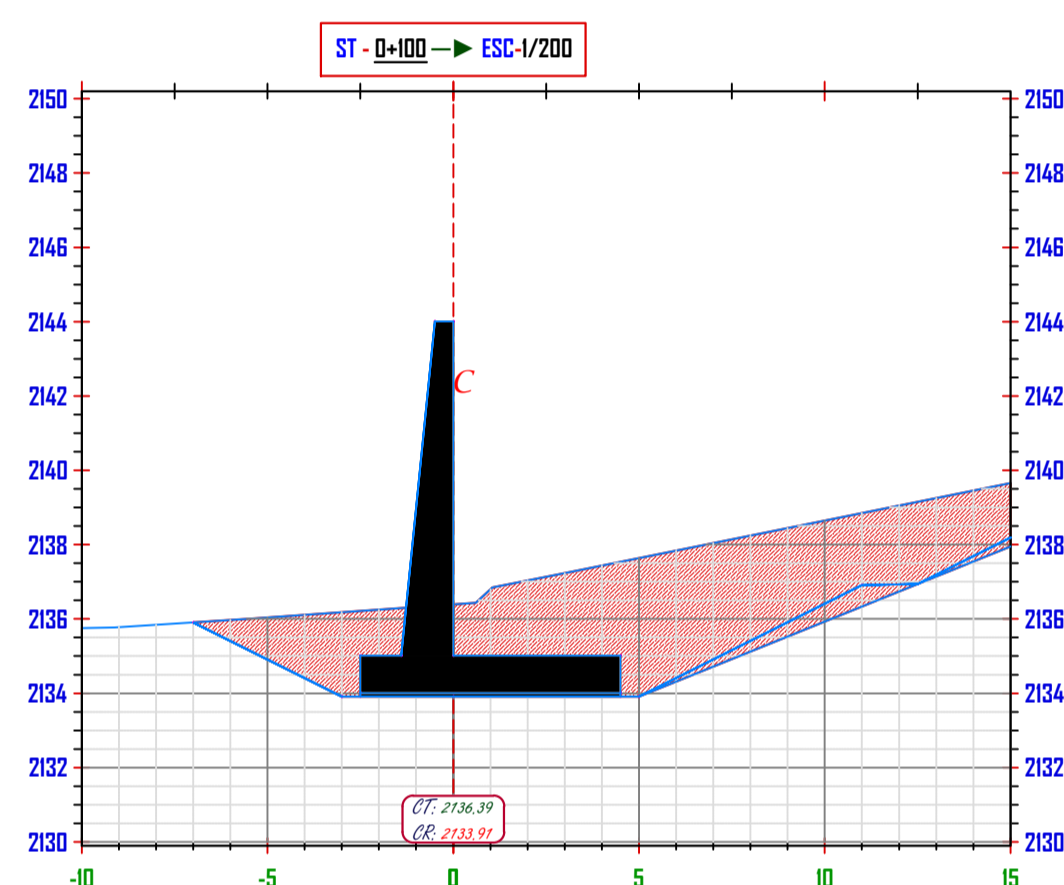
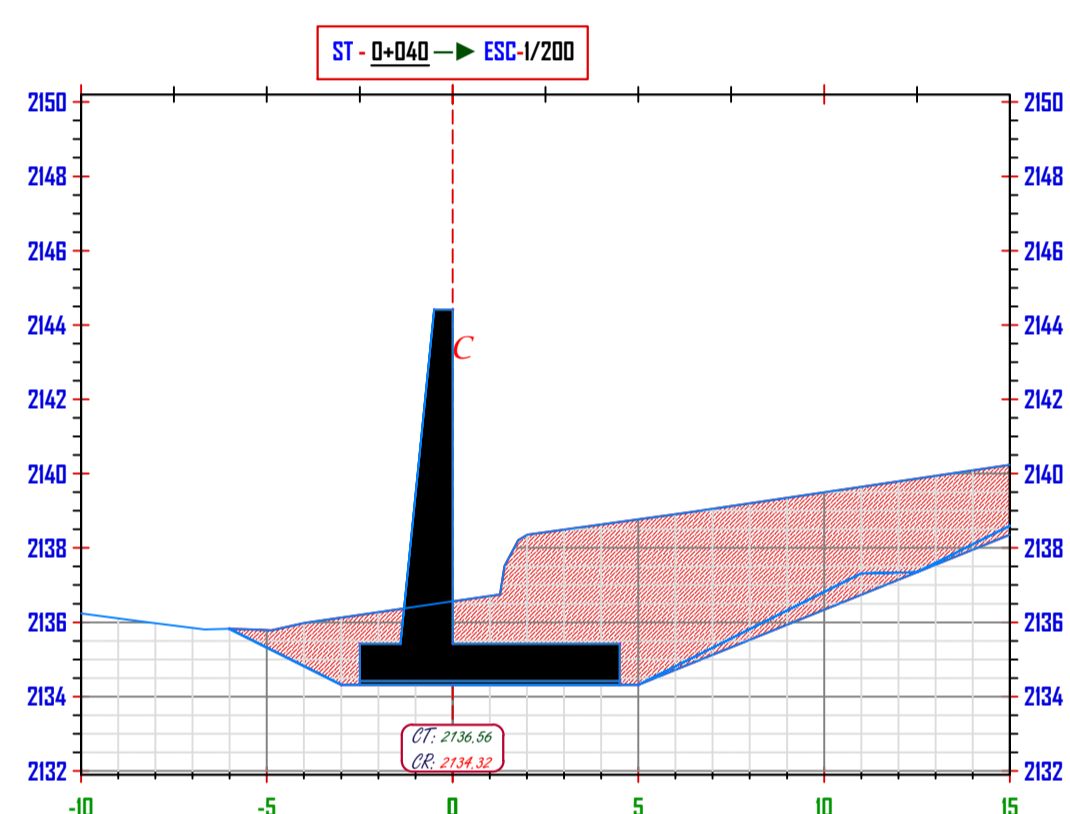
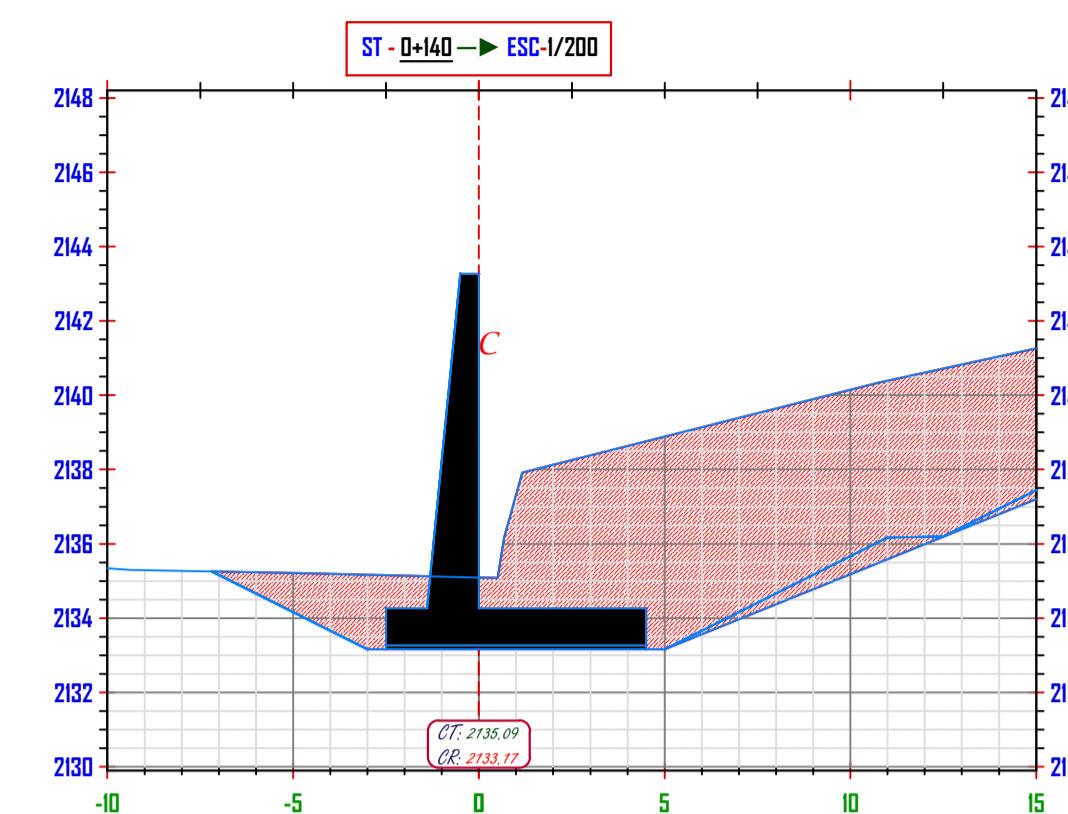
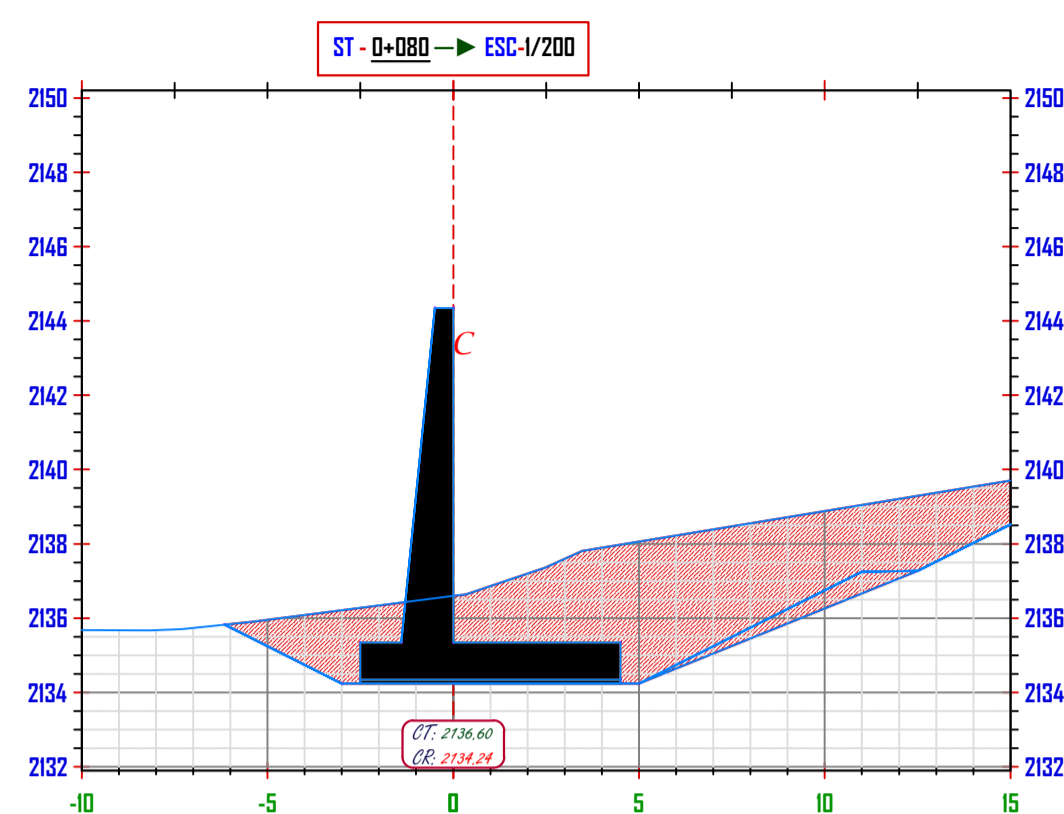
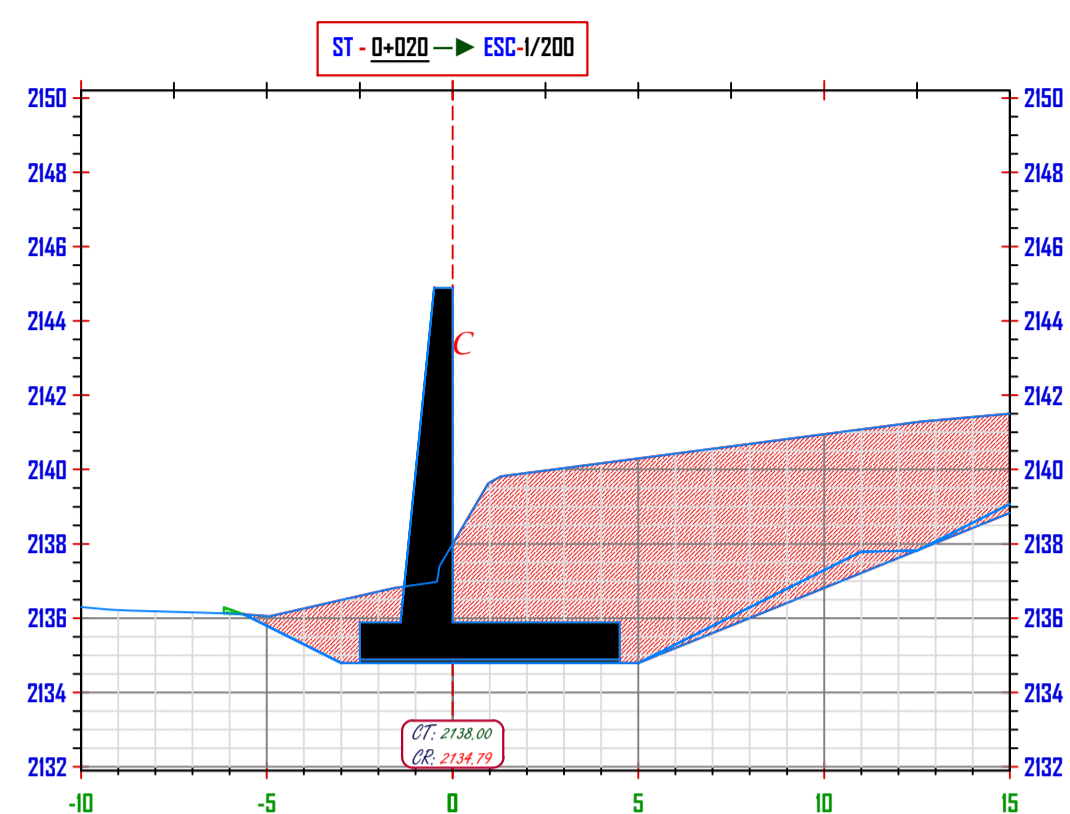
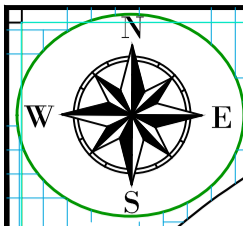
DIBUJO Y DISEÑO:
Ruiz Idrogo Cristhian Antony
Nuñez Guevara Willy Alexander

REVISÁ:
APRUEBA:

PLANO:
SECCIONES KM 0+200 A 0+380

REGION: CAJAMARCA
PROVINCIA: CHOTA
DISTRITO: CHOTA
ESCALA: 1/200
FECHA: CHOTA GOSTO DEL 2023

LAMINA:
ST-02



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE CHOTA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS: "PLAN DE CONTINGENCIA ANTE INUNDACIONES DEL RÍO CHOTANO: PUENTE LA RETAMA HASTA LA I.E.S. ANAXIMANDRO VEGA, LAJAS, 2023"

ASESOR:
Dr. Ing. LUIS ALBERTO ORBEGOSO NAVARRO

DIBUJO Y DISEÑO:
Ruiz Idrogo Cristhian Antony
Nuñez Guevara Willy Alexander

REVISÁ:
APRUEBA:

PLANO:
SECCIONES KM 0+20 A 0+180

REGION: CAJAMARCA
PROVINCIA: CHOTA
DISTRITO: CHOTA
ESCALA: 1/200
FECHA: CHOTA GOSTO DEL 2023

LAMINA:
ST-01