

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL Y DE RECURSOS
NATURALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL Y DE
RECURSOS NATURALES



**“EVALUACIÓN DEL RIESGO Y ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD POR
INUNDACIÓN FLUVIAL EMPLEANDO HERRAMIENTAS DE SISTEMAS DE
INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE
SATIPO, PROVINCIA DE SATIPO, REGIÓN JUNÍN, PERIODO 2000 – 2020.”**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO AMBIENTAL Y DE
RECURSOS NATURALES**

AUTORES: AARON ALEXANDER GRAOS FERNANDEZ

ROBERTO DANIEL PALACIOS YÁBAR

JORGE JEAN PIERRE PINTADO PILCO

ASESOR: Ing. ENA MARÍA JAIMES ESPINOZA

Four handwritten signatures in blue ink are arranged vertically on the right side of the page, corresponding to the authors and advisor listed on the left.

CALLAO, 2022

PERÚ



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES



(Resolución N° 019-2021-CU del 20 de enero de 2021)

ANEXO 2

ACTA N° 012-2022-JST-FIARN-UNAC DE SUSTENTACIÓN DE TESIS SIN CICLO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES

LIBRO N° 01 FOLIO N° 193 ACTA 012-2022-JST-FIARN-UNAC DE SUSTENTACIÓN DE TESIS SIN CICLO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES.

Al 29 día del mes de diciembre del año 2022, siendo las 10:04 horas, se reunió en la sala Meet: Ms.C. María Antonieta Gutiérrez Díaz, Mtro. Américo Carlos Milla Figueroa y Mg. Luís Enrique Lozano Vieytes, el JURADO DE SUSTENTACIÓN DE TESIS, según la resolución N° 126-2022-D-FIARN, para la obtención del título profesional de Ingeniero Ambiental y de Recursos Naturales de la facultad de Ingeniería Ambiental y de Recursos Naturales conformado por los siguientes docentes ordinarios de la Universidad Nacional del Callao:

Ms.C. María Antonieta Gutiérrez Díaz
Mtro. Américo Carlos Milla Figueroa
Mg. Luís Enrique Lozano Vieytes
Ing. Ena María Jaimes Espinoza

Presidente
Secretario
Vocal
Asesora

Se dio inicio al acto de sustentación de la tesis de los Bachilleres Aaron Alexander Graos Fernandez, Jorge Jean Pierre Pintado Pilco y Roberto Daniel Palacios Yábar, quien habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental y de Recursos Naturales, sustentan la tesis titulada: "EVALUACIÓN DEL RIESGO Y ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN FLUVIAL EMPLEANDO HERRAMIENTAS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SATIPO, PROVINCIA DE SATIPO, REGIÓN JUNÍN, PERIODO 2000 –2020", cumpliendo con la sustentación en acto público, de manera no presencial a través de la Plataforma Virtual, en cumplimiento de la declaración de emergencia adoptada por el Poder Ejecutivo para afrontar la pandemia del Covid-19, a través del D.S. N° 044-2020-PCM y lo dispuesto en el DU N° 026-2020 y en concordancia con la Resolución del Consejo Directivo N°039-2020-SUNEDU-CD y la Resolución Viceministerial N° 085-2020-MINEDU, que aprueba las "Orientaciones para la continuidad del servicio educativo superior universitario".

Con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la sustentación de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente. Luego de la exposición, y la absolución de las preguntas formuladas por el Jurado y efectuadas las deliberaciones pertinentes, acordó: Dar por APROBADO con la escala de calificación cualitativa MUY BUENO y calificación cuantitativa DIECISIETE (17), la presente tesis, conforme a lo dispuesto en el Art. 27 del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 099-2021- CU del 30 de junio del 2021.

Se dio por cerrada la sesión a las 11:25 horas del día jueves 29 de diciembre del año en curso.

Ms.C. María Antonieta Gutiérrez Díaz
Presidente

Mtro. Américo Carlos Milla Figueroa
Secretario

Mg. Luís Enrique Lozano Vieytes
Vocal

Ing. Ena María Jaimes Espinoza
Asesora

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis queridos padres, hermanos y a todas las personas que me aconsejaron, ayudaron y me impulsaron a seguir adelante para poder hacer realidad este objetivo.

Aaron Graos

A mi madre, por ser el pilar de mi desarrollo como persona y profesional. A mi padre, a quién siempre llevo presente, por sus sabios consejos que me han servido a lo largo de mi vida académica. A todos mis familiares y amistades por brindarme siempre su apoyo incondicional.

Roberto Palacios

El presente trabajo va dedicado a mi familia, por haber estado siempre a mi lado y confiar en mí. A mi hermana menor, quién me apoyó en el transcurso de esta tesis, y ahora se encuentra en el cielo, por ti, que me impulsas a seguir luchando por lo que un día te prometí obtener.

Jorge Pintado

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a la Universidad Nacional del Callao, nuestra alma máter, a nuestra facultad de Ingeniería Ambiental y de Recursos Naturales, y a los docentes que la conforman, por todo el conocimiento transmitido durante nuestro desarrollo profesional.

Un especial agradecimiento a nuestra profesora Ena Jaimes Espinoza, quién con su asesoría y apoyo profesional, nos ha guiado a lo largo del desarrollo del presente trabajo de investigación.

INDICE

RESUMEN.....	10
ABSTRACT.....	11
INTRODUCCIÓN.....	12
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	15
1.2.1. <i>Problema general</i>	15
1.2.2. <i>Problema específico</i>	15
1.3. OBJETIVOS.....	16
1.3.1. <i>Objetivo general</i>	16
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i>	16
1.4. LIMITANTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
II. MARCO TEÓRICO.....	18
2.1. ANTECEDENTES.....	18
2.1.1. <i>Internacionales</i>	18
2.1.2. <i>Nacionales</i>	20
2.2. BASES TEÓRICAS.....	23
2.2.1. <i>Ciudad de Satipo</i>	23
2.2.2. <i>Cuenca hidrográfica</i>	26
2.2.3. <i>Precipitación</i>	29
2.2.4. <i>Estadística en el análisis hidrológico</i>	31
2.2.5. <i>Prueba de datos dudosos</i>	31
2.2.6. <i>Pruebas de bondad de ajuste</i>	33
2.2.7. <i>Funciones de distribución de la probabilidad</i>	33
2.2.8. <i>Precipitación promedio sobre un área</i>	33
2.2.9. <i>Tormenta</i>	34
2.2.10. <i>Curvas IDF</i>	34
2.2.11. <i>Hietogramas de precipitación</i>	35
2.2.12. <i>Caudales máximos</i>	35
2.2.13. <i>Hidráulica en canales abiertos</i>	36
2.2.14. <i>Modelamiento hidrológico</i>	40
2.2.15. <i>Modelamiento hidráulico</i>	42
2.2.16. <i>Índice de peligrosidad</i>	42
2.2.17. <i>Vulnerabilidad y análisis de la vulnerabilidad</i>	44
2.2.18. <i>Evaluación del riesgo</i>	47
2.2.19. <i>Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres</i>	48
2.2.20. <i>Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres</i>	48
2.2.21. <i>Sistema Nacional de Gestión Ambiental</i>	49
2.2.22. <i>Política Nacional del Ambiente</i>	50
2.3. CONCEPTUAL.....	51
2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	53
III. HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	56
3.1. HIPÓTESIS.....	56
3.1.1. <i>Hipótesis general</i>	56
3.1.2. <i>Hipótesis específicas</i>	56
3.2. DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES.....	56
3.2.1. <i>Operacionalización de las variables</i>	57

IV. DISEÑO METODOLÓGICO	59
4.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	59
4.1.1. <i>Tipo</i>	59
4.1.2. <i>Diseño</i>	59
4.2. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN	59
4.2.1. <i>Análisis de precipitación de 24 h</i>	62
4.2.2. <i>Modelamiento hidrológico</i>	62
4.2.3. <i>Modelamiento hidráulico</i>	62
4.2.4. <i>Determinación del peligro</i>	63
4.2.5. <i>Análisis de vulnerabilidad</i>	63
4.2.6. <i>Evaluación del riesgo</i>	63
4.3. POBLACIÓN Y MUESTRA	63
4.4. LUGAR DE ESTUDIO Y PERIODO DESARROLLADO	64
4.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	66
4.5.1. <i>Técnicas</i>	66
4.5.2. <i>Instrumentos</i>	66
4.5.3. <i>Validez y confiabilidad del instrumento</i>	67
4.6. ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE DATOS	67
4.6.1. <i>Análisis de data meteorológica</i>	67
4.6.2. <i>Elaboración de Isoyetas</i>	77
4.6.3. <i>Construcción de curvas IDF</i>	78
4.6.4. <i>Construcción de hietogramas</i>	81
4.6.5. <i>Determinación de parámetros morfométricos</i>	83
4.6.6. <i>Modelamiento hidrológico con HEC-HMS</i>	87
4.6.7. <i>Modelamiento hidráulico con HEC-RAS</i>	90
4.6.8. <i>Determinación del nivel de peligro</i>	94
4.6.9. <i>Cálculo de la muestra</i>	95
4.6.10. <i>Aplicación de encuestas</i>	98
4.6.11. <i>Análisis de vulnerabilidad</i>	98
4.6.12. <i>Evaluación del riesgo</i>	110
V. RESULTADOS	112
5.1. RESULTADOS DESCRIPTIVOS	112
5.1.1. <i>Hietogramas de precipitación</i>	112
5.1.2. <i>Caudales máximos</i>	113
5.1.3. <i>Resultado de las Encuestas</i>	114
5.2. RESULTADOS INFERENCIALES.....	118
5.2.1. <i>Modelo de inundación fluvial</i>	118
5.2.2. <i>Nivel de Peligro</i>	119
5.2.3. <i>Nivel de Vulnerabilidad</i>	121
5.2.4. <i>Nivel de Riesgo</i>	122
5.2.5. <i>Medidas estructurales y no estructurales</i>	124
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	126
6.1. CONTRASTACIÓN Y DEMOSTRACIÓN DE LA HIPÓTESIS CON RESULTADOS	126
6.1.1. <i>Contrastación con la hipótesis general</i>	126
6.1.2. <i>Contrastación con la hipótesis específica 1</i>	126
6.1.3. <i>Contrastación con la hipótesis específica 2</i>	127
6.1.4. <i>Contrastación con la hipótesis específica 3</i>	127
6.2. CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS CON OTROS ESTUDIOS AMBIENTALES	128
6.3. RESPONSABILIDAD ÉTICA DE ACUERDO A LOS REGLAMENTOS VIGENTES	132
VII. CONCLUSIONES.....	133

VIII. RECOMENDACIONES	134
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	135
X. ANEXOS.....	146
ANEXO 1 – MATRIZ DE CONSISTENCIA	146
ANEXO 2 – INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	148
ANEXO 3 – CONSENTIMIENTO INFORMADO	156
ANEXO 4 – DATA METEOROLÓGICA	158
ANEXO 5 – MAPA DE ISOYETAS	164
ANEXO 6 – PRECIPITACIONES MÁXIMAS PARA DIFERENTES DURACIONES	167
ANEXO 7 – INTENSIDADES PARA DIFERENTES DURACIONES	171
ANEXO 8 – ECUACIÓN DE INTENSIDAD	176
ANEXO 9 – CURVAS IDF	177
ANEXO 10 – BASE DE DATOS DE MÉTODO DE BLOQUES ALTERNOS.....	181
ANEXO 11 – HIETOGRAMAS DE PRECIPITACIÓN.....	195
ANEXO 12 – HIDROGRAMAS DE DISEÑO	202
ANEXO 13 – MODELOS PARA DIFERENTES TR	205
ANEXO 14 – REGISTRO FOTOGRÁFICO DE CAMPO	208
ANEXO 15 – ENCUESTAS PARA DETERMINAR LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD.....	212
ANEXO 16 – MATRICES DE PONDERACIÓN SAATY	218
ANEXO 17 – CÁLCULO DE NIVELES DE VULNERABILIDAD.....	226
ANEXO 18 – MATRIZ DE EVALUACIÓN DE RIESGOS	228

LISTA DE TABLAS

TABLA 1 VALORES KN	32
TABLA 2 COEFICIENTE DE RUGOSIDAD PARA CORRIENTES NATURALES	37
TABLA 3 FACTOR DE ESCOMBROS	43
TABLA 4 CLASIFICACIÓN DEL ÍNDICE DE PELIGROSIDAD	43
TABLA 5 ESCALA DE VALORES DE LA MATRIZ DE SAATY	47
TABLA 6 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	58
TABLA 7 PRECIPITACIÓN MÁXIMA DE 24 HORAS EN LAS ESTACIONES SELECCIONADAS	68
TABLA 8 DATA PLUVIOMÉTRICA COMPLETADA – ESTACIÓN PICHANAKI.....	69
TABLA 9 DATA PLUVIOMÉTRICA COMPLETADA – ESTACIÓN SATIPO.....	69
TABLA 10 DATA PLUVIOMÉTRICA COMPLETADA – ESTACIÓN RUNATULLO.....	70
TABLA 11 DETERMINACIÓN DE ASIMETRÍA – ESTACIÓN PICHANAKI	72
TABLA 12 DETERMINACIÓN DE ASIMETRÍA – ESTACIÓN SATIPO	72
TABLA 13 DETERMINACIÓN DE ASIMETRÍA – ESTACIÓN RUNATULLO	72
TABLA 14 RESULTADO DE PRUEBA DE DATOS DUDOSOS.....	73
TABLA 15 DATA PLUVIOMÉTRICA RESULTANTE DE PRUEBA DE DATOS DUDOSOS	73
TABLA 16 PRUEBA DE BONDAD – ESTACIÓN PICHANAKI	74
TABLA 17 PRUEBA DE BONDAD – ESTACIÓN SATIPO.....	75
TABLA 18 PRUEBA DE BONDAD – ESTACIÓN RUNATULLO	75
TABLA 19 PP MÁXIMA DE 24 HORAS PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO	77
TABLA 20 PP MÁXIMA DE 24 HORAS PARA DIFERENTES ESTACIONES	78

TABLA 21 PP MÁXIMAS PARA DIFERENTES DURACIONES – ESTACIÓN SATIPO_S1	79
TABLA 22 INTENSIDADES – ESTACIÓN SATIPO_S1	80
TABLA 23 MÉTODO BLOQUE ALTERNO – ESTACIÓN SATIPO_S1.....	82
TABLA 24 NÚMERO DE CURVA DE LAS SUBCUENCAS	84
TABLA 25 PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS DE LAS SUBCUENCAS	85
TABLA 26 TIEMPOS DE CONCENTRACIÓN DE LAS SUBCUENCAS	85
TABLA 27 PARÁMETROS DE MUSKINGUM PARA LOS TRAMOS	87
TABLA 28 CLASIFICACIÓN DEL ÍNDICE DE PELIGROSIDAD	95
TABLA 29 GRUPO ETARIO Y PONDERACIÓN SAATY	100
TABLA 30 NÚMERO DE HABITANTES Y PONDERACIÓN SAATY.....	101
TABLA 31 SERVICIOS EDUCATIVOS EXPUESTOS Y PONDERACIÓN SAATY	101
TABLA 32 SERVICIOS DE SALUD EXPUESTO Y PONDERACIÓN SAATY	101
TABLA 33 MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN Y PONDERACIÓN SAATY	102
TABLA 34 ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACIÓN Y PONDERACIÓN SAATY	102
TABLA 35 NÚMERO DE PISOS Y PONDERACIÓN SAATY	102
TABLA 36 CAPACITACIÓN EN GRD Y PONDERACIÓN SAATY	103
TABLA 37 CONOCIMIENTO SOBRE DESASTRES Y PONDERACIÓN SAATY.....	103
TABLA 38 NIVEL DE PREPARACIÓN ANTE DESASTRES Y PONDERACIÓN SAATY.....	103
TABLA 39 DIFUSIÓN SOBRE GESTIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES Y PONDERACIÓN SAATY	104
TABLA 40 LOCALIZACIÓN DE LA EDIFICACIÓN Y PONDERACIÓN SAATY	104
TABLA 41 INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA Y PONDERACIÓN SAATY	104
TABLA 42 MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN Y PONDERACIÓN SAATY	105
TABLA 43 ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACIÓN Y PONDERACIÓN SAATY	105
TABLA 44 PENDIENTE Y PONDERACIÓN SAATY	105
TABLA 45 NÚMERO DE PISOS Y PONDERACIÓN SAATY	106
TABLA 46 INGRESO PROMEDIO Y PONDERACIÓN SAATY	106
TABLA 47 CAPACITACIÓN EN GESTIÓN RIESGOS DE DESASTRES Y PONDERACIÓN SAATY ..	106
TABLA 48 DEFORESTACIÓN Y PONDERACIÓN SAATY	107
TABLA 49 PERDIDA DE SUELO Y PONDERACIÓN SAATY.....	107
TABLA 50 EXPLOTACIÓN DE RECURSOS NATURALES Y PONDERACIÓN SAATY	107
TABLA 51 OCURRENCIA PASADA DE INUNDACIONES Y PONDERACIÓN SAATY	108
TABLA 52 CONOCIMIENTO EN EXPLOTACIÓN DE RECURSOS Y PONDERACIÓN SAATY	108
TABLA 53 CAPACITACIÓN EN CONSERVACIÓN AMBIENTAL Y PONDERACIÓN SAATY	108
TABLA 54 NIVELES DE VULNERABILIDAD	110
TABLA 55 CÁLCULO DE LOS NIVELES DE RIESGO	110
TABLA 56 NIVELES DE RIESGO	111
TABLA 57 CAUDALES MÁXIMOS DE DISEÑO PARA DISTINTOS TIEMPOS DE RETORNO	113
TABLA 58 ÁREA POR NIVEL DE PELIGRO.....	120
TABLA 59 VIVIENDAS AFECTADAS POR NIVEL DE VULNERABILIDAD	122

TABLA 60 VIVIENDAS AFECTADAS POR NIVEL DE RIESGO	124
TABLA 61 INVESTIGACIONES DE EVALUACIÓN DE RIESGO DE DESASTRES.....	129

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 MAPA DE UBICACIÓN DE LA CIUDAD DE SATIPO	24
FIGURA 2 CURVA IDF	34
FIGURA 3 HIETOGRAMA DE PRECIPITACIÓN	35
FIGURA 4 FLUJO UNIFORME Y NO UNIFORME	36
FIGURA 5 CLASIFICACIÓN DEL FLUJO EN CANALES ABIERTOS.....	39
FIGURA 6 DIAGRAMA DEL PROCESO DE MODELAMIENTO DE INUNDACIÓN	60
FIGURA 7 DIAGRAMA DE EVALUACIÓN DEL RIESGO	61
FIGURA 8 MAPA DE UBICACIÓN DE LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SATIPO.....	65
FIGURA 9 GRÁFICA DE AJUSTE – ESTACIÓN PICHANAKI	75
FIGURA 10 GRÁFICA DE AJUSTE – ESTACIÓN SATIPO.....	76
FIGURA 11 GRÁFICA DE AJUSTE – ESTACIÓN RUNATULLO	76
FIGURA 12 MAPA DE ISOYETAS – TR = 100 AÑOS.....	77
FIGURA 13 CURVA IDF – SUBCUENCA SATIPO_S1	81
FIGURA 14 MAPA DEL NÚMERO DE CURVA.....	83
FIGURA 15 MAPA DE TRAMOS IDENTIFICADOS	86
FIGURA 16 ESQUEMA DEL BASIN MODEL DE LAS SUBCUENCAS	88
FIGURA 17 INTERFAZ DEL MODELO DE SUBCUENCA	88
FIGURA 18 INTERFAZ DE LOS ELEMENTOS DE TRÁNSITO DE AVENIDAS	89
FIGURA 19 INTERFAZ DEL MODELO METEOROLÓGICO	89
FIGURA 20 INTERFAZ DE LAS ESPECIFICACIONES DE CONTROL.....	90
FIGURA 21 DIGITALIZACIÓN EN ARCMAP EMPLEANDO HEC-GEORAS	91
FIGURA 22 GENERACIÓN DE SECCIONES TRANSVERSALES EN RAS-MAPPER.....	91
FIGURA 23 ASIGNACIÓN DE COEFICIENTES DE MANNING.....	92
FIGURA 24 DEFINICIÓN DE CONDICIONES DE CONTORNO	92
FIGURA 25 MODELO INICIAL PARA UN TR=100 AÑOS.....	93
FIGURA 26 RÍO SATIPO. TRAMO AGUAS ABAJO. SECCIÓN TRANSVERSAL 1534	93
FIGURA 27 INSUMOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE PELIGRO	94
FIGURA 28 FÓRMULA DEL ÍNDICE DE PELIGROSIDAD EN “RASTER CALCULATOR”	94
FIGURA 29 IMAGEN RÁSTER DEL ÍNDICE DE PELIGROSIDAD (HR).....	95
FIGURA 30 LOTES POTENCIALMENTE INUNDADOS.....	96
FIGURA 31 LOTES ENCUESTADOS.....	97
FIGURA 32 PARÁMETROS PARA EL CÁLCULO DE LA VULNERABILIDAD SOCIAL	99
FIGURA 33 PARÁMETROS PARA EL CÁLCULO DE LA VULNERABILIDAD ECONÓMICA.....	99
FIGURA 34 PARÁMETROS PARA EL CÁLCULO DE LA VULNERABILIDAD AMBIENTAL	100
FIGURA 35 HIETOGRAMA DE PRECIPITACIÓN – SUBCUENCA SATIPO_S1	112

FIGURA 36	HIDROGRAMA DE DISEÑO TR = 100 AÑOS.....	113
FIGURA 37	RUPOS ETARIOS.....	114
FIGURA 38	MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN DE LAS VIVIENDAS	114
FIGURA 39	ANTIGÜEDAD DE LAS VIVIENDAS.....	115
FIGURA 40	NÚMERO DE PISOS DE LAS VIVIENDAS	115
FIGURA 41	NIVEL DE PREPARACIÓN DE LA POBLACIÓN.....	116
FIGURA 42	DIFUSIÓN DE GESTIÓN DE RIESGO DE DESASTRE.....	116
FIGURA 43	INGRESO PROMEDIO.....	117
FIGURA 44	OCURRENCIA PASADA DE INUNDACIONES.....	117
FIGURA 45	CAPACITACIONES AMBIENTALES.....	118
FIGURA 46	MAPAS DE PROFUNDIDAD Y VELOCIDAD ALCANZADA PARA TR = 100 AÑOS	119
FIGURA 47	MAPA DE PELIGRO POR INUNDACIÓN FLUVIAL DEL RÍO SATIPO	120
FIGURA 48	MAPA DE VULNERABILIDAD DE LAS VIVIENDAS POTENCIALMENTE AFECTADAS. 121	
FIGURA 49	MAPA DE RIESGO DE LAS VIVIENDAS DE SATIPO POTENCIALMENTE AFECTADAS	123

LISTA DE ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

ADV:	Asociación de Viviendas
ANA:	Autoridad Nacional del Agua
CENEPRED:	Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres
CN:	Curve Number (Número de Curva)
DEM:	Digital Elevation Model (Modelo Digital de Elevación)
GDR:	Gestión de Riesgos de Desastres
HEC:	Hydrologic Engineering Center (Centro de Ingeniería Hidrológica)
HMS:	Hydrologic Modeling System (Sistema de Modelado Hidrológico)
HR:	Hazard Rating (Índice de Peligro)
IDF:	Intensidad-Duración-Frecuencia
INDECI:	Instituto Nacional de Defensa Civil
INGEMMET:	Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico
PCM:	Presidencia del Consejo de Ministros
PP:	Precipitación
RAS:	River Analysis System (Sistema de Análisis de Ríos)
SIG:	Sistema de Información Geográfica
SCS:	Servicio de Conservación de Suelos
SENAMHI:	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú
SIGRID:	Sistema de Información para la Gestión de Riesgos de Desastres
SINAGERD:	Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres
SNGA:	Sistema Nacional de Gestión Ambiental
TR:	Tiempo de Retorno
UTM:	Universal Transversal de Mercator

RESUMEN

El presente trabajo de investigación evalúa las zonas y niveles de riesgo por inundación fluvial, ante un eventual desborde del río Satipo, en el tramo colindante a la ciudad homónima. Para ello, fue necesario la obtención de los niveles de peligro asociados al fenómeno, y los niveles de vulnerabilidad de la población potencialmente afectada.

La metodología empleada consiste en la recopilación de información pluviométrica y su posterior procesamiento, mediante modelos hidrológicos e hidráulicos, para la determinación del peligro y análisis de escenarios.

En el análisis de vulnerabilidad, se empleó la metodología del “Centro nacional de estimación, prevención y reducción del riesgo de desastre”, por lo que, mediante encuestas, se levantó información de la realidad socioeconómica y ambiental de la población de Satipo potencialmente afectada.

Al procesar la información obtenida en gabinete y campo, los resultados obtenidos fueron los siguientes: la cantidad de viviendas potencialmente afectadas asciende a 438, las cuales se encuentran expuestas a las categorías de peligro bajo (17.5%), medio (9.69%), alto (32.22%), y muy alto (41.04%); mientras que, la vulnerabilidad de estos lotes solo presentan dos niveles: alto (72.60%), y muy alto (27.40%); por lo que, el nivel de riesgo de inundación más representativo en la zona urbana del distrito de Satipo es alto (72.60%).

Finalmente, considerando la extensión y comportamiento de la inundación, los niveles de peligro, la vulnerabilidad de la población y los niveles de riesgo obtenidos, se propusieron medidas estructurales y no estructurales que permiten mitigar los daños ante un eventual fenómeno de inundación fluvial.

Palabras claves

Inundación fluvial, modelamiento hidrológico, modelamiento hidráulico, análisis de vulnerabilidad, evaluación de riesgos.

ABSTRACT

This research work focused on evaluating the areas and levels of risk due to river flooding, in the event of a possible overflow of the Satipo River in the section adjacent to the city of the same name. For this purpose, it was necessary to obtain the levels of hazard associated with the phenomenon, and the levels of vulnerability of the potentially affected population.

The methodology used consists of the collection of pluviometry information and its subsequent processing, through hydrological and hydraulic models, for hazard determination and scenario analysis.

For vulnerability analysis, the methodology of the “Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastre” was applied, using surveys to gather information on the socio-economic and environmental reality of the potentially affected population.

Data- obtained in the office and in the field were processed and the results were as follows: the number of potentially affected houses amounts to 438, which are exposed to low (17.5%), medium (9.69%), high (32.22%), and very high (41.04%) hazard categories; while the vulnerability of these lots only present two levels: high (72.60%), and very high (27.40%); therefore, the most representative flood risk level in the urban area of Satipo is high (72.60%).

Finally, considering the extent and behavior of flooding, the levels of hazard, the vulnerability of the population and the risk levels obtained, structural and non-structural measures were proposed to mitigate damage in the event of a possible fluvial flooding phenomenon.

Keywords

River flood, hydrological modeling, hydraulic modeling, vulnerability analysis, risk evaluation.

INTRODUCCIÓN

Las inundaciones constituyen uno de los peligros más frecuentes de origen climático, causando un gran número de víctimas cuando ocurren. Últimamente, dichos eventos se han incrementado, sobre todo en las áreas urbanas, impactando negativamente los sectores sociales, económico y financiero, dejando más vulnerable a la población con bajos recursos.

En el Perú, las inundaciones son un problema recurrente cada año, sobre todo entre los meses de noviembre y abril, algunas veces acrecentadas por el Fenómeno del Niño. En la Amazonía, debido a las características topográficas y a la dinámica fluvial de los ríos, constituyen un peligro para las poblaciones asentadas cerca de los cauces.

En los últimos años, en el distrito de Satipo, se han registrado inundaciones por desbordamiento del río homónimo, lo cual ha originado el colapso de la infraestructura y daño a las viviendas ubicadas cerca al lecho del río, debido a ello se ha establecido alerta máxima en diversos sectores.

En diversos países sudamericanos como Brasil, Ecuador y Colombia, se ha empleado el modelamiento hidráulico para la simulación de áreas de inundación, con lo que se han identificado los puntos vulnerables del lugar de estudio, donde se manifiestan los más altos niveles de riesgo.

En ese sentido, la presente investigación emplea herramientas del sistema de información geográfica, como lo son los modelos hidráulicos, para evaluar el riesgo y analizar la vulnerabilidad por inundación fluvial en la zona urbana de Satipo; ello con la finalidad de constituirse como un instrumento indispensable para la Gestión del Riesgo de Desastres que permita a las autoridades adoptar medidas de prevención o mitigación de daños en base a los resultados obtenidos.

La metodología empleada consistió en el procesamiento de data pluviométrica a través de softwares de modelamiento hidrológico e hidráulico para la obtención del área, velocidad y profundidad de una eventual inundación por el desborde del río Satipo, con lo que se determinaron los niveles de peligro. Así mismo, dicha

información permitió identificar a las 438 viviendas potencialmente afectadas, de donde se extrajo una muestra de 205 viviendas a las que se aplicaron encuestas para determinar su nivel de vulnerabilidad ante este evento, empleándose como referencia el Manual de Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales – 02 versión (CENEPRED). Posteriormente, como producto de los niveles de peligro y vulnerabilidad, se obtuvieron los niveles de riesgo de las viviendas potencialmente afectadas.

Luego de la obtención de los resultados y contrastación con las hipótesis planteadas, se concluye que el área de inundación alcanza una extensión de 111,009.66 m² siendo Muy Alto el nivel de peligro más representativo. Así mismo, 318 viviendas potencialmente afectadas presentan niveles de Altos niveles de vulnerabilidad y 228 viviendas alcanzaron niveles Alto de riesgo ante una eventual inundación fluvial por el desborde del río Satipo. Por tanto, es necesaria la implementación de medidas estructurales y no estructurales como alternativas de mitigación de daños.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

A nivel mundial, las inundaciones representan el 47% de los fenómenos naturales de origen climático (CRED, 2021), en consecuencia, es el fenómeno hidrológico que reporta mayores impactos en la sociedad, y causa significativas pérdidas económicas, afectando al 83% de las personas a nivel mundial (Hernández-Uribe et al., 2017).

En el Perú, las inundaciones son el peligro más recurrente entre los meses de noviembre y abril, algunas veces acrecentada por el Fenómeno El Niño. Las inundaciones producen daños importantes por erosión, lo cual a su vez perjudica las vías de comunicación y zonas de cultivos ubicados en las llanuras de inundación (Banco Interamericano de Desarrollo, 2015).

En la Amazonía, debido a las características de los relieves y pendientes, la dinámica fluvial induce al cambio de curso de ríos, como el Ucayali y Marañón, siendo ello un problema cuando existe presencia de población cercana a los cauces. De igual forma, departamentos como Amazonas, Junín, Loreto y Ucayali, son afectados por inundaciones en los meses de verano por las intensas lluvias (CENEPRED, 2015).

En la provincia de Satipo, se identifican diferentes zonas de interés ambiental, una de ellas son las zonas inundables que abarcan 5,843.33 ha, considerando como aportantes por su dinámica fluvial a los ríos Ene, Tambo, Perené y Satipo. Estas zonas se caracterizan por presentar inundaciones en las épocas húmedas, dejando muy expuesto a la población (Municipalidad provincial de Satipo, 2020).

Debido a la presencia de crecidas en la margen izquierda del río Satipo, y la falta de control de estos acontecimientos, las áreas planas cercanas al cauce se encuentran expuestas al peligro, donde parte de la población de la ciudad de Satipo se encuentra asentada (Mendoza, 2017). Es así que, desde el año 2003 hasta la actualidad el Instituto Nacional de Defensa Civil ha registrado siete casos de inundación en la ciudad de Satipo causadas

por fuertes lluvias y desborde de ríos. A consecuencia de ello, miles de personas han sido afectadas y cientos de viviendas colapsaron (INDECI, 2019).

En los últimos años, se han venido realizando grandes esfuerzos para dar respuestas que puedan ayudar en la toma de decisiones de proyectos de protección y encauzamiento a lo largo de los ríos. En la actualidad se han desarrollado técnicas modernas para estudiar y brindar un fácil entendimiento de este tipo de fenómenos (inundación). Una herramienta efectiva es la combinación de los sistemas de información geográfica con el HEC-RAS para la simulación hidráulica y su representación cartográfica. (Cajahuanca Baldeón, 2015).

Por tanto, evaluar el riesgo al que se encuentran expuestos los pobladores aledaños al Río Satipo, empleando herramientas de sistemas de información geográfica, nos dará un mayor alcance de aquellas viviendas más expuestas al peligro y con mayor vulnerabilidad para, en base a los resultados, proponerse medidas estructurales y no estructurales que permitan mitigar los daños a la propiedad y a la economía.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el resultado de la evaluación del riesgo y análisis de vulnerabilidad por inundación fluvial empleando herramientas de sistemas de información geográfica en la zona urbana del distrito de Satipo, provincia de Satipo, región Junín, periodo 2000 - 2020?

1.2.2. Problema específico

P.1 ¿Cuál es el área de inundación obtenida mediante el uso de un modelo unidimensional de flujo constante, en la zona urbana del distrito de Satipo, provincia de Satipo, región Junín, periodo 2000 - 2020?

P.2 ¿Cuál es el nivel de peligro que representa la inundación en la zona urbana del distrito de Satipo, provincia de Satipo, región Junín, periodo 2000 - 2020?

P.3 ¿Qué medidas estructurales y no estructurales permitirán reducir el nivel de riesgo de inundación existente en la zona urbana del distrito de Satipo, provincia de Satipo, región Junín, periodo 2000 - 2020?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar el riesgo y analizar la vulnerabilidad por inundación fluvial empleando herramientas de sistemas de información geográfica en la zona urbana del distrito de Satipo, provincia de Satipo, región Junín, periodo 2000 – 2020.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar el área de inundación mediante el uso de un modelo unidimensional de flujo constante en la zona urbana del distrito de Satipo, provincia de Satipo, región Junín, periodo 2000 – 2020.
- Determinar el nivel de peligro que representa la inundación en la zona urbana del distrito de Satipo, provincia de Satipo, región Junín, periodo 2000 – 2020.
- Proponer medidas estructurales y no estructurales que reduzcan el nivel del riesgo de inundación existente en la zona urbana del distrito de Satipo, provincia de Satipo, región Junín, periodo 2000 – 2020.

1.4. Limitantes de la investigación

Teórica

La limitante teórica fue la ausencia de algunos datos de precipitación de las estaciones meteorológicas en el periodo de investigación; así como de información geoespacial a detalle de la zona de estudio.

Temporal

Como limitante temporal se tuvo a los tiempos administrativos establecidos para la obtención de data meteorológica, cartográfica y catastral, solicitadas a las entidades correspondientes.

Espacial

La accesibilidad hacia el río Satipo para la verificación de las condiciones del cauce, fueron limitadas en algunos tramos debido a la topografía accidentada de la zona.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Internacionales

Pinos et al. (2017), en su trabajo de investigación llamado “*Métodos para la evaluación del riesgo de inundación fluvial: revisión de literatura y propuesta metodológica para Ecuador*”, describe una propuesta para determinar el nivel de riesgo frente a inundaciones tomando como variables un mapa de peligro de inundación, uso de suelos, e información económica del lugar, teniendo este modelo como ventaja principal el bajo requerimiento de la información de entrada, sin comprometer una correcta estimación de la pérdida económica por inundación. Este modelo se logró mediante la integración de los datos de entrada en un entorno GIS, para generar un mapa de daños absoluto ocasionado por inundaciones, y plantea su aplicación para un entorno local, debido a la fácil implementación del modelo.

Acuña & Ordoñez (2018), en la tesis titulada “*Evaluación de amenaza y vulnerabilidad por desbordamiento del río Cusiana en la zona urbana de Mani Casanare*” desarrolló la modelación hidráulica del río Cusiana, utilizando el software HEC-RAS, para posteriormente generar mapas de amenaza por inundación utilizando herramientas SIG, los mismos que se caracterizaron por presentar niveles de amenaza entre media y alta en la zona urbana de Mani Casanare. Asimismo, mediante encuestas, se realizó el análisis de vulnerabilidad con el fin de determinarse el grado de debilidad y/o exposición de la población próxima al río, obteniéndose como resultado un porcentaje aproximado de más del 80% de clasificación media. Finalmente, en base a los resultados, se concluye que las medidas de alternativas tanto de construcción o sociales pueden llevarse a cabo como alternativas de mitigación.

Cruz & Cheng, (2019), en la tesis titulada “*Análisis de riesgo hidrográfico por crecidas en la desembocadura de la Quebrada Cay*”, emplearon el Método del Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos (SCS) para el cálculo de los caudales máximos en los periodos de retorno 25, 50, 100 y 200 años, validados con el software HEC-HMS; asimismo, se analizó la morfometría de la microcuenca Cay y la identificación de profundidades del cauce, lo cual, junto con el uso de la herramienta HEC-GeoRAS permitió determinar las áreas de inundación de la microcuenca. Los resultados determinaron que los periodos de retorno de 100 y 200 años presentaron mayor área de inundación y que más del 50% de pobladores que residen aledaños a la microcuenca Cay se encuentran bajo vulnerabilidad alta.

Román (2019), en la tesis titulada “*Análisis de peligro, vulnerabilidad y riesgo potencial ante la incidencia de inundaciones fluviales*” desarrolla el proceso metodológico para la estimación del peligro, análisis de vulnerabilidad y evaluación del riesgo potencial ante la incidencia de inundaciones fluviales por el desbordamiento del río Escondido. La metodología empleada consistió en la caracterización fisiográfica e hidrológica de la zona de estudio, la ciudad de Piedras Negras, para posteriormente implementar el modelo de simulación hidrodinámica fluvial Iber, permitiendo así conocer las manchas de inundación. Para la determinación del peligro, vulnerabilidad y riesgo, se implementó criterios desarrollados por los gobiernos de Francia, Estados Unidos, España y Australia, obteniendo como resultado que, para la zona de estudio, se tiene una peligrosidad alta y una vulnerabilidad máxima, lo cual refleja el alto riesgo que corre la población de Piedras Negras ante la incidencia de avenidas en el río Escondido.

Sierra (2020), en la tesis titulada “*Evaluación de riesgo de inundación por el desborde del estero Bellavista*” se emplea de forma conjunta una valoración de peligrosidad en base a un estudio de modelamiento hidrológico-hidráulico y una valoración de vulnerabilidad y exposición

de la zona urbana en base a un análisis multicriterio mediante Sistemas de Información Geográfica. A partir de los resultados del modelo hidráulico se evidenció que el sector Bellavista está expuesto al peligro de una inundación fluvial con un nivel Muy Bajo; así mismo los resultados de vulnerabilidad y exposición del sector urbano de Bellavista mostró la predominancia de niveles Bajos de vulnerabilidad. Finalmente, los escenarios de 50 y 100 años de periodo de retorno no presentan áreas con niveles de riesgo Muy Alto.

Duarte (2021), en la tesis titulada *“Análisis de riesgo por inundaciones en la zona urbana de la ciudad de Tijuana. Caso de estudio”*, determinó el nivel de riesgo en base al documento “Metodología para la elaboración de mapas de riesgos por inundación en zonas urbanas” publicado por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) en México. La metodología empleada consistió en realizar el tratamiento del modelo digital de elevación, cálculo de caudales, generación de escenarios de peligro, identificación de la vulnerabilidad de la vivienda, y posteriormente la evaluación del riesgo, para un tiempo de retorno de 25 años. Como resultado se obtuvo un aproximado de 8,072 hectáreas inundadas, de las cuales 4% afectaría de manera directa a la población.

2.1.2. Nacionales

Lázaro Barreto (2015), en la tesis titulada: *“Análisis de peligros y vulnerabilidades para la gestión del riesgo de desastres, utilizando el Sistema de Información Geográfica (SIG) en la localidad de Acopampa – Carhuaz, Ancash”*, generó información cartográfica a partir de imágenes satelitales y las procesó mediante sistemas de información geográfica con la finalidad de analizar el peligro y la vulnerabilidad existentes en la localidad de Acopampa. La investigación se llevó a cabo en dos fases: la fase de campo donde se emplearon encuestas para la determinación de peligros y evaluación de la vulnerabilidad física, y la fase de gabinete, donde se

empleó el software ArcGIS. Se identificó como peligros los sismos e inundaciones, para los cuales se generaron mapas temáticos de peligro, vulnerabilidad y riesgo; obteniéndose como resultado final la cantidad de viviendas afectadas correspondientes a cada nivel de riesgo, predominando el alto.

Según Mendoza (2017), en su tesis llamada "*Evaluación del riesgo por inundación en la quebrada Romero, del distrito de Cajamarca, periodo 2011- 2016*", evalúa el nivel de riesgo originado por inundaciones en la quebrada Romero, tomando en cuenta la metodología propuesta por el CENEPRED, para la determinación de la peligrosidad, vulnerabilidad y riesgo; y así proponer medidas que reduzcan el nivel de riesgo. Al dar como resultado un nivel de riesgo alto a lo largo de la quebrada, se plantearon medidas estructurales en los lugares identificados como los posiblemente afectados frente a una inundación, con el fin de lograr una reducción significativa del riesgo, acompañado de medidas a nivel social para la concientización de la población frente a este tipo de peligro.

Tuesta (2018), en la tesis titulada "*Evaluación de la vulnerabilidad y riesgo por inundación del río Huallaga en la ciudad de Tingo María en un entorno SIG*" se empleó una simulación HEC-RAS que permitió la identificación de los sectores afectados por inundación, mientras que para evaluar la vulnerabilidad y riesgo se empleó la metodología CENEPRED. La metodología consistió en la recopilación de datos pluviométricos, curvas IDF y de campo para la estimación de los peligros, análisis de vulnerabilidad y los riesgos asociados. Los resultados obtenidos revelan que el 36.30% del área de estudio presenta peligro alto de inundación, en una zona donde predomina la vulnerabilidad media. El autor concluye que, ante una potencial crecida del cauce del río Huallaga, el riesgo alto alcanza la mayor extensión del área efectiva de inundación, representando el 61.54% de esta.

Espire & Flores (2019), en su tesis titulada: “*Evaluación de riesgo y análisis de la vulnerabilidad ante amenazas de inundación en el centro poblado de Huancaquito Bajo, distrito de Virú, provincia de Virú, 2018*”, determinó las zonas críticas de inundación para diferentes periodos de retorno, mediante un modelamiento hidráulica utilizando el software HEC-RAS; a partir de los resultados obtenidos de la simulación, se determinaron los niveles de peligro, los mismos que se proyectaron mediante un mapa del área de influencia. Asimismo, en concordancia con lo establecido en la metodología del CENEPRED, se determinaron los niveles de vulnerabilidad empleando información primaria obtenida de la población y autoridades competentes, mediante encuestas y reuniones. Finalmente, como resultados del modelamiento se obtuvo caudales máximos hasta de 602.83 m³/s, tirantes máximos de 2.63m y una velocidad de propagación de flujo inferior a 1.5 m/s en la zona urbana. Estos datos permitieron identificar peligrosidad de nivel alta, analizar la vulnerabilidad que dio un nivel alto y evaluar el riesgo y establecerlo en un estrato alto.

Manrique de Lara (2021), en la tesis titulada “*Determinación de los niveles y zonas de riesgos por inundación en el caserío Santa Rosa de Shapajilla*”, determinó las áreas de los niveles de riesgo frente a inundaciones. Para ello utilizó la metodología del CENEPRED, y el modelamiento mediante HEC-RAS para el cálculo del peligro, mientras que para el cálculo de la vulnerabilidad se realizó en base a 242 encuestas, y su procesamiento en ArcGIS. Con los valores de peligro y vulnerabilidad se calculó el nivel de riesgo en el caserío Santa Rosa de Shapajilla, la cual en su mayoría presentó un riesgo Alto (60.3% del área de estudio)

Mallqui (2021), en la tesis titulada “*Nivel de riesgo por inundación en la cuenca del río Huallaga sector San Rafael – Huánuco 2019*”, determinó el nivel de peligro, vulnerabilidad y riesgo en base al Manual de estimación del riesgo ante inundaciones fluviales elaborado por el

Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI). El proceso consistió en el uso del software HEC-RAS para determinar las áreas de inundación, en diferentes periodos de retorno y calcular el nivel de peligro. Para el análisis de la vulnerabilidad se trabajó mediante indicadores. Como resultado final se estimó que el nivel de riesgo en la cuenca del río Huallaga sector San Rafael es de nivel medio.

López & Carmen (2022), en la tesis titulada *“Análisis hidrológico e hidráulico para la evaluación de riesgo de inundación fluvial por desborde del río Huallaga en el sector de Huayopampa, distrito de Amarilis, provincia de Huánuco 2021”* desarrolló la evaluación hidrológica e hidráulica del río Huallaga para un periodo de retorno de 100 años mediante el software HEC-RAS 6.0, obteniéndose un caudal máximo equivalente a 890.40 m³/s. Posteriormente, empleando los resultados del modelamiento e información secundaria del área de estudio, se determinaron los niveles de peligro por el fenómeno de flujo de inundaciones fluviales empleando la metodología del CENEPRED. Asimismo, como parte del análisis de vulnerabilidad, se formuló un cuestionario técnico específico y relacionado al estudio con el cual se realizó la encuesta a la población de la urbanización Huayopamapa. Finalmente, se concluyó que, en base los niveles de peligrosidad y niveles de vulnerabilidad obtenidos, existe un nivel de riesgo alto en las viviendas que están próximas en toda la franja de investigación.

2.2. Bases teóricas

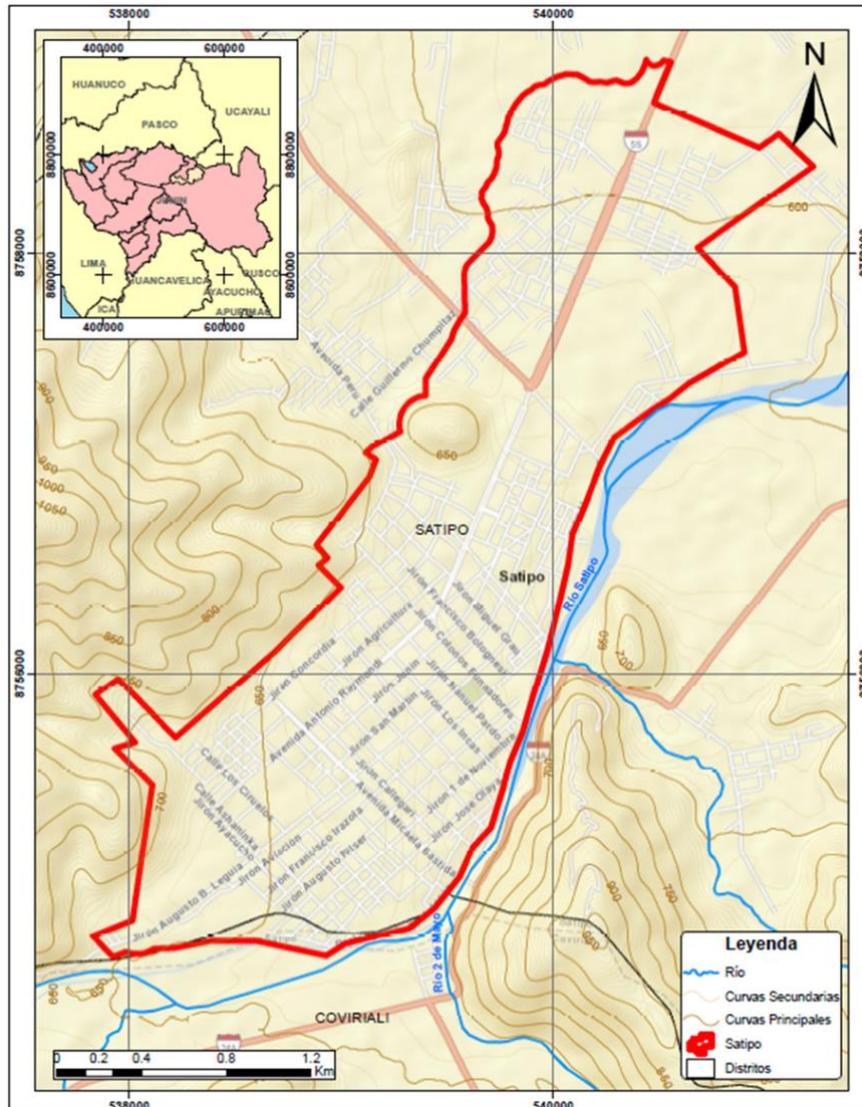
2.2.1. Ciudad de Satipo

2.2.1.1. Ubicación geográfica

Satipo es una ciudad peruana, capital del distrito y de la provincia homónimos, ubicada al este de la región Junín a 11° 14' 12" latitud sur y 74° 38' 19" longitud oeste, a una altitud de 636 m.s.n.m. (Municipalidad Provincial de Satipo, 2022)

Figura 1

Mapa de ubicación de la ciudad de Satipo



2.2.1.2. Clima, zonas de vida y usos de suelo

Satipo presenta un clima típico de selva baja, húmedo y semicálido. Entre los meses de abril y octubre presenta altas temperaturas, a estos meses se le conoce como la época seca, y como característica hidrográfica los ríos disminuyen su caudal. La temperatura máxima es de 32°C a 34°C. y la temperatura mínima de 24°C a 26°C (HOB Consultores S.A., 2011).

En base a la clasificación climática del Perú elaborado por el MINAM, la región donde se ubica Satipo presenta un Clima Tropical presenta

relieves que van desde planos a casi planos de valles fluviales, llanuras aluviales costeras y pie de monte occidental, terrazas, llanuras y cuencas deprimidas costeras (Municipalidad provincial de Satipo, 2021).

El área de estudio se emplaza en una zona de vida Bosque seco tropical (bs-T), presentando generalmente un relieve topográfico que varía desde suave hasta empinado, y según la caracterización del suelo suelen ser arcillosos de naturaleza calcárea (ONERN, 1976).

En cuanto al uso de la tierra, presenta una actividad agropecuaria extendida, en las laderas suaves, con cultivos predominantes de maíz, yuca, café, caña de azúcar, plátano, piñas, entre los más importantes. Mientras la actividad forestal se basa en la extracción selectiva de especies como el cedro, ishpingo, y de vez en cuando caoba, entre otras (ONERN, 1976).

2.2.1.3. Hidrografía

A nivel regional el área de estudio se emplaza dentro de la cuenca del río Perene, la cual pertenece a la cuenca alta del río Ucayali. Su principal efluente del río Perene es el Río Pangoa o también denominado aguas arriba del río Satipo. Esta cuenca, tiene su composición hidrográfica, por 13 subcuencas: río Mulluco, Río Seco, Río Palcamayo, Río Ricran, Río Huasihuasi, Río Palca, Río Oxabamba, Río Tulumayo, Río Ubirique, Río Pichanaki, Río Ipoke, Río Autiqui, y Río Pangoa. (Comisión Técnica Regional Junín, 2015).

La cuenca del río Pangoa, está constituida por los ríos Satipo, Mazmari y Sonomoro. En la zona de análisis se ubica el río Satipo el cual nace en la Laguna Tuctuca, y cuenta con principales afluentes a los ríos Coriviali, Negro, Marankiari, Sondoveni, Sanibeni y Casantobeni (Garc et al., 2010).

2.2.2. Cuenca hidrográfica

Es un espacio territorial delimitado por divisorias de agua y constituido por un sistema de cursos de agua que desembocan en grandes ríos, lagos u océanos. Así mismo, integra las interacciones entre la cobertura terrestre, la profundidad del suelo y el medio ambiente donde se encuentran los recursos naturales y la infraestructura hecha por el hombre (World Vision Perú, 2013).

Se describen a continuación las principales características fisiográficas de las cuencas:

2.2.2.1. Área de la cuenca

Se refiere al área proyectada en un plano horizontal, el cual presenta una forma irregular. (Villón, 2022).

2.2.2.2. Perímetro de la cuenca

Se define al perímetro como aquella longitud de la línea divisoria de aguas, que se conoce como *divortium aquarum* (SENAMHI, 2016).

2.2.2.3. Longitud del cauce principal

Es la distancia del mayor cauce longitudinal que tiene una cuenca, equivalente al recorrido entre punto de desagüe aguas abajo o desembocadura y el punto situado a mayor distancia topográfica aguas arriba (Ibáñez et al., 2010).

2.2.2.4. Pendiente media del curso principal

Se define como la relación entre la diferencia de altitudes del cauce principal y su proyección horizontal. Determina la velocidad de las aguas del cauce, así como la respuesta de la cuenca ante lluvias intensas (Autoridad Nacional del Agua, 2019).

Asimismo, se describen a continuación los parámetros de drenaje:

2.2.2.5. Tiempo de concentración

Refiere al tiempo que le toma a la lluvia para llegar desde el punto hidrológicamente más distante de una cuenca hasta una sección determinada de dicha corriente (Vélez & Botero, 2010)

El tiempo de concentración t_c , se determina con la ecuación de Kirpich (Villón, 2022):

$$t_c = 0.000325 \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

Donde:

t_c = tiempo de concentración (h)

L = longitud del cauce principal (m)

S = pendiente del cauce (m/m)

2.2.2.6. Tiempo de retardo

Definido como el tiempo transcurrido entre la aparición de los centroides del patrón de intensidad de lluvia efectiva y el hidrograma de escorrentía de tormenta, es un factor importante para determinar el tiempo y valor pico del hidrograma unitario instantáneo (Banasik et al., 2005).

El tiempo de retardo, se calcula empleando el tiempo de concentración t_c , mediante la fórmula (Villón, 2022):

$$t_r = 0.6t_c$$

Donde:

t_r = tiempo de retraso (h)

t_c = tiempo de concentración (h)

2.2.2.7. Número de curva

El número de curva (CN) permite obtener la escorrentía superficial acumulada desde el comienzo de una tormenta hasta un momento dado (Villarroya et al., 2013).

Uno de los métodos más conocidos para calcular el escurrimiento, es el elaborado por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos, y está en función a las variables: lluvia antecedente, tipo, uso, cobertura, manejo y capacidad de infiltración del suelo.

El número de curva puede tomar valores entre 0 y 100. Altos valores representan un umbral de escorrentía menor, por lo que para CN = 100 correspondería a una cuenca impermeable, donde toda la precipitación que cae en la superficie se transforma en escorrentía (Villarroya et al., 2013).

2.2.2.8. Abstracción Inicial

También denominado pérdida o sustracción inicial, representa la precipitación acumulada hasta el inicio de la escorrentía (Villón, 2016).

$$Ia = \frac{5080}{CN} - 50.8$$

Donde:

la = abstracción inicial (mm)

CN = número de curva

2.2.2.9. Método de Muskingum

El método de Muskingum elaborado por McCarrthy en 1934, este método se fundamenta en el principio de la onda de crecida que es generada por el desplazamiento en un río, la cual es mitigada por los márgenes, almacenamientos naturales del lecho de inundación y el fondo (Pizarro et al., 2009).

El método de Muskingum se basa en la ecuación de la continuidad:

$$O_2 = C_0I_2 + C_1I_1 + C_2O_1 + C_3q_L$$

Donde los coeficientes de tránsito C_0 , C_1 , C_2 , y C_3 ; están dados como:

$$C_0 = \frac{(\Delta t/K) - 2X}{2(1 - X) + (\Delta t/K)}$$

$$C_1 = \frac{(\Delta t/K) + 2X}{2(1 - X) + (\Delta t/K)}$$

$$C_2 = \frac{2(1 - X) - (\Delta t/K)}{2(1 - X) + (\Delta t/K)}$$

$$C_3 = \frac{2(\Delta t/K)}{2(1 - X) + (\Delta t/K)}$$

I₂: Gastos de entrada para el tiempo Δt+1

O₂: Gastos de salida para el tiempo Δt+1

I₁: Gastos de entrada para el tiempo Δt

O₁: Gastos de salida para el tiempo Δt

Estas ecuaciones dependen de los parámetros *K* y *X*, que se relacionan con las características hidráulicas del cauce (Fuentes et al., 2006).

En corrientes naturales, *X* varía de 0.0 a 0.3 con un valor promedio cercano a 0.2. Así mismo, no es necesaria una gran precisión para determinar *X* porque los resultados del método son relativamente insensibles al valor de este parámetro (Pizarro et al., 2009).

El parámetro *K* es el tiempo de tránsito de una onda de creciente, a través del tramo de canal se puede estimar con la expresión (Portuguez, 2017):

$$K = 0.6 * T_c$$

Donde:

T_c: Tiempo de concentración

2.2.3. Precipitación

Es toda forma de humedad, originada en las nubes y que llegan hasta la superficie (Villón, 2022). La precipitación es fundamental en el ciclo

hidrológico ya que es el responsable de depositar agua en el planeta (Gámez Morales, 2010).

Asimismo, cabe señalar a la lluvia como origen de algunos riesgos naturales, tanto por su ausencia como por la ocurrencia de fenómenos torrenciales; por lo que su estudio es importante para la gestión y predicción de riesgos ligados a eventos extremos (Yanque, 2011).

2.2.3.1. Intensidad

Se le define como la cantidad de agua caída por unidad de tiempo (mm/h), cuya unidad puede variar durante tormentas (Gámez Morales, 2010).

Existe una correlación entre la intensidad de la lluvia y su duración: en el mismo periodo de retorno, a medida que aumenta la duración de la lluvia, su intensidad media disminuye. La formación de esta dependencia es empírica y se determina a partir de datos obtenidos por la observación directa en el área de estudio o en zonas adyacentes con características hidrometeorológicas análogas. Dicha formulación es conocida como curvas IDF (Pazos Roldán & Mayorga Arias, 2019).

2.2.3.2. Duración

Tiempo transcurrido entre el comienzo y el fin de la tormenta. Se mide en minutos o en horas y tiene importancia para la determinación de las intensidades máximas (Villón, 2022).

2.2.3.3. Frecuencia

Definido como el intervalo de tiempo transcurrido entre los eventos de dos tormentas de la misma naturaleza. Para estas determinaciones se tiene en cuenta el tiempo o la altura y, en definitiva, ambos. La frecuencia se encuentra relacionada con el tiempo de retorno (Pazos Roldán & Mayorga Arias, 2019).

2.2.4. Estadística en el análisis hidrológico

En la hidrología, se asume que el comportamiento de la precipitación de un río en una cuenca siempre estará vinculado con el pasado. Es por esto que, en los estudios hidrológicos, se recolecta la mayor información hidrometeorológica disponible, tales como datos de precipitación, descarga (caudales), evaporación, temperatura, etc; que a su vez deberán ser analizados y procesados para estimar la extensión de estos en un cierto periodo de tiempo (Periodo de retorno) (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2008).

En el análisis de crecidas máximas, se utilizan las estadísticas a través del análisis de frecuencia.

Para la estimación de caudales mediante modelos hidrológicos, se emplea la precipitación como variable de análisis, mientras que, si la estimación se realiza por los métodos probabilísticos, la variable a analizar corresponden al mismo caudal (Ven Te Chow, 1994).

2.2.4.1. Periodo de retorno

El periodo de retorno "T" es el tiempo medio en años en que el valor de flujo máximo de una creciente determinada es igual o superior a "T" años (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2008); es decir el tiempo en que un caudal de inundación es igualada o superada por lo menos una vez.

2.2.5. Prueba de datos dudosos

Los datos dudosos, son aquellos que se desvían significativamente de la tendencia. La retención o eliminación de estos parámetros puede incrementar en gran medida la magnitud de los parámetros estadísticos calculados para la información, en pequeñas muestras. El procedimiento para procesar este tipo de datos requiere de consideraciones matemáticas e hidrológicas (USWRC U.S, 1982).

Se muestran a continuación, las fórmulas para determinar los umbrales máximo y mínimo para una serie de precipitaciones.

El umbral de datos dudosos altos X_H , se expresa de la siguiente manera:

$$X_H = \bar{X} + Kn * S$$

Por lo que, la precipitación máxima aceptada se define mediante:

$$P_H = 10^{X_H}$$

El umbral de datos dudosos bajos X_L se expresa de la siguiente manera:

$$X_L = \bar{X} - Kn * S$$

Por lo que, la precipitación mínima aceptada se define mediante:

$$P_L = 10^{X_L}$$

Donde:

\bar{X} : Promedio de los logaritmos de los datos

Kn : Constante dependiente del tamaño de la muestra

s : Desviación estándar de los logaritmos

Los valores de Kn para prueba de datos dudosos se puede apreciar en la siguiente tabla:

Tabla 1

Valores Kn

Tamaño de muestra n	K_n						
10	2.036	24	2.467	38	2.661	60	2.837
11	2.088	25	2.486	39	2.671	65	2.866
12	2.134	26	2.502	40	2.682	70	2.893
13	2.175	27	2.519	41	2.692	75	2.917
14	2.213	28	2.534	42	2.700	80	2.940
15	2.247	29	2.549	43	2.710	85	2.961
16	2.279	30	2.563	44	2.719	90	2.981

17	2.309	31	2.577	45	2.727	95	3.000
18	2.335	32	2.591	46	2.736	100	3.017
19	2.361	33	2.604	47	2.744	110	3.049
20	2.385	34	2.616	48	2.753	120	3.078
21	2.408	35	2.628	49	2.760	130	3.104
22	2.429	36	2.639	50	2.768	140	3.129
23	2.448	37	2.650	55	2.804	-	-

Fuente: USWRC U.S (1982)

2.2.6. Pruebas de bondad de ajuste

Una prueba de ajuste, prueba la hipótesis de que una variable sigue una determinada distribución de probabilidad y se utiliza en situaciones en las que es necesario comparar una distribución observada con una distribución teórica o hipotética, compararla con datos históricos o con la distribución conocida de una población (Duran & Quintero, 2004).

2.2.7. Funciones de distribución de la probabilidad

Estas funciones representan la probabilidad de ocurrencia de una variable aleatoria, varias de estas se emplean en la hidrología. Considerando que los registros disponibles son una muestra de la población, es coherente ensayar con diferentes distribuciones para elegir aquella que mejor se adapte a nuestro escenario. Una determinada distribución de probabilidad no necesariamente se ajusta por igual a diferentes ríos (análisis de caudales) o en diferentes tipos de lluvias (análisis de precipitaciones) (Fattorelli & Fernandez, 2018).

2.2.8. Precipitación promedio sobre un área

Permite saber la altura de agua en forma de lluvia que cae en promedio durante 1 año en una cuenca (Chereque, 2010), a su vez es importante conocer este resultado porque permite la determinación del balance hídrico en una cuenca hidrográfica (Mosalve Sáenz, 1999).

2.2.8.1. Método de las isoyetas

Las isoyetas son curvas que unen puntos de igual precipitación. Este método es el más exacto, considerando efectos orográficos de la cuenca para que el modelo tenga una representación lo más cercano a la realidad (Villón, 2002). El método de isoyetas es mejor para áreas irregulares lo que permite tener resultados más óptimos (Chowdhury et al., 2016).

2.2.9. Tormenta

La tormenta es el conjunto de lluvias debido a una misma perturbación meteorológica y de características bien específicas. La duración de una tormenta puede variar desde minutos hasta días, pudiendo extenderse desde una zona pequeña hasta una amplia región como cuencas y subcuencas (Villón, 2022).

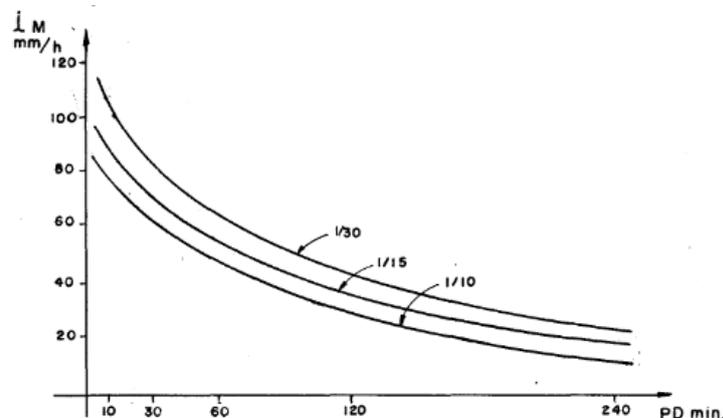
De las tormentas interesa conocer las curvas intensidad-duración-frecuencia (IDF).

2.2.10. Curvas IDF

Método que mediante la intensidad, duración y frecuencia, permite definir la tormenta de diseño y estas se corresponden mediante una representación gráfica (Marcus et al., 2016).

Figura 2

Curva IDF



Fuente: Chereque (2010).

Permite la identificación de los valores gráficamente, se obtiene los valores de intensidad en mm/h para cada tiempo de retorno, y en cada periodo de duración de la precipitación (Chereque, 2010).

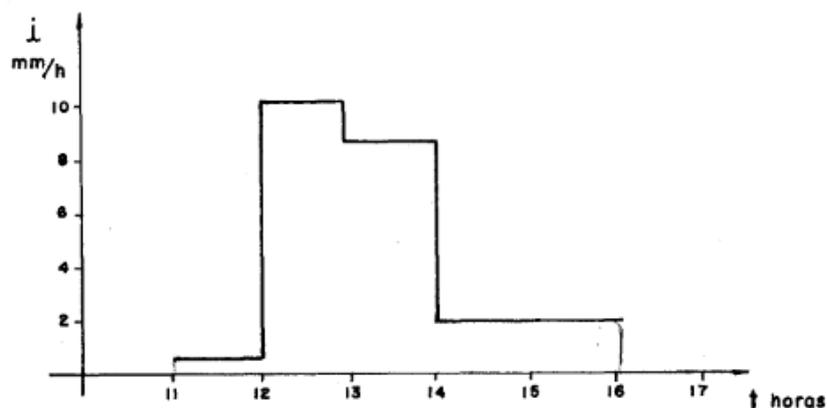
2.2.11. Hietogramas de precipitación

El hietograma es un gráfico que permite conocer la variación de la intensidad con respecto a la duración de la tormenta, para diferentes periodos de retorno (Chereque, 2010). Se realiza a partir de los datos de precipitación (mm) y la duración (minutos) (Mosalve Sáenz, 1999).

Para poder realizar el hietograma se deben seguir alguna metodología de distribución, pueden ser las de Lluvia de Basto Salazar o el Método de Bloques Alternos (INGEOMINAS, 2009). Este último es considerado el método más sencillo.

Figura 3

Hietograma de precipitación



Fuente: Chereque (2010).

2.2.12. Caudales máximos

Los caudales máximos (caudales extraordinarios), se asocian a un determinado período de retorno. Determinar estos caudales extraordinarios es muy importante para el diseño de sistemas de drenaje, alcantarillado, vertederos, represas, muros de encausamientos y obras de control de inundaciones, esto con el fin de proteger sistemas urbanos (Herencia & Carrera, 2019).

2.2.13. Hidráulica en canales abiertos

Flujo en canales abiertos y su clasificación

A. Tipos de flujos

Según el cambio en la profundidad del flujo con respecto al tiempo

➤ Flujos permanentes

Se considera que un flujo es permanente cuando sus propiedades y condiciones del movimiento en cualquier punto no varían con el tiempo (Streeter, 2002). Este tipo de flujo es el más usado en términos de modelamiento, debido a su sencillez en la programación, y por la poca información disponible (Castellet, 2005).

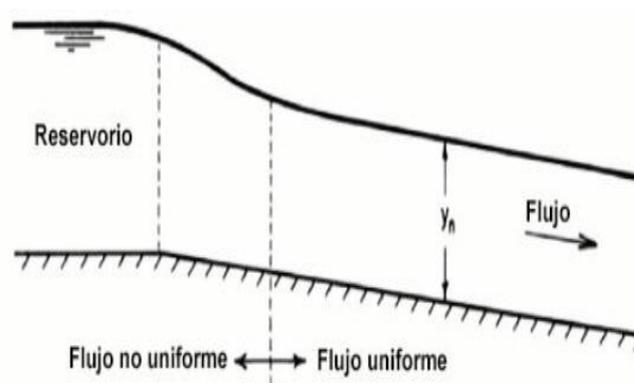
Según el cambio en la profundidad del flujo con respecto al espacio

➤ Flujos uniformes

Se considera que un flujo es uniforme cuando la velocidad es idéntica en cualquier punto del fluido en cuanto a módulo, dirección y sentido (Streeter, 2002). Esto sucede cuando el canal es largo y prismático, el flujo acelera o desacelera una distancia hasta que las fuerzas de aceleración y resistencia se equiparan, sucedido esto, la profundidad y velocidad del flujo se mantiene constante, tal como se muestra en la figura 4 (Chaudhry, 2008).

Figura 4

Flujo Uniforme y no Uniforme



Fuente: Chaudhry (2008).

El flujo uniforme puede presentarse como uniforme permanente y uniforme no permanente, dependiendo del cambio de la profundidad a través del tiempo (Ven Te Chow, 1994).

Ecuación de resistencia de flujo

- Ecuación de Manning

Robert Manning desarrolló una forma a partir de la ecuación de Chezy que es de uso común. La expresión en unidades del Sistema Internacional es la siguiente (Mott, 2011):

$$V = \frac{1.49}{n} * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

V = velocidad media

R = radio hidráulico

S = Pendiente de la línea de energía

n = Coeficiente de rugosidad o coeficiente de Manning

Coeficiente de rugosidad de Manning

El desarrollo de la ecuación de Manning tiene como primer objetivo conocer el valor de n, para ello existe una lista de valores de n canales de diferentes clases (Ven Te Chow, 1994).

Tabla 2

Coeficiente de Rugosidad para Corrientes Naturales

Tipo de canal y descripción	Mínimo	Normal	Máximo
D. Corrientes naturales			
D.1 Corrientes menores (ancho superior en nivel de crecida < 100 pies <> 30.5m)			
a. Corrientes en planicie			
1. Limpio, recto, nivel lleno, sin montículos ni pozos profundos	0.025	0.03	0.033
2. Limpio, recto, nivel lleno, sin montículos ni pozos profundos, pero más piedras y pastos	0.03	0.035	0.04
3. Limpio, serpenteante o curvado, algunos pozos y bancos de arena	0.033	0.04	0.045

Tipo de canal y descripción	Mínimo	Normal	Máximo
4. Limpio, serpenteante o curvado, algunos pozos y bancos de arena, pero algunos matorrales y piedras	0.035	0.045	0.05
5. Limpio, serpenteante, algunos pastos y piedras, niveles bajos, pendiente y sección inefectivas	0.04	0.048	0.055
6. Limpio, serpenteante, pozos, bancos de arena, matorrales, pero más piedras	0.045	0.05	0.06
7. Tramos lentos, con pastos y pozos profundos	0.05	0.07	0.08
8. Tramos con mucho pasto, pozos profundos o canales de la crecida con mucha madera y arbustos bajos o matorrales	0.075	0.1	0.15
b. Corrientes en montaña, sin vegetación en el canal, laderas con pendiente usualmente pronunciadas, árboles y arbustos a lo largo de las laderas sumergidos para niveles altos			
1. Fondo: grava, canto rodado y algunas rocas	0.03	0.04	0.05
2. Fondo: cantos rodados y grandes rocas	0.04	0.05	0.07
D.2 Planicie de inundación			
a. Pastizales sin arbustos			
1. Pastos cortos	0.025	0.03	0.035
2. Pastos altos	0.03	0.035	0.05
b. Áreas cultivadas			
1. Sin cultivo	0.02	0.03	0.04
2. Cultivos maduros alineados	0.025	0.035	0.045
3. Campo de cultivos maduros	0.03	0.04	0.05
c. Arbustos o matorrales			
1. Arbustos escasos, mucha maleza	0.035	0.05	0.07
2. Pequeños matorrales y árboles, en invierno	0.035	0.05	0.06
3. Pequeños matorrales y árboles, en verano	0.04	0.06	0.08
4. Matorrales medianos a densos, en invierno	0.045	0.07	0.11
5. Matorrales medianos a densos, en verano	0.07	0.1	0.16
d. Árboles			
1. Sauces densos, rectos en verano	0.11	0.15	0.2
2. Terreno limpio, con troncos, sin brotes	0.03	0.04	0.05
3. Terreno limpio, con troncos y gran crecimiento de brotes	0.05	0.06	0.08
4. Gran cantidad de madera, algunos árboles caídos, poco crecimiento de arbustos y nivel de inundación por debajo de las ramas	0.08	0.1	0.12

Tipo de canal y descripción	Mínimo	Normal	Máximo
5. Gran cantidad de madera, algunos árboles caídos, poco crecimiento de arbustos y nivel de inundación por encima de las ramas	0.1	0.12	0.16
D.3 Cursos de agua importantes (ancho superficial de inundación > 100 pies <-> 30.5m). Los valores de n son menores que lo de cursos menores con descripción similar, debido a que los bancos ofrecen menor resistencia efectiva			
a. Sección regular sin cantos rodados ni arbustos	0.025		0.06
b. Sección irregular y áspera o rugosa	0.035		0.1

Fuente: Ven Te Chow (1994)

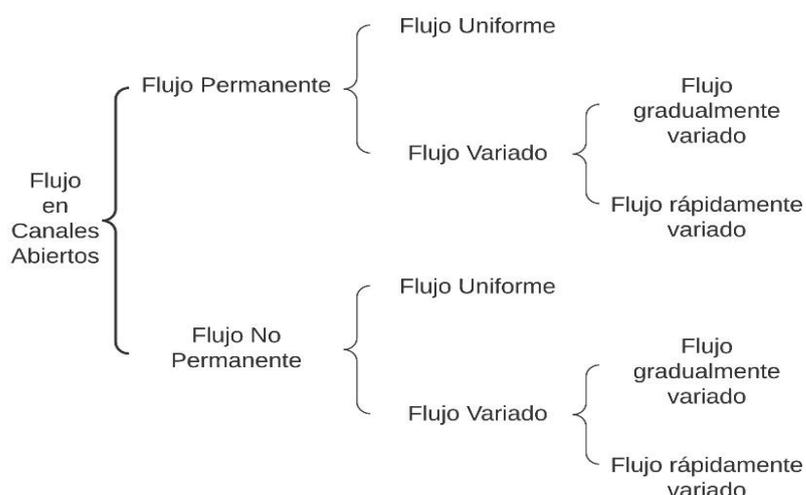
➤ Flujo variado

Este tipo de flujo se caracteriza en la variación de la profundidad a lo largo del canal (Ven Te Chow, 1994). Esto sucede cuando el peso del agua ejercido por la dirección aguas abajo causa una aceleración del flujo, a lo cual se le opone la resistencia de la desaceleración producida por el fondo (Chaudhry, 2008).

El flujo variado puede presentarse como flujo gradual y rápidamente variado lo cual dependerá de la manera en que se produce el cambio, si es progresivo o abrupto, respectivamente (Villón, 2008).

Figura 5

Clasificación del Flujo en Canales Abiertos



B. Estados de flujos

El comportamiento del flujo en un canal está gobernado principalmente por los efectos de la viscosidad y gravedad en relación con las fuerzas inerciales del flujo (Villón, 2008).

➤ Flujo subcrítico

Se presenta cuando el número de Froude es menor a 1, presenta como característica una velocidad baja y se describe como una corriente lenta.

➤ Flujo supercrítico

Se presenta cuando el número de Froude es mayor a 1, presenta como característica una velocidad alta y se describe como una corriente rápida y torrencial.

➤ Flujo mixto

Se presenta cuando el número de Froude es igual 1.

2.2.14. Modelamiento hidrológico

Es una herramienta de gran importancia para el análisis de avenidas. Su empleo se ha extendido a nivel mundial, siendo fundamentalmente usados en países desarrollados.

Estos modelos se utilizan actualmente para analizar y prevenir inundaciones. Asimismo, es posible aplicar hipótesis suficientemente realistas o predecibles que brinden un cierto nivel de confianza para la toma de decisiones, ya sea en la planificación del territorio alrededor de los ríos, o requiriendo criterios para el diseño de estructuras e infraestructuras que permitan soportar y funcionar apropiadamente en escenarios de emergencia. Incluso poder alertar al departamento de protección civil y crear registros de acción en caso de posibles situaciones peligrosas provocadas por lluvias intensas (Estrada & Pacheco, 2016).

2.2.14.1. Modelamiento hidrológico de cuencas con HEC-HMS

Es un software diseñado para simular procesos de escorrentía y precipitación en cuencas hidrográficas, la misma considera diferentes alternativas para describir los procesos del ciclo hidrológico; asimismo, considera métodos de transformación de escorrentía, opciones de tránsito hidrológico y un sistema de optimización de parámetros (Scharffenberg & Harris, 2008).

Este software fue diseñado por el Centro de Ingeniería Hidrológica del Cuerpo de Ingenieros de la Armada de los Estados Unidos (US Army Corps of Engineers, 1997).

A. Modelo de la cuenca

El modelo de cuenca representa la parte física de la cuenca, permitiendo describir los procesos físicos y elementos hidrológicos que la componen (Pascual & Díaz, 2016), las cuales son: las subcuencas, los tramos de tránsito del río, las uniones, los embalses o reservorios, las fuentes, los sumideros y las derivaciones. Cada uno de los elementos consideran una herramienta en el software HEC-HMS (Félix Salas, 2004).

B. Modelo de precipitación

El modelo de precipitación hace referencia a la información proveniente de las precipitaciones obtenidos de los hietogramas, y la evapotranspiración (Aroca, 2014), este último solo es requerido para modelamientos con largos periodos de retorno (Pascual & Díaz, 2016).

C. Especificaciones de control

Las especificaciones de control son un componente principal para la simulación, debido a que se introducen los datos y parámetros obtenidos a partir del hidrograma. Es un editor que permite ingresar el tiempo de la duración, la fecha, el inicio, termino y el intervalo de tiempo en el cual se hará el modelo (FLUMEN, 2015).

2.2.15. Modelamiento hidráulico

Muchos fenómenos que ocurren en la naturaleza y en el campo de la hidráulica son tan complejos que no es fácil resolverlos solo con métodos matemáticos. Por ello, es conveniente utilizar los métodos experimentales como herramientas para obtener soluciones prácticas, aplicables a problemas de ingeniería, estuarios, ríos y obras de irrigación. En hidráulica, el concepto de modelo se refiere a un sistema que simula un objeto real llamado prototipo, mediante el ingreso de cierta información, que se procesa y presenta adecuadamente para su uso en el diseño y la gestión de proyectos (Belito, 2019).

2.2.15.1. Modelamiento hidráulico de ríos con HEC-RAS

HEC-RAS es un software de modelamiento y análisis hidráulico, el cual permite calcular perfiles de flujo unidimensional, transporte de sedimentos y análisis de la calidad de agua. El software permite la edición de secciones transversales determinando la profundidad crítica y los parámetros hidráulicos de cada sección, la elección del tipo de flujo, considera pérdidas por estructuras, considera pérdidas por fricción e interpolación de secciones (Solano & Vintimilla, 2013).

2.2.15.2. Modelamiento con GEO-RAS

GEO-RAS es una extensión creada para ArcGIS, desarrollada por el mismo centro hidrológico que creó HEC-RAS, con la colaboración de ESRI, empresa creadora de ArcGIS. Esa extensión es un buen complemento para HEC-RAS, porque ayuda en la obtención e introducción de datos que necesitará HEC-RAS para ejecutar el modelo (Bladé et al., 2009).

2.2.16. Índice de peligrosidad

Existe un consenso en que el índice de peligrosidad, que representan las aguas de inundación a las personas (también vehículos y propiedades), depende tanto de la velocidad como de la profundidad

o calado. La presencia de escombros también se encuentra incluida en la fórmula que representa el índice de peligrosidad (HR Wallingford et al., 2006).

$$HR = d \times (v + 0.5) + DF$$

Donde:

HR = Índice de peligrosidad de inundación

d = Profundidad de inundación (m)

v = Velocidad de las aguas de inundación (m/s)

DF = Factor de escombros

Tabla 3

Factor de Escombros

Depths	Cultivo	Bosques	Urbano
0 – 0.25 m	0	0	0
0.25 – 0.75 m	0	0.5	1
> 0.75 m y/o v > 2 m/s	0.5	1	1

Fuente: HR Wallingford et al. (2006)

En el riesgo para las personas, el cálculo del riesgo de inundación se emplea como una variable que afecta a la proporción de personas expuestas que resultan heridas o muertas. Sin embargo, la clasificación del peligro de inundación también se puede aplicar a nivel de vehículos y propiedades. Dicha clasificación es necesaria para la cartografía y el desarrollo del peligro de inundación (HR Wallingford et al., 2006).

Tabla 4

Clasificación del Índice de Peligrosidad

Valor de HR	Descripción	Grado de peligro
< 0.75	Precaución para las viviendas	Bajo
0.75 – 1.25	Peligro para algunas viviendas	Moderado

Valor de HR	Descripción	Grado de peligro
1.25 – 2.5	Peligroso para la mayoría de las viviendas	Significativo
> 2.5	Peligroso para todas las viviendas	Extremo

Fuente: Adaptado de HR Wallingford et al. (2006)

2.2.17. Vulnerabilidad y análisis de la vulnerabilidad

Según la Ley N° 29664 del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y su reglamento, la vulnerabilidad es definida como la susceptibilidad de la población, estructuras físicas o actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza (CENEPRED, 2015).

También la vulnerabilidad se puede comprender como un factor interno del riesgo que una comuna o infraestructura posee, frente a la exposición de amenazas, en función a ser afectadas o dañadas. Existen diversos aspectos de la vulnerabilidad que surgen a partir de diversos factores: físicos, sociales, económicos y ambientales (UNISDR, 2009).

2.2.17.1. Tipos de vulnerabilidad

A. Vulnerabilidad Social

Es el nivel específico de exposición y fragilidad que sufre la población ante ciertos eventos peligrosos, vinculado a factores socioeconómicos, institucionales, psicológicos y culturales. Este tipo de vulnerabilidad se ve incrementada en los estratos más pobres de los países en desarrollo, ya que su capacidad de preparación, respuesta y recuperación ante eventos perturbadores es muy reducida (Thomas Bohórquez, 2013).

Esta vulnerabilidad se puede determinar considerando el nivel de organización que tiene la comunidad para confrontar un desastre no planificado, basándose en la premisa de que un grupo humano organizado puede afrontar de una manera más eficiente un desastre,

ya que su capacidad de prevenir y afrontar es más rápida (Loyola Morales, 2019).

B. Vulnerabilidad Económica

Se puede interpretar como la entrada de activos que tiene una población para poder afrontar posibles desastres que no se encuentren planificados ni evaluados, se estudia el grado de ingresos económicos de la población, salarios, empleo y los accesos a los servicios, etc (Loyola Morales, 2019). En otras palabras, la pobreza aumenta el riesgo de desastres (vulnerabilidad de los sectores más deprimidos, desempleo, ingresos insuficientes, explotación, inestabilidad laboral, dificultad para acceder a servicios de educación, salud y esparcimiento) (Foschiatti, 2004).

C. Vulnerabilidad Ecológica o Ambiental

Esta vulnerabilidad está ligada al grado de exposición de un territorio, que puede verse afectado por un suceso. En este caso la extensión de los potenciales impactos generados por el problema ambiental (Pérez, 2012), los cuales estarán relacionados con el deterioro de los componentes ambientales, la pérdida de la diversidad biológica, la deforestación, el uso irracional de los recursos, entre otros, los mismos que contribuyen a acrecentar este tipo de vulnerabilidad (Peña, 2017).

CENEPRED (2015), en su manual para la evaluación de riesgos, hace referencia a ciertos parámetros para la estimación de la vulnerabilidad social (grupo etario, servicios expuestos, nivel de instrucción de la población, actitud frente al riesgo, capacitación en temas de gestión del riesgo, etc.), económica (condiciones de alojamiento, material estructural predominante, estado de conservación, antigüedad de edificación, diversidad económica) y ambiental (explotación de recursos naturales, localización de centros poblados, conocimiento y cumplimiento de normativas ambientales, explotación sostenible de

recursos naturales, capacitación en temas de conservación ambiental).

Los parámetros nombrados en el párrafo anterior fueron clasificados de acuerdo al tipo de vulnerabilidad (social, económica y ambiental) y el factor de análisis: Exposición, fragilidad y resiliencia (Lavado, 2019).

2.2.17.2. Factores de la vulnerabilidad

A. Exposición

Según el CENEPRED (2015), la exposición se refiere a las decisiones y prácticas que colocan a los seres humanos y sus medios de vida en el área de impacto de un peligro. La exposición se genera por una relación inadecuada con el medio ambiente, lo que puede deberse a procesos no planificados de crecimiento poblacional, un proceso migratorio desordenado, la expansión urbana sin una adecuada gestión territorial y/o políticas de desarrollo económicamente insostenible.

B. Fragilidad

Según el CENEPRED (2015), la fragilidad está relacionada a las condiciones de desventaja del ser humano y sus medios de vida frente a un evento peligroso.

C. Resiliencia

La Oficina Nacional de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastre (2009), es definida como la capacidad de una comunidad, expuesta a un peligro, para adaptarse y recuperarse de sus efectos de manera oportuna y efectiva, incluyendo la preservación y la restauración de sus estructuras y funciones básicas.

2.2.17.3. Proceso de Análisis jerárquico (La matriz de Saaty)

Este es un método diseñado para resolver problemas multicriterio, mediante la construcción de un modelo jerárquico, que permite a los actores estructurar visualmente el problema. El punto central de este

proceso es el de asignar pesos a los parámetros y descriptores involucrados en la decisión y calificación final de las diversas alternativas en relación con los criterios seleccionados (CENEPRED, 2015).

Tabla 5

Escala de valores de la matriz de Saaty

Escala numérica	Escala verbal
9	Absolutamente o muchísimo más importante que...
7	Mucho más importante o preferido que...
5	Más importante o preferido que...
3	Ligeramente más importante o preferido que...
1	Igual o diferente a...
1/3	Ligeramente menos importante o preferido que...
1/5	Menos importante o preferido que...
1/7	Mucho menos importante o preferido que...
1/9	Absolutamente o muchísimo menos importante que...
2, 4, 6, 8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores.

Fuente: CENEPRED, 2015

2.2.18. Evaluación del riesgo

El riesgo es el resultado de vincular el peligro con la vulnerabilidad de los elementos expuestos, de esta manera se determinan los posibles impactos y consecuencias de carácter social, económico y ambiental. La modificación de estos parámetros ajusta el riesgo, es decir, las pérdidas totales y los efectos en un área determinada (Carreño et al., 2005).

Es posible calcular el riesgo mediante la combinación de data teórica y empírica, respecto a la probabilidad del riesgo identificado y al análisis de la vulnerabilidad dentro de un área geográfica determinada. El cálculo puede efectuarse de dos maneras, una de

forma matemática y la otra de forma descriptiva (Instituto Nacional de Defensa Civil, 2006).

El método matemático para el cálculo del riesgo, se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$R = P \times V$$

Donde:

R: Es el Riesgo

P: Es el Peligro

V: Es la Vulnerabilidad

2.2.19. Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres

Mediante Ley N° 29664, se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y su reglamento, como un sistema interinstitucional, sinérgico, descentralizado, transversal y participativo, con el objetivo de identificar y reducir los riesgos asociados a los peligros o minimizar sus efectos, así como prevenir la generación de nuevos riesgos, y la preparación y atención ante situaciones de desastres mediante el establecimiento de principios, lineamientos de política, componentes, procesos e instrumentos de la Gestión del Riesgo de Desastres.

2.2.20. Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres

La Ley N° 29664, Ley de creación del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres define la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres como lineamientos destinados a prevenir o reducir los riesgos de desastres, evitar la aparición de nuevos riesgos e implementar una adecuada preparación, atención, rehabilitación y reconstrucción ante situaciones de desastres, así como a minimizar los efectos adversos sobre la población, la economía y el ambiente. Se basa en tres pilares: Gestión prospectiva, correctiva y reactiva, así

como siete procesos: Estimación, Prevención y Reducción del riesgo, Preparación, Respuesta, Rehabilitación y Reconstrucción.

De conformidad con esta ley, mediante Decreto Supremo N° 111-2012-PCM se aprueba la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, la cual se actualizó tomando en cuenta la normativa vigente que rige la política nacional para reorientar su estrategia al 2050, teniendo en cuenta su concordancia con compromisos y acuerdos internacionales como son el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres (MSRRD) 2015 - 2030, en cada una de sus prioridades, así como la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.

Cabe señalar que la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres al 2050 se ha desarrollado en alineación con las Políticas de Estado del Acuerdo Nacional, la Visión del Perú al 2050, aprobada por consenso en el Foro del Acuerdo Nacional el 29 de abril de 2019, el Plan Estratégico de Desarrollo Nacional (PEDN), y sus lineamientos están relacionados con los de las políticas nacionales vigentes.

2.2.21. Sistema Nacional de Gestión Ambiental

La Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental (SNGA) establece como funciones del Ministerio del Ambiente promover la investigación ambiental, así como integrar y fortalecer con las entidades competentes del sector público y privado, las acciones en esta materia con el objetivo de dar el apoyo científico y técnico a los diferentes organismos involucrados y a la sociedad civil organizada en general. El Ministerio del Ambiente, como ente rector del Sistema Nacional de Gestión Ambiental, desarrolla, dirige, supervisa y ejecuta la Política Nacional del Ambiente.

La Política Nacional del Ambiente al 2030, aprobada mediante Decreto Supremo N.º 023-2021- Ministerio del Ambiente, como herramienta del proceso estratégico de desarrollo del país, constituye la base para la conservación del ambiente, de modo tal que se

propicie y asegure el uso sostenible, responsable, racional y ético de los recursos naturales y del medio que lo sustenta, para contribuir al desarrollo integral, social, económico y cultural del ser humano, en permanente armonía con su entorno. En este contexto precisa que las acciones del Estado estarán orientadas a lograr: la recuperación de la diversidad biológica, mejora de la calidad ambiental, población resiliente ante los riesgos e impactos de los peligros de origen natural y antrópicos en un contexto de cambio climático, gobernanza ambiental fortalecida, mejora de la eficiencia y sostenibilidad de los procesos productivos y conciencia ambiental ciudadana.

2.2.22. Política Nacional del Ambiente

Es uno de los principales instrumentos de gestión para el logro del desarrollo sostenible en el país y ha sido elaborada tomando en cuenta la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, los Objetivos del Milenio formulados por la Organización de las Naciones Unidas y los demás tratados y declaraciones internacionales suscritos por el Estado Peruano en materia ambiental. En tal sentido, en base al proceso de integración de los aspectos sociales, ambientales y económicos de las políticas públicas y la satisfacción de las necesidades de las actuales y futuras generaciones, la Política Nacional del Ambiente orienta las actividades públicas y privadas.

La Política Nacional del Ambiente como herramienta del proceso estratégico de desarrollo del país, constituye la base para la conservación del ambiente, de modo tal que se propicie y asegure el uso sostenible, responsable, racional y ético de los recursos naturales y del medio que lo sustenta, para contribuir al desarrollo integral, social, económico y cultural del ser humano, en permanente armonía con su entorno, lo que está inmerso en el marco de Sendai para la Gestión de Riesgos de Desastres 2015-2030.

2.3. Conceptual

Análisis de riesgos: Proceso técnico, que permite la identificación y caracterización de amenazas, análisis de vulnerabilidades, cálculo, control, gestión y comunicación de riesgos para lograr el desarrollo sostenible a través de una adecuada toma de decisiones en la gestión del riesgo de desastres (PCM, 2012).

Determinación del peligro: Etapa de la evaluación de riesgos, en la que se identifica y caracteriza el peligro, se evalúa la susceptibilidad ante el peligro, se determina los niveles de peligro y se elabora el mapa de peligros en sus cuatro niveles (PCM, 2012).

Espejo de agua: Es el ancho horizontal de la sección del canal en la superficie del agua (Mott, Robert L.; Untener, 2019).

Evaluación de riesgos: Componente del procedimiento técnico del análisis de riesgos, que permite calcular y controlar los riesgos, previa identificación de los peligros y análisis de las vulnerabilidades (PCM, 2012).

Inundación fluvial:

Desbordamiento del agua por encima de los límites normales de un cauce o de una extensión de agua, debido a una elevación rápida en el curso del nivel de las aguas, hasta un máximo a partir del cual dicho nivel asciende a una velocidad menor (IMPLAN, 2012).

Las inundaciones fluviales son un proceso natural por el cual el flujo desborda los límites de un cauce (Tockner et al., 2014).

Proceso geohidrológico provocado por el régimen de descargas de un río, donde los volúmenes de agua sobrepasan la capacidad de ríos o quebradas (INGEMMET, 2018).

Inundaciones provocadas por el desbordamiento de ríos y arroyos. Es atribuido al aumento repentino en la cantidad de agua más allá de lo

que el lecho o canal de río es capaz de transportar sin desbordarse, durante lo que se conoce como una crecida (CENEPRED, 2015).

Modelo digital de elevación (DEM): Es una representación visual y matemática de los valores de elevación, relativos al nivel medio del mar, que permite describir las formas del relieve y los elementos u objetos contenidos en el mismo (Sistemas de Información Geográfica de Latino América S.A.S, 2014).

Periodo de retorno: Periodo de retorno al tiempo promedio en años en el cual el valor del caudal pico de una creciente determinada es igualado o superado una vez cada "T" años (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2008).

Perímetro mojado: Es la longitud de contacto entre el lecho y el agua en una sección transversal (Jiménez et al., 2013).

Profundidad de flujo: Diferencia de elevación entre la elevación de la superficie del agua y la parte más profunda del canal (Mott, 2011).

Ráster: Cualquier tipo de imagen digital representada como mallas (píxeles). Divide el espacio en celdas regulares donde cada una de ellas representa un valor único (Velandia, 2020).

Red Irregular de Triangulación (TIN): Representación vectorial de una superficie. Forma de datos geográficos digitales basados en vectores y contruidos mediante la triangulación de un conjunto de vértices (Herrera, 2015).

Riesgo por Inundación:

El riesgo por inundación se define de forma general como la suma de los productos de la probabilidad de un evento por las consecuencias que éste genera (Rodríguez, 2016).

Probabilidad que se origine una inundación de cierta gravedad junto con el daño a la salud humana, el medio ambiente y la actividad

económica asociado a una inundación de esta gravedad (Triana, 2016).

Probabilidad de que la población y sus medios de vida sufran daños y pérdidas a consecuencia de su condición de vulnerabilidad y por la ocurrencia de una inundación (INDECI, 2020).

Interacción compleja de la hidrología y la hidráulica del flujo del río con el potencial de dañar las llanuras de inundación circundantes (Porta, 2020).

Tiempo de concentración: Tiempo en que la lluvia que cae en el punto más distante de la corriente de agua de una cuenca toma para llegar a una sección determinada de la corriente (Mosalve Sáenz, 1999).

Vulnerabilidad:

Es la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza (Decreto Supremo N° 048-2011-PCM, 2011).

Factor interno de personas y comunidades expuestas a una amenaza, en función de su predisposición a resultar dañadas (PNUD, 2015).

Condiciones determinadas por factores o procesos físicos, sociales, económicos y ambientales que incrementan la susceptibilidad de una persona, una comunidad, los bienes o los sistemas a los efectos de las amenazas (ONU, 2016).

Susceptibilidad o fragilidad física, económica, social o ambiental o institucional que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un evento físico peligroso se presente (UNGRD, 2017).

2.4. Definición de términos básicos

Cuenca hidrológica: La cuenca de drenaje de una corriente es el área de terreno donde todas las aguas caídas por precipitación se

unen para formar un solo curso de agua. Cada curso de agua tiene una cuenca bien definida para cada punto de su recorrido (Villón, 2022).

Caudal: Volumen de agua que pasa por la sección transversal del cauce en la estación hidrométrica, por unidad de tiempo y se expresa en m³/s o L/s (Ministerio del Ambiente, 2018).

Desastre: Conjunto de daños y pérdidas, en la salud, fuentes de sustento, hábitat físico, infraestructura, actividad económica y ambiente, que ocurre a consecuencia del impacto de un peligro (Ley N° 29664, 2011).

Erosión: Pérdida gradual de los materiales que constituyen el suelo, al ser arrastradas las partículas tras ser disgregadas y arrancadas de los agregados y terrones, a medida que van quedando en la superficie (Paper & Paz-gonz, 2017).

Hidrología: Es la ciencia natural geográfica dedicada al estudio de la distribución espacial y temporal, circulación, cuantificación, utilización y propiedades del agua presentes en la atmósfera, en la superficie terrestre y debajo de ella (Gutiérrez, 2014).

Intensidad: Cantidad de agua caída por unidad de tiempo. Lo que interesa particularmente de cada tormenta es la intensidad máxima que se haya presentado. Es decir, la altura máxima de agua caída por unidad de tiempo (García, 2004).

Lluvia: Gotas de agua líquida de diámetro mayor a los 0.5 mm que llegan al suelo (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, 2018).

Precipitación: Producto líquido o sólido de la condensación del vapor de agua que cae de las nubes o del aire y se deposita en el suelo. Este fenómeno incluye: lluvia, llovizna, nieve, aguanieve, granizo (Organización Meteorológica Mundial, 1992).

Peligro: Probabilidad que un fenómeno de origen natural o inducido por la acción humana, se presente en un lugar específico, con una cierta intensidad y en un período de tiempo y frecuencia definidos (Decreto Supremo N° 048-2011-PCM, 2011).

Riesgo de desastre: Es la probabilidad de que la población y sus medios de vida sufran daños y pérdidas a consecuencia de su condición de vulnerabilidad y el impacto de un peligro (Decreto Supremo N° 048-2011-PCM, 2011).

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis general

H.i. La evaluación del riesgo y análisis de vulnerabilidad ante la ocurrencia de inundación fluvial, empleando herramientas de sistemas de información geográfica resulta en niveles representativos muy altos en la zona urbana del distrito de Satipo, provincia de Satipo, región Junín, periodo 2000 – 2020.

H.0. La evaluación del riesgo y análisis de vulnerabilidad ante la ocurrencia de inundación fluvial, empleando herramientas de sistemas de información geográfica no resulta en niveles representativos muy altos en la zona urbana del distrito de Satipo, provincia de Satipo, región Junín, periodo 2000 – 2020.

3.1.2. Hipótesis específicas

H.1. El área de inundación determinada mediante el uso de un modelo unidimensional de flujo constante abarca más del 10% de la zona urbana del distrito de Satipo, en base a eventos similares ocurridos en la provincia de Satipo, región Junín, periodo 2000 – 2020.

H.2. El nivel de peligro más representativo en el área de inundación es muy alto en la zona urbana del distrito de Satipo, provincia de Satipo, región Junín, periodo 2000 – 2020.

H.3. Existen medidas estructurales y no estructurales que permiten reducir el nivel de riesgo por inundación en la zona urbana del distrito de Satipo, provincia de Satipo, región Junín, periodo 2000 – 2020.

3.2. Definición conceptual de las variables

VARIABLES INDEPENDIENTES:

A. Inundación fluvial

“Inundación causada por el desbordamiento de los ríos y los arroyos. Es atribuido 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” (CENEPRED, 2015, p. 75)

B. Vulnerabilidad

“Susceptibilidad de la población, la estructura física, actividades socioeconómicas o recursos naturales, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza” (INDECI, 2020, p. 381)

Variable Dependiente:

Riesgo por inundación

“Probabilidad de que la población y sus medios de vida sufran daños y pérdidas a consecuencia de su condición de vulnerabilidad y por la ocurrencia de una inundación” (INDECI, 2020, p. 381)

3.2.1. Operacionalización de las variables

3.2.1.1. Definición operacional de las variables

Variables Independientes:

X1 = Inundación fluvial

X2 = Vulnerabilidad

Variable Dependiente:

Y = Riesgo por inundación

Relación de variables:

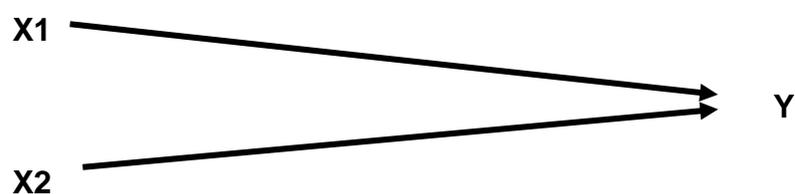


Tabla 6

Operacionalización de las Variables

VARIABLES INDEPENDIENTES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍNDICE	MÉTODO	TÉCNICA E INSTRUMENTO
Inundación fluvial	Inundación causada por el desbordamiento de los ríos y los arroyos. Es atribuido 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 (CENEPRED, 2015, p.75)	Modelamiento del área, profundidad y velocidad del flujo que se desborda sobre los terrenos adyacentes, a causa de un crecimiento exponencial del caudal de los ríos, calculado a partir de data pluviométrica y condicionado por las características propias del ámbito geográfico de estudio.	Área, profundidad y velocidad de inundación	Número de curva	unidad		Observación GPS Modelamiento
				Abstracción inicial	mm		
				Tiempo de concentración	min		
				Tiempo de retardo	min		
				Coefficiente de rugosidad de Manning	unidad		
				Altitud del terreno	msnm		
Caudal	m ³ /s						
				Pendiente del terreno	%		
Vulnerabilidad	Susceptibilidad de la población, la estructura física, las actividades socioeconómicas o los recursos naturales, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza (INDECI, 2020, p. 381).	Cálculo de la susceptibilidad de la población, la estructura física, actividades socioeconómicas o recursos naturales, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza	Nivel de Vulnerabilidad	Nivel de vulnerabilidad social	unidad	Hipotético-Deductivo	Encuesta Cuestionario
				Nivel de vulnerabilidad económica	unidad		
				Nivel de vulnerabilidad ambiental	unidad		
VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD		
Riesgo por inundación	Probabilidad de que la población y sus medios de vida sufran daños y pérdidas a consecuencia de su condición de vulnerabilidad y por la ocurrencia de una inundación (INDECI, 2020, p. 381).	Cálculo y control de riesgos, previa identificación de los peligros y análisis de las vulnerabilidades, recomendando medidas de prevención y/o reducción del riesgo de desastres y valoración de riesgos	Nivel de Riesgo	Nivel de peligro por inundación	unidad		Matriz de Riesgo
				Nivel de vulnerabilidad	unidad		

IV. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1. Tipo y diseño de investigación

4.1.1. Tipo

La investigación es de tipo **Aplicada** porque, a partir de teoría existente, se formulan problemas e hipótesis de trabajo para dar solución a los problemas de la vida productiva de la sociedad (Ñaupas et al., 2014).

La *evaluación del riesgo* busca determinar los posibles efectos y consecuencias sociales, económicas y ambientales asociadas a uno o varios fenómenos peligrosos como lo es la *inundación fluvial*, con la finalidad de tomar medidas de control como respuesta a los niveles de riesgo.

Esta investigación se desarrolla en un nivel **Aplicativo**, en concordancia con el tipo de investigación, ya que tiene como finalidad resolver las necesidades de la población objetivo y transformar positivamente la realidad a partir de propuestas de mejora (Supo, 2020).

4.1.2. Diseño

No Experimental: Esta investigación se realizará usando un diseño no experimental, pues la investigación se desarrolla sin manipular libremente las variables de estudio, se busca observar y evaluar la incidencia del fenómeno en un contexto dado (Sampieri, 2014).

4.2. Método de la investigación

El método de investigación desarrollado es de enfoque Mixto, el cual implica procesos de recolección, análisis y vinculación de datos cuantitativos y cualitativos con la finalidad de responder a un planteamiento del problema (Sampieri, 2014).

A continuación, se esquematizan las etapas desarrolladas en la presente investigación:

Figura 6

Fases para el Modelamiento de Inundación

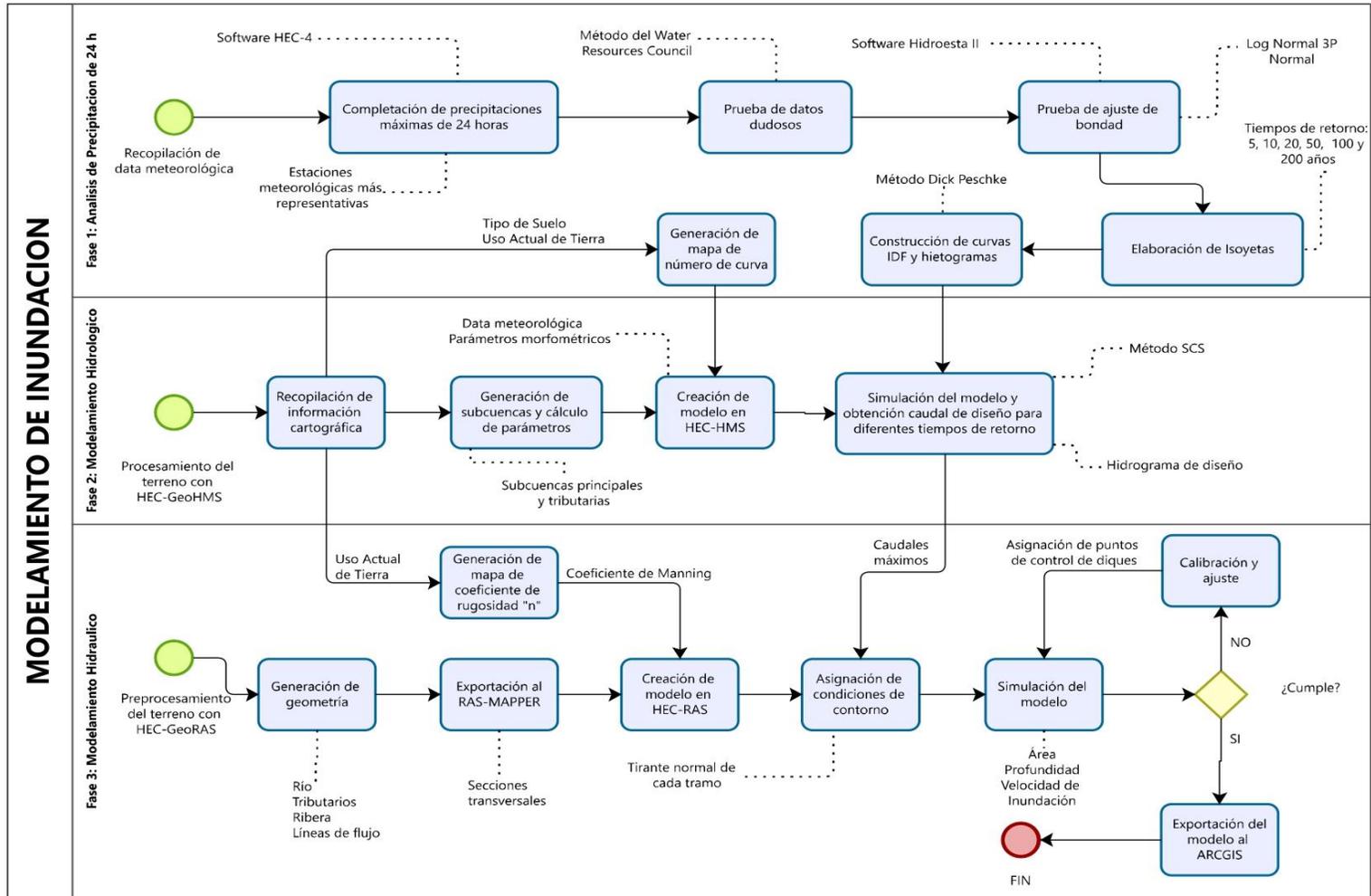
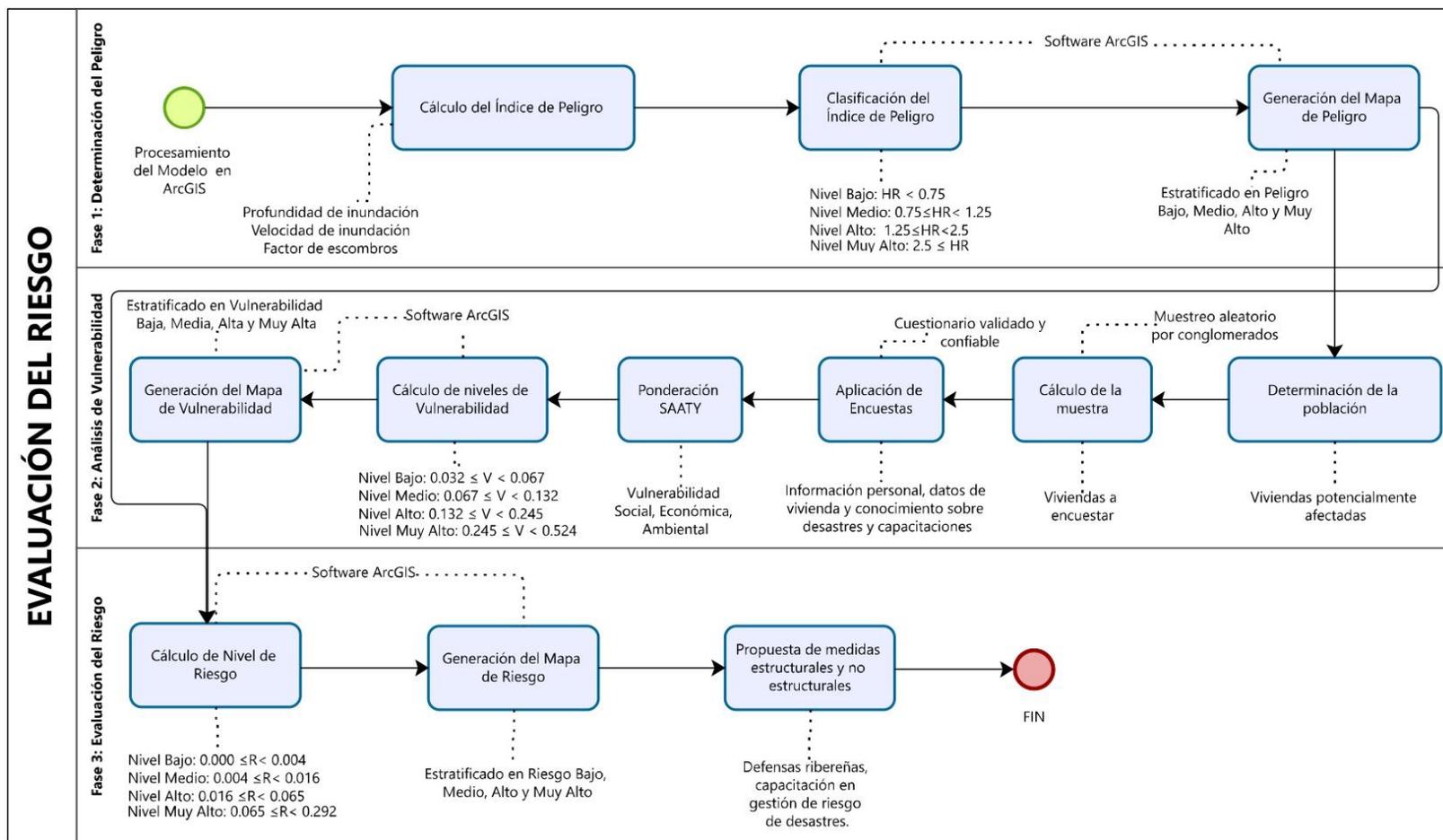


Figura 7

Fases para la Evaluación del Riesgo



4.2.1. Análisis de precipitación de 24 h

Para el procesamiento hidrológico se adquirió precipitaciones máximas de 24 horas de 3 estaciones convencionales (Pichanaki, Runatullo y Satipo), desde el año 2000 hasta el 2020; así mismo, la data pluviométrica faltante fue completada mediante el software HEC-4, para posteriormente ser sometida a las pruebas de datos dudosos y ajuste de bondad.

Una vez determinada la distribución con mejor ajuste para cada estación se obtuvieron las precipitaciones máximas de 24 horas para diferentes tiempos de retorno, con la que se generaron isoyetas en el software ArcGIS, mediante el método Kriging. Ello permitió conocer la precipitación máxima iterada en cualquier punto.

Posteriormente, se generaron las curvas IDF y se construyeron hietogramas de precipitación mediante el método de bloques alternos.

4.2.2. Modelamiento hidrológico

Previamente al inicio del modelamiento hidrológico, fue necesario calcular los valores de los parámetros morfométricos de la cuenca de estudio, tales como: número de curva, abstracción inicial, tiempo de concentración, tiempo de retardo y los coeficientes Muskingum.

Para la creación de un modelo meteorológico que permita la generación de caudales máximos, necesarios para el modelamiento hidráulico, se empleó el software HEC-HMS. Dicho programa emplea como insumos la data meteorológica y los parámetros morfométricos previamente calculados.

4.2.3. Modelamiento hidráulico

El modelo necesario para la simulación de la inundación fluvial del Río Satipo, fue desarrollado en el software HEC-RAS. En dicho programa se ingresaron los caudales máximos para diferentes tiempos de retorno; asimismo, se establecieron condiciones de contorno

necesarias para correr el modelo y obtenerse las diferentes áreas de inundación, así como la data de velocidad y profundidad.

4.2.4. Determinación del peligro

Empleando los datos de profundidad y velocidad de inundación, así como el ecoeficiente de Manning en base al uso del suelo del área de estudio, se obtuvieron los índices de peligrosidad, los cuales fueron reclasificados en el software ArcGIS. Como resultado de lo anteriormente descrito, se obtuvo el Mapa de Nivel de Peligro.

4.2.5. Análisis de vulnerabilidad

Considerando el área de inundación, obtenida mediante el modelamiento hidráulico, se identificó a la población del área urbana de Satipo potencialmente afectada ante la ocurrencia de dicho fenómeno natural. Empleando un muestreo aleatorio por conglomerados, se obtuvo la muestra representativa de la población, a la cual se aplicaron encuestas que permitieron recopilar la información necesaria para conocer su nivel de vulnerabilidad.

En base a los resultados de las encuestas, información geográfica de la zona y aplicando la metodología del CENEPRED, se calcularon los niveles de vulnerabilidad de cada vivienda, los cuales se clasificaron en: muy alto, alto, medio y bajo. Con dicha información se generó el Mapa de Vulnerabilidad de la población potencialmente afectada.

4.2.6. Evaluación del riesgo

Finalmente, con los niveles de peligro y vulnerabilidad anteriormente obtenidos, se procedió a la conjunción de estos para la obtención de los niveles de riesgo y su posterior representación cartográfica.

4.3. Población y muestra

Población

“Total de viviendas de la zona urbana del distrito de Satipo potencialmente afectadas por la inundación”

Se identificaron 438 viviendas potencialmente afectadas, distribuidas en 28 manzanas.

Muestra

“Muestra obtenida del total de viviendas identificadas como población, empleando muestreo aleatorio por conglomerados”

Ecuación para determinar la muestra:

$$n = \frac{k^2 * p * q * N}{(e^2 * (N - 1)) + k^2 * p * q}$$

Donde:

n: Tamaño de la muestra

k²: Nivel de confianza elegida

p: Probabilidad de ocurrencia

q: Probabilidad de no ocurrencia

N: Número de universo

E²: Margen de error

Para la obtención de la muestra se ha considerado un nivel de confianza del 95% y un error del 5%.

$$n = \frac{1.96^2 * 0.5 * 0.5 * 438}{(0.05^2 * (438 - 1)) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = 205$$

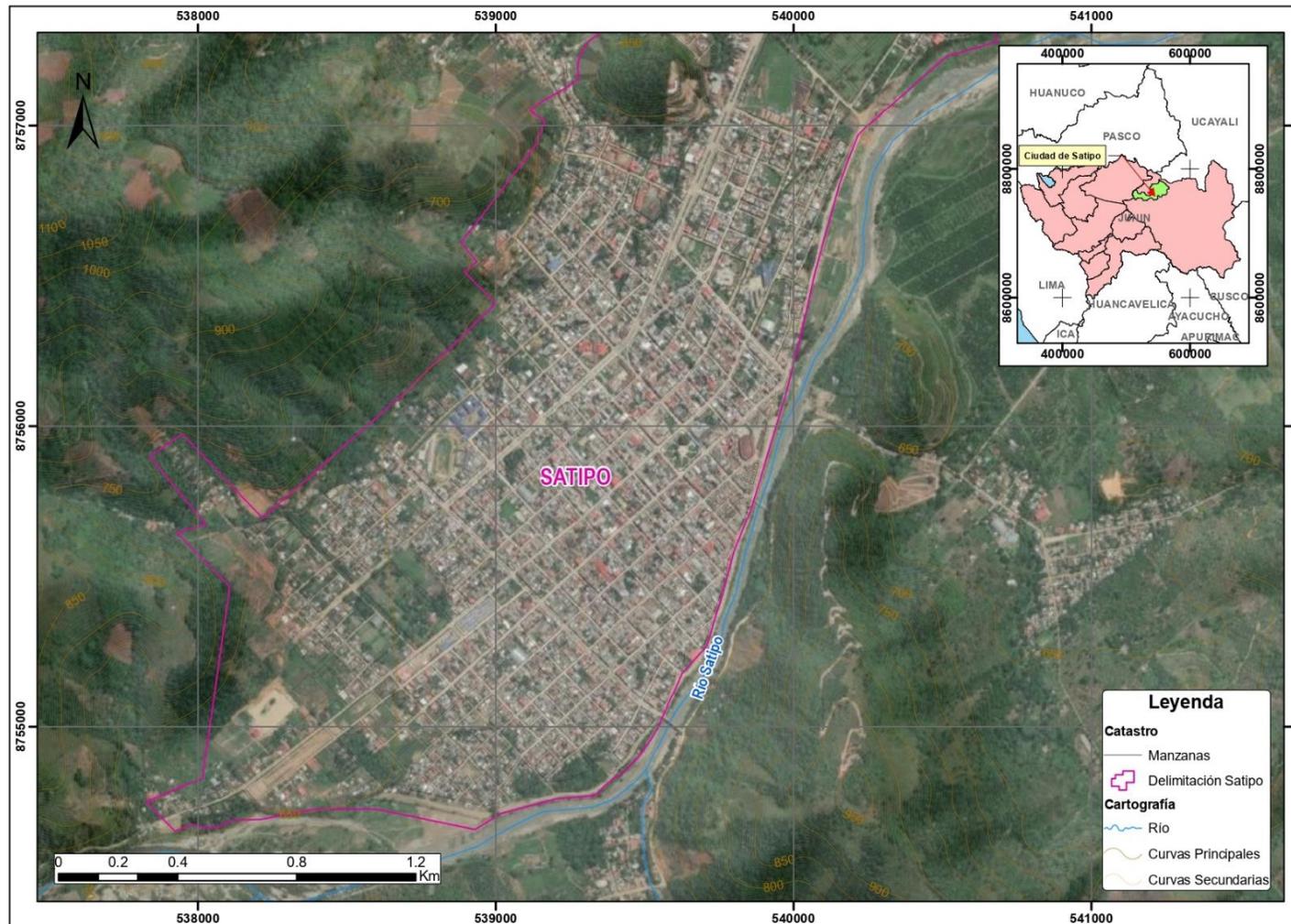
Como muestra se tiene un total de 205 viviendas, distribuidas proporcionalmente en las manzanas correspondientes.

4.4. Lugar de estudio y periodo desarrollado

El lugar de estudio abarca la Zona urbana del distrito de Satipo (ciudad de Satipo), provincia de Satipo, departamento de Junín.

Figura 8

Mapa de ubicación de la zona urbana del distrito de Satipo



El periodo de estudio, es aquel considerado a partir de los registros meteorológicos, que comprende desde el año 2000 hasta el 2020.

4.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.5.1. Técnicas

Observación: Una de las técnicas empleadas fue la observación, ya que se realizó un recorrido en campo para identificar las condiciones del cauce del Río Satipo en el tramo colindante a la ciudad de Satipo.

Encuesta: Técnica de recolección de datos, empleada con el fin determinar la vulnerabilidad social, económica y ambiental de la población de Satipo potencialmente afectada por las inundaciones fluviales.

4.5.2. Instrumentos

Matriz de evaluación del riesgo: La matriz fue empleada como un instrumento de procesamiento de información, aquella obtenida mediante las encuestas y el modelo de inundación, para la determinación de los niveles de riesgo de la zona urbana. Dicha matriz fue elaborada en base al “Manual de evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales” (CENEPRED) y se presenta en el anexo 18.

GPS: Se empleó un GPS Garmin Etrex10 para localizar las coordenadas UTM de las viviendas encuestadas y corroborar las altitudes del entorno.

Cuestionario: Se empleó un cuestionario para la recolección de datos necesarios para determinar el nivel de vulnerabilidad de la población de Satipo potencialmente afectada por las inundaciones fluviales. Este instrumento fue elaborado en base a los indicadores sociales, económicos y ambientales, establecidos en el “Manual de evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales” (CENEPRED).

El cuestionario cuenta con las siguientes secciones:

- Datos del entrevistado: Donde se detalla los datos personales sobre del encuestado.
- Datos del centro poblacional: Donde se recolecta información sobre la zona donde reside la persona encuestada.
- Datos de la vivienda: Información sobre el material, cantidad de pisos y antigüedad de la edificación.
- Datos del hogar: Información de la cantidad de personas que la conforman y el ingreso promedio mensual.
- Conocimiento y capacitaciones sobre desastres: Información que permite conocer sobre las capacitaciones y nivel de preparación que tiene el entrevistado ante la posible ocurrencia de un desastre.

4.5.3. Validez y confiabilidad del instrumento

La validación del instrumento de recolección de datos se realizó mediante el método de Juicio de Expertos, para lo cual se solicitó a 3 profesionales con experiencia en gestión de riesgos de desastres que califiquen el formato de encuesta empleado para la determinación de los niveles de vulnerabilidad.

Para determinar la confiabilidad del instrumento, se utilizó el software SPSS, mediante el Alfa de Cronbach. A partir de dicho análisis, se obtuvo un valor de $0.607 \approx 0.61$, por lo que, según Palella & Martins (2012) el instrumento presenta una alta confiabilidad.

El formato de encuesta, la calificación de los expertos, el proceso de validación y análisis de confiabilidad se presentan en el Anexo 2.

4.6. Análisis y procesamiento de datos

4.6.1. Análisis de data meteorológica

4.6.1.1. Completación de precipitaciones máximas de 24 horas

En la tabla 7 se muestran las precipitaciones registradas por cada estación meteorológica, representándose con S/D (sin datos) aquellas series anuales que carecen de información en algún mes.

Tabla 7*Precipitación máxima de 24 horas en las estaciones seleccionadas*

Año	Pichinaki	Runatullo	Satipo
2000	78.90	S/D	45.70
2001	50.20	S/D	89.70
2002	S/D	S/D	63.80
2003	73.00	23.20	71.90
2004	57.20	S/D	81.50
2005	S/D	S/D	82.80
2006	S/D	S/D	S/D
2007	68.80	23.00	83.40
2008	107.20	27.30	69.80
2009	71.80	22.50	100.90
2010	S/D	S/D	73.20
2011	S/D	29.60	82.80
2012	72.30	27.00	87.90
2013	65.10	S/D	86.80
2014	56.90	31.00	62.30
2015	S/D	S/D	76.10
2016	S/D	S/D	S/D
2017	S/D	S/D	74.90
2018	S/D	S/D	62.40
2019	S/D	38.20	63.00
2020	S/D	S/D	83.20

Fuente: Adaptado de SENAMHI

Mediante el método de correlación múltiple cruzada y empleando los datos de precipitación mensual de las estaciones seleccionadas, el software HEC-4 completó los datos mensuales no registrados (S/D).

Los registros completados, mediante el software HEC-4, se muestran en las tablas N° 8, 9 y 10; donde en amarillo se indica aquella data que fue llenada mediante el método de correlación múltiple cruzada.

Tabla 8*Data pluviométrica completada – Estación Pichanaki*

DATOS DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA DE 24 HORAS (mm)													
ESTACIÓN PICHANAKI													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PP24H
2000	78.90	65.00	50.60	28.00	32.00	15.00	26.00	21.20	36.60	28.00	22.70	35.00	78.90
2001	50.20	43.10	36.50	32.60	5.50	7.70	29.30	14.60	36.10	9.30	20.00	42.10	50.20
2002	57.10	60.20	56.00	18.10	11.10	7.20	27.70	11.20	34.50	40.90	41.59	97.90	97.90
2003	56.00	23.80	54.40	32.00	73.00	15.60	41.40	33.80	10.80	43.20	44.30	68.50	73.00
2004	25.70	44.70	52.50	18.30	57.20	10.90	45.70	12.20	7.50	41.60	40.50	53.60	57.20
2005	104.80	80.30	39.40	34.70	7.20	23.50	11.90	15.83	26.00	77.80	58.40	57.68	104.80
2006	33.20	28.40	35.00	30.50	25.00	4.10	25.60	7.60	29.50	25.41	27.20	66.40	66.40
2007	68.80	48.20	55.00	34.70	27.00	0.00	6.00	18.90	34.70	25.80	22.70	33.40	68.80
2008	38.00	107.20	25.60	30.70	3.70	7.40	16.80	5.80	11.90	23.00	44.40	31.70	107.20
2009	45.80	51.90	26.60	63.00	19.40	31.70	62.20	24.00	66.60	26.50	19.30	71.80	71.80
2010	77.40	42.10	20.60	23.70	25.20	12.00	0.70	25.90	12.41	23.59	27.19	61.10	77.40
2011	45.60	52.20	40.74	35.60	19.30	12.70	34.00	81.00	20.00	39.46	22.50	56.20	81.00
2012	56.50	63.80	27.80	25.50	18.70	6.60	16.20	16.00	14.40	7.70	48.30	72.30	72.30
2013	41.00	51.70	64.70	11.60	34.00	33.20	3.70	21.20	35.40	41.20	57.10	65.10	65.10
2014	56.90	40.10	38.40	26.50	31.00	36.70	18.50	18.60	47.10	37.20	21.70	48.80	56.90
2015	45.28	41.20	34.20	19.30	29.40	11.50	11.40	28.50	23.50	36.88	39.20	34.60	45.28
2016	51.50	35.70	42.80	5.60	13.40	8.60	21.80	12.80	38.50	46.70	25.89	91.70	91.70
2017	55.72	41.42	39.51	22.16	36.27	21.90	24.35	11.98	32.87	44.72	33.72	66.95	66.95
2018	64.68	50.12	31.54	35.32	8.42	13.46	11.48	25.01	31.18	42.63	28.51	69.59	69.59
2019	69.90	58.87	36.00	35.30	42.70	15.00	16.60	20.50	11.00	52.40	29.40	54.30	69.90
2020	68.20	78.40	26.29	31.20	72.30	8.17	6.80	3.40	14.85	33.97	25.54	75.70	78.40

Tabla 9*Data pluviométrica completada – Estación Satipo*

DATOS DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA DE 24 HORAS (mm)													
ESTACIÓN SATIPO													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PP24H
2000	38.70	34.80	45.70	36.50	40.00	10.70	11.10	25.30	30.90	20.50	35.60	28.70	45.70
2001	20.70	59.00	53.80	51.90	14.20	8.40	53.40	30.90	41.60	89.70	57.00	60.60	89.70

2002	48.70	48.10	32.10	20.80	28.60	2.10	63.80	41.30	40.40	54.60	41.50	36.90	63.80
2003	71.90	23.40	62.30	19.00	43.70	71.60	34.00	18.50	57.10	27.80	38.00	28.20	71.90
2004	81.50	55.50	25.60	63.70	45.50	15.50	49.50	40.00	24.40	27.70	55.50	43.90	81.50
2005	19.40	63.20	41.00	53.70	5.80	9.00	28.80	34.40	13.20	59.60	82.80	46.50	82.80
2006	61.20	40.40	22.60	21.70	17.50	52.30	10.50	32.60	26.80	68.70	27.20	55.90	68.70
2007	59.70	22.80	47.00	17.60	21.80	34.40	36.30	37.70	32.00	52.20	28.00	83.40	83.40
2008	37.50	69.80	38.70	61.50	24.10	12.40	26.30	18.50	40.00	36.00	34.40	53.70	69.80
2009	35.30	63.70	34.40	40.40	47.40	25.50	35.00	7.00	61.50	100.90	36.10	57.20	100.90
2010	73.20	67.30	43.10	35.70	11.90	57.60	26.20	21.00	12.70	29.20	33.90	54.50	73.20
2011	54.90	36.90	16.40	67.30	36.40	24.70	36.10	33.90	36.30	82.80	55.40	36.30	82.80
2012	47.80	63.40	87.90	43.80	15.90	29.00	8.60	13.70	16.20	42.50	29.30	47.40	87.90
2013	31.60	86.80	43.10	23.60	13.40	38.60	7.40	71.50	30.50	34.10	27.80	37.50	86.80
2014	34.60	34.40	28.50	44.20	29.60	32.80	19.30	22.10	44.30	34.60	62.30	47.10	62.30
2015	76.10	35.10	52.00	67.60	21.70	8.10	17.00	19.80	32.20	50.20	59.30	24.10	76.10
2016	30.90	38.40	19.90	18.10	1.90	11.70	19.00	28.36	27.60	56.70	32.90	53.50	56.70
2017	49.70	40.40	55.00	48.60	74.90	38.40	13.50	24.20	42.30	57.70	54.10	65.30	74.90
2018	44.50	62.40	32.20	41.20	15.40	40.70	27.50	27.80	23.60	62.00	50.00	53.80	62.40
2019	57.60	43.60	52.20	17.30	19.50	7.50	43.70	6.40	10.90	45.80	44.20	63.00	63.00
2020	33.20	37.30	83.20	49.70	59.00	29.20	6.80	39.60	22.00	30.00	9.10	23.90	83.20

Tabla 10

Data pluviométrica completada – Estación Runatullo

DATOS DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA DE 24 HORAS (mm)													
ESTACIÓN RUNATULLO													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PP24H
2000	18.46	24.33	21.08	10.10	21.80	4.24	7.98	11.83	16.28	18.38	17.04	16.69	24.33
2001	19.18	23.58	19.73	12.83	5.22	6.30	18.40	10.50	4.30	11.60	8.50	15.00	23.58
2002	13.50	20.20	16.80	12.00	15.50	11.80	31.00	5.80	21.50	20.30	21.29	20.50	31.00
2003	23.20	17.00	22.90	11.60	11.00	4.00	11.00	11.50	18.00	11.80	8.40	18.20	23.20
2004	16.00	24.50	21.00	13.60	21.80	5.43	15.20	12.50	8.80	17.40	24.20	14.70	24.50
2005	9.60	12.20	20.60	5.60	5.30	4.60	13.70	8.40	20.70	20.79	10.20	18.60	20.79
2006	18.80	24.10	16.00	14.30	4.50	11.30	5.50	7.40	7.40	15.06	16.02	23.20	24.10

2007	14.20	22.20	23.00	11.30	23.00	3.00	13.00	10.70	10.30	12.50	20.30	11.00	23.00
2008	17.70	27.30	21.10	11.50	9.80	7.00	3.80	7.30	11.50	10.90	10.20	17.20	27.30
2009	20.50	22.50	15.40	16.60	11.50	4.80	16.40	8.10	10.00	16.40	19.10	19.60	22.50
2010	27.00	28.70	26.00	12.70	7.20	3.00	6.20	7.50	8.97	15.73	14.45	20.20	28.70
2011	20.00	15.40	22.30	11.50	14.00	11.10	10.00	12.50	11.20	23.40	9.30	29.60	29.60
2012	12.30	22.90	21.40	16.50	5.70	8.20	9.40	13.80	12.60	18.40	10.40	27.00	27.00
2013	21.06	22.80	23.20	11.40	12.00	7.10	7.20	15.80	10.60	15.70	18.20	18.20	23.20
2014	30.30	17.00	25.10	31.00	9.80	4.00	6.30	6.50	13.80	19.90	19.80	21.90	31.00
2015	18.25	22.77	19.35	12.36	12.66	5.59	8.81	9.88	13.73	17.40	12.50	15.98	22.77
2016	27.20	25.80	21.81	9.50	7.50	10.80	8.10	9.90	15.50	19.70	34.80	25.50	34.80
2017	32.20	33.00	21.60	10.20	17.40	7.20	8.72	8.00	14.60	20.60	20.70	17.51	33.00
2018	21.10	23.90	21.80	19.60	2.30	22.00	22.80	13.30	11.07	16.05	22.13	20.25	23.90
2019	19.10	34.60	25.10	8.00	30.80	3.70	26.10	0.60	9.10	13.20	19.30	38.20	38.20
2020	22.60	29.90	22.61	12.09	27.00	3.25	14.20	5.80	11.67	17.24	24.57	16.66	29.90

4.6.1.2. Prueba de datos dudosos

Inicialmente, se procede a determinar la asimetría de los datos, si el valor del coeficiente es mayor que +0.4 primero se consideran las pruebas para detectar datos dudosos altos; si el valor de asimetría es menor que -0.4, primero se consideran pruebas para datos dudosos bajos; en caso de que la asimetría de los datos de una estación se encuentre entre -0.4 y +0.4, se deben realizar ambas pruebas.

Asimetría de la estación:

$$V(C_s) = 10^{A - B \log\left(\frac{n}{10}\right)}$$

Donde:

n: Número de datos

$$A = -0.33 + 0.88|C_s| \quad \text{si } |C_s| \leq 0.90$$

$$A = -0.52 + 0.30|Cs| \quad \text{si } |Cs| > 0.90$$

$$B = 0.94 - 0.26|Cs| \quad \text{si } |Cs| \leq 1.50$$

$$B = 0.55 \quad \text{si } |Cs| > 1.5$$

A continuación, se presentan los datos de las estaciones y la determinación del valor de asimetría:

Tabla 11

Determinación de asimetría – Estación Pichanaki

ESTACIÓN PICHANAKI	
N° DATOS	21
COEF. ASIMET (Cs)	-0.096362185
Cs	0.096362185
A	-0.322291025
B	0.914945832
V(Cs)	0.241488122

Tabla 12

Determinación de asimetría – Estación Satipo

ESTACIÓN SATIPO	
N° DATOS	21
COEF. ASIMET (Cs)	-0.741319863
Cs	0.741319863
A	-0.270694411
B	0.747256836
V(Cs)	0.307981776

Tabla 13

Determinación de asimetría – Estación Runatullo

ESTACIÓN RUNATULLO	
N° DATOS	21
COEF. ASIMET (Cs)	0.604479261
Cs	0.604479261

ESTACIÓN RUNATULLO	
A	-0.281641659
B	0.782835392
V(Cs)	0.292491785

Debido a que el valor de asimetría de los datos de precipitación máxima de todas las estaciones se encuentra en el rango de -0.4 a +0.4, se realizaron ambas pruebas.

El resultado de aplicar las pruebas para buscar datos dudosos bajos y altos, nos da los siguientes umbrales de aceptación.

Tabla 14

Resultado de prueba de datos dudosos

Estaciones	Pichanaki	Satipo	Runatullo
PP mínima (mm)	45.28	45.7	20.79
PP máxima (mm)	107.2	100.9	38.2
Umbral menor (mm)	42.5	47.49	17.84
Umbral mayor (mm)	122.55	114.2	39.67

En la estación Satipo el registro mínimo de 45.7 mm es inferior al umbral menor, por lo que se eliminan los valores correspondientes del año que contienen dicho valor (Satipo – Año 2000). Los datos de las estaciones Pichanaki y Runatullo se encuentran dentro del rango de los umbrales.

Tabla 15

Data pluviométrica resultante de prueba de datos dudosos

DATOS DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA DE 24 HORAS (mm)			
AÑO	PICHANAKI	SATIPO	RUNATULLO
2000	78.9	---	24.33
2001	50.2	89.7	23.58
2002	97.9	63.8	31
2003	73	71.9	23.2
2004	57.2	81.5	24.5

DATOS DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA DE 24 HORAS (mm)			
AÑO	PICHANAKI	SATIPO	RUNATULLO
2005	104.8	82.8	20.79
2006	66.4	68.7	24.1
2007	68.8	83.4	23
2008	107.2	69.8	27.3
2009	71.8	100.9	22.5
2010	77.4	73.2	28.7
2011	81	82.8	29.6
2012	72.3	87.9	27
2013	65.1	86.8	23.2
2014	56.9	62.3	31
2015	45.28	76.1	22.77
2016	91.7	56.7	34.8
2017	66.95	74.9	33
2018	69.59	62.4	23.9
2019	69.9	63	38.2
2020	78.4	83.2	29.9

4.6.1.3. Prueba de ajuste de bondad

Utilizando el Software de Hidroesta II se realizó el ajuste de las diferentes precipitaciones anuales de 24 horas aplicando las distribuciones de probabilidad Normal, Log-normal 2P, Log-normal 3P, Log Pearson Tipo III, Gumbel, Log-Gumbel, Gamma 2P, Gamma 3P, descritas en el apartado 2.2.7.

Tabla 16

Prueba de bondad – Estación Pichanaki

Prueba de bondad			Normal	Log-normal (2P)	Log-normal (3P)	Log-Pearson III	Gumbel	Log-Gumbel	Gamma (2P)	Gamma (3P)
N dato	21	Dmáx	0.112	0.092	0.083	---	0.099	0.132	0.084	0.088
Significancia	0.05	Dcrit>Dmáx	Si ajusta	Si ajusta	Si ajusta	No ajusta	Si ajusta	Si ajusta	Si ajusta	Si ajusta
Dcritico	0.297	Mejor ajuste	6	4	1	---	5	7	2	3

Tabla 17

Prueba de bondad – Estación Satipo

Prueba de bondad			Normal	Log-normal (2P)	Log-normal (3P)	Log-Pearson III	Gumbel	Log-Gumbel	Gamma (2P)	Gamma (3P)
N dato	20	Dmáx	0.111	0.129	0.135	---	0.165	0.18	0.128	0.125
Significancia	0.05	Dcrit>Dmáx	Si ajusta	Si ajusta	Si ajusta	No ajusta	Si ajusta	Si ajusta	Si ajusta	Si ajusta
Dcritico	0.304	Mejor ajuste	1	4	5	---	6	7	3	2

Tabla 18

Prueba de bondad – Estación Runatullo

Prueba de bondad			Normal	Log-normal	Log-normal (3P)	Log-Pearson III	Gumbel	Log-Gumbel	Gamma (2P)	Gamma (3P)
N dato	21	Dmáx	0.201	0.191	0.126	0.164	0.169	0.155	0.199	0.165
Significancia	0.05	Dcrit>Dmáx	Si ajusta	Si ajusta	Si ajusta	Si ajusta	Si ajusta	Si ajusta	Si ajusta	Si ajusta
Dcritico	0.297	Mejor ajuste	8	6	1	3	5	2	7	4

Las gráficas de ajuste para los datos de precipitación de cada estación observada, se muestran a continuación.

Figura 9

Gráfica de ajuste – Estación Pichanaki

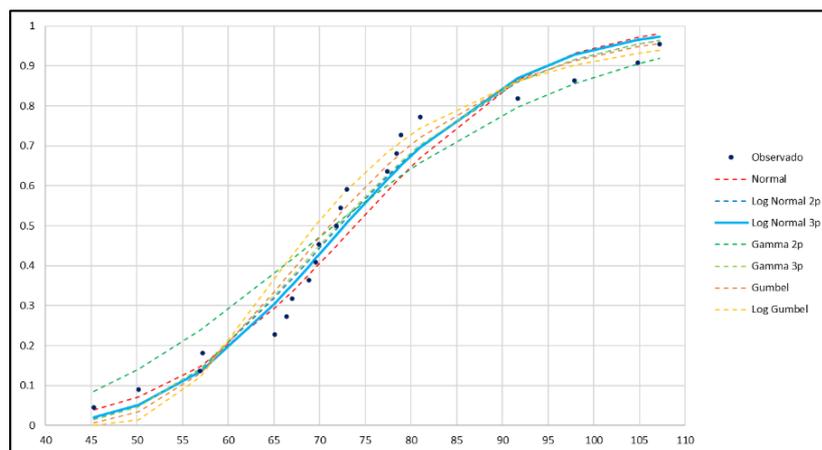


Figura 10

Gráfica de ajuste – Estación Satipo

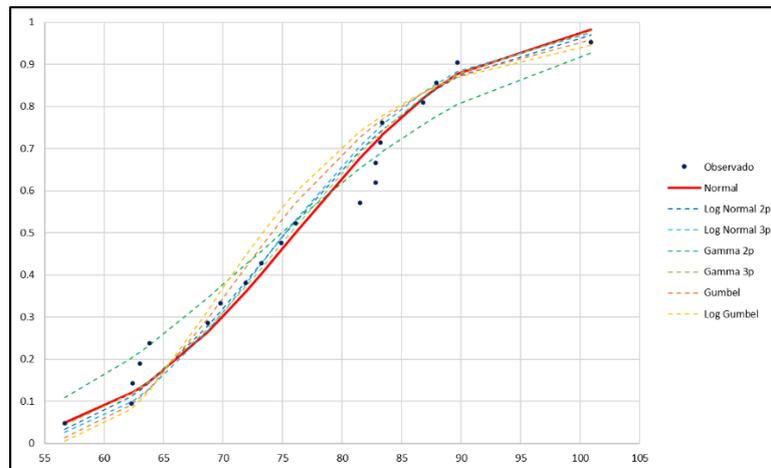
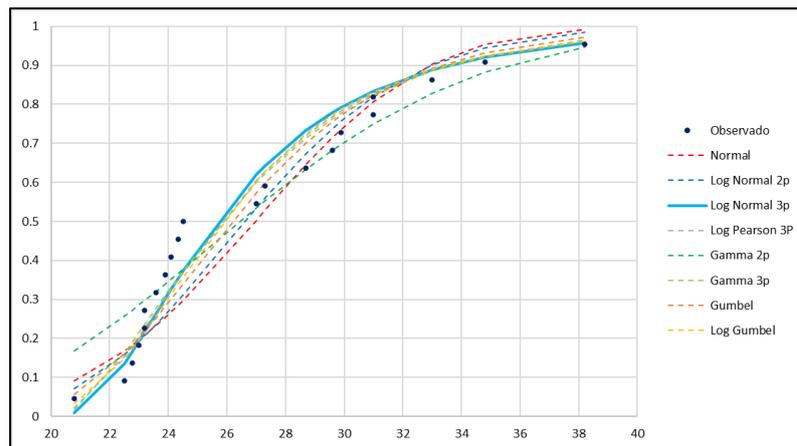


Figura 11

Gráfica de ajuste – Estación Runatullo



Según la prueba de ajuste de bondad, por el método Kolmogorv-Smirnov, las funciones que más se ajustan son: Log Normal 3 parámetros en las estaciones Pichanaki y Runatullo, y la distribución normal para la estación Satipo.

Considerando las distribuciones con mejor ajuste, se calcularon las precipitaciones máximas de 24 horas para diferentes periodos de retorno, empleando el software Hidroesta.

Tabla 19

PP máxima de 24 horas para diferentes periodos de retorno

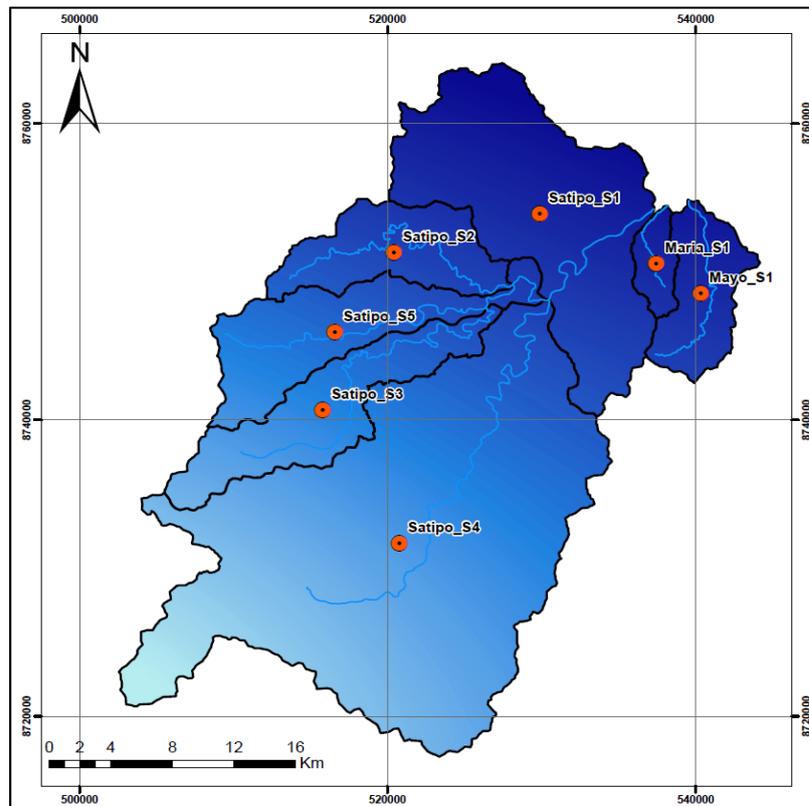
Estación	Distribución	Periodo de retorno					
		5	10	20	50	100	200
Pichanaki	Log-Normal (3P)	86.58	94.54	101.5	109.8	115.6	121.12
Satipo	Normal	85.7	90.72	94.87	99.54	102.65	105.5
Runatullo	Log-Normal (3P)	30.1	33.58	37.28	42.62	47.04	51.81

4.6.2. Elaboración de Isoyetas

En la Figura 12 se muestra el mapa de isoyetas para un tiempo de retorno de 100 años, elaborado en el programa ArcMap, tomando como base los datos de la Tabla 19. Los mapas de isoyetas para los otros tiempos de retorno se encuentran en el Anexo 5.

Figura 12

Mapa de isoyetas – TR = 100 años



4.6.3. Construcción de curvas IDF

Las precipitaciones máximas de 24 horas de las estaciones ficticias se muestran a continuación.

Tabla 20

PP máxima de 24 horas para diferentes estaciones

Subcuenca	Coordenada (UTM WGS84)		Periodo de retorno					
	Este	Norte	5	10	20	50	100	200
Satipo_S1	529904	8753892	77.14	82.29	86.73	91.97	95.63	99.11
Satipo_S2	520429	8751302	70.38	75.53	80.09	85.63	89.62	93.51
Satipo_S3	515794	8740663	59.16	63.77	68.03	73.43	77.47	81.54
Satipo_S4	520762	8731664	55.14	59.45	63.48	68.69	72.65	76.68
Satipo_S5	516582	8745922	64.00	68.88	73.30	78.81	82.86	86.88
Maria_S1	537464	8750537	78.14	83.04	87.22	92.10	95.48	98.67
Mayo_S1	540344	8748512	77.53	82.36	86.48	91.30	94.63	97.80

Estos datos permitirán la construcción de las curvas IDF y la posterior generación de hietogramas de precipitación.

La precipitación máxima de 24 horas de cada subcuenca fue disgregada en precipitaciones máximas para duraciones menores a 24 hora, para tal fin se empleó el método Dick Peschke:

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

Donde:

Pd: Precipitación máxima de duración d (mm)

d: Duración de la lluvia (min)

P24h: Precipitación máxima de 24 horas

Se presenta a continuación, las precipitaciones máximas para diferentes duraciones de la Subcuenca "Satipo_S1". Las demás tablas del resto de subcuencas se adjuntan en el anexo 6.

Tabla 21*PP máximas para diferentes duraciones – Estación Satipo_S1*

Duración (min)	Pd					
	5	10	20	50	100	200
60	34.85	37.18	39.18	41.55	43.21	44.78
120	41.45	44.21	46.60	49.41	51.38	53.25
180	45.87	48.93	51.57	54.69	56.86	58.93
240	49.29	52.58	55.42	58.76	61.10	63.33
300	52.12	55.60	58.59	62.13	64.61	66.96
360	54.55	58.19	61.33	65.03	67.62	70.08
420	56.69	60.47	63.74	67.59	70.28	72.83
480	58.61	62.53	65.90	69.88	72.66	75.31
540	60.37	64.40	67.87	71.97	74.83	77.56
600	61.98	66.11	69.68	73.89	76.83	79.63
660	63.47	67.71	71.36	75.67	78.68	81.55
720	64.87	69.20	72.93	77.34	80.41	83.34
780	66.18	70.60	74.41	78.90	82.04	85.03
840	67.42	71.92	75.80	80.38	83.57	86.62
900	68.59	73.17	77.12	81.77	85.03	88.12
960	69.70	74.36	78.37	83.10	86.41	89.56
1020	70.77	75.49	79.57	84.37	87.73	90.92
1080	71.79	76.58	80.71	85.59	88.99	92.23
1140	72.76	77.62	81.81	86.75	90.20	93.49
1200	73.70	78.62	82.87	87.87	91.37	94.69
1260	74.61	79.59	83.88	88.95	92.49	95.86
1320	75.48	80.52	84.86	89.99	93.57	96.98
1380	76.32	81.42	85.81	91.00	94.62	98.06
1440	77.14	82.29	86.73	91.97	95.63	99.11

Una vez obtenidas las precipitaciones para diferentes duraciones y periodos de retorno, se transformaron en intensidades mediante la fórmula:

$$I = \frac{60 \times Pd}{d}$$

Donde:

I: Intensidad máxima (mm/h)

Se presenta a continuación, las intensidades para diferentes de la Subcuenca “Satipo_S1”. En el anexo 7, se adjuntan las demás tablas.

Tabla 22

Intensidades – Estación Satipo_S1

Duración (min)	Intensidad máxima					
	5	10	20	50	100	200
60	34.85	37.18	39.18	41.55	43.21	44.78
120	20.72	22.11	23.30	24.71	25.69	26.63
180	15.29	16.31	17.19	18.23	18.95	19.64
240	12.32	13.14	13.85	14.69	15.28	15.83
300	10.42	11.12	11.72	12.43	12.92	13.39
360	9.09	9.70	10.22	10.84	11.27	11.68
420	8.10	8.64	9.11	9.66	10.04	10.40
480	7.33	7.82	8.24	8.74	9.08	9.41
540	6.71	7.16	7.54	8.00	8.31	8.62
600	6.20	6.61	6.97	7.39	7.68	7.96
660	5.77	6.16	6.49	6.88	7.15	7.41
720	5.41	5.77	6.08	6.44	6.70	6.95
780	5.09	5.43	5.72	6.07	6.31	6.54
840	4.82	5.14	5.41	5.74	5.97	6.19
900	4.57	4.88	5.14	5.45	5.67	5.87
960	4.36	4.65	4.90	5.19	5.40	5.60
1020	4.16	4.44	4.68	4.96	5.16	5.35
1080	3.99	4.25	4.48	4.75	4.94	5.12
1140	3.83	4.09	4.31	4.57	4.75	4.92
1200	3.69	3.93	4.14	4.39	4.57	4.73
1260	3.55	3.79	3.99	4.24	4.40	4.56
1320	3.43	3.66	3.86	4.09	4.25	4.41
1380	3.32	3.54	3.73	3.96	4.11	4.26
1440	3.21	3.43	3.61	3.83	3.98	4.13

Los resultados de intensidad, duración y frecuencia, deben ajustarse a la siguiente ecuación:

$$I = \frac{10^K * T^m}{d^n}$$

Donde:

T: Periodo de retorno (años)

Los coeficientes de K, m y n se calcularon aplicando regresión lineal.

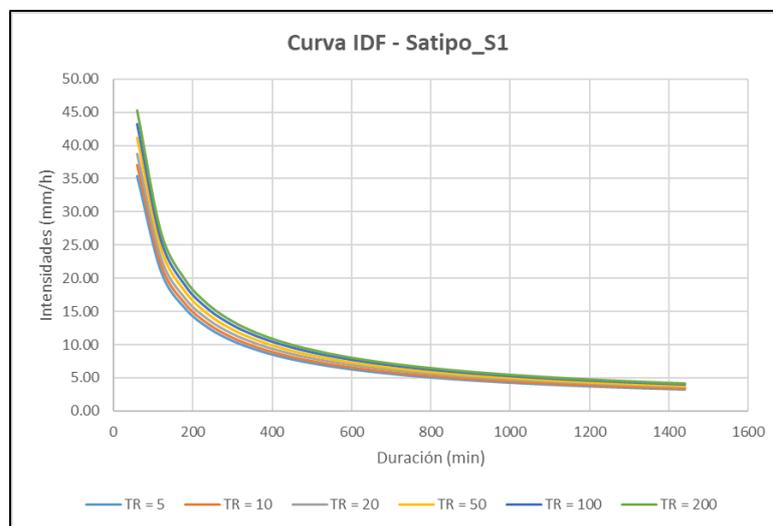
Para calcular la intensidad de lluvia en la estación ficticia de Satipo_S1, se tiene la siguiente ecuación.

$$I = \frac{683.67 * T^{0.067}}{d^{0.75}}$$

El resto de fórmulas de cada estación se presentan en el anexo 8. Posteriormente, se generaron las curvas IDF para cada subestación.

Figura 13

Curva IDF – Subcuenca Satipo_S1



Las curvas IDF de las otras subcuencas se adjuntan en el anexo 9.

4.6.4. Construcción de hietogramas

Mediante el método de bloques alternos, la profundidad incremental fue distribuida a lo largo de la duración de la tormenta.

Tabla 23

Método Bloque Alterno – Estación Satipo_S1

Tiempo de Retorno = 100 años					
Duración (min)	Intensidad (mm/h)	Profundidad acumulada (mm)	Profundidad incremental (mm)	Tiempo (min)	Precipitación (mm)
60	43.18	43.18	43.18	0-60	1.05
120	25.68	51.36	8.17	60-120	1.12
180	18.94	56.83	5.48	120-180	1.21
240	15.27	61.07	4.24	180-240	1.32
300	12.92	64.58	3.50	240-300	1.45
360	11.26	67.59	3.01	300-360	1.62
420	10.03	70.24	2.66	360-420	1.85
480	9.08	72.63	2.38	420-480	2.17
540	8.31	74.80	2.17	480-540	2.66
600	7.68	76.79	2.00	540-600	3.50
660	7.15	78.65	1.85	600-660	5.48
720	6.70	80.38	1.73	660-720	43.18
780	6.31	82.00	1.62	720-780	8.17
840	5.97	83.53	1.53	780-840	4.24
900	5.67	84.99	1.45	840-900	3.01
960	5.40	86.37	1.38	900-960	2.38
1020	5.16	87.69	1.32	960-1020	2.00
1080	4.94	88.95	1.26	1020-1080	1.73
1140	4.75	90.16	1.21	1080-1140	1.53
1200	4.57	91.32	1.16	1140-1200	1.38
1260	4.40	92.45	1.12	1200-1260	1.26
1320	4.25	93.53	1.08	1260-1320	1.16
1380	4.11	94.57	1.05	1320-1380	1.08
1440	3.98	95.58	1.01	1380-1440	1.01

En el anexo 10 se adjuntan todas las hojas de cálculo del método de bloques alternos para las diferentes subcuencas y tiempos de retorno.

A partir de los datos de precipitación y duración se procedió a generar los hietogramas correspondientes.

4.6.5. Determinación de parámetros morfométricos

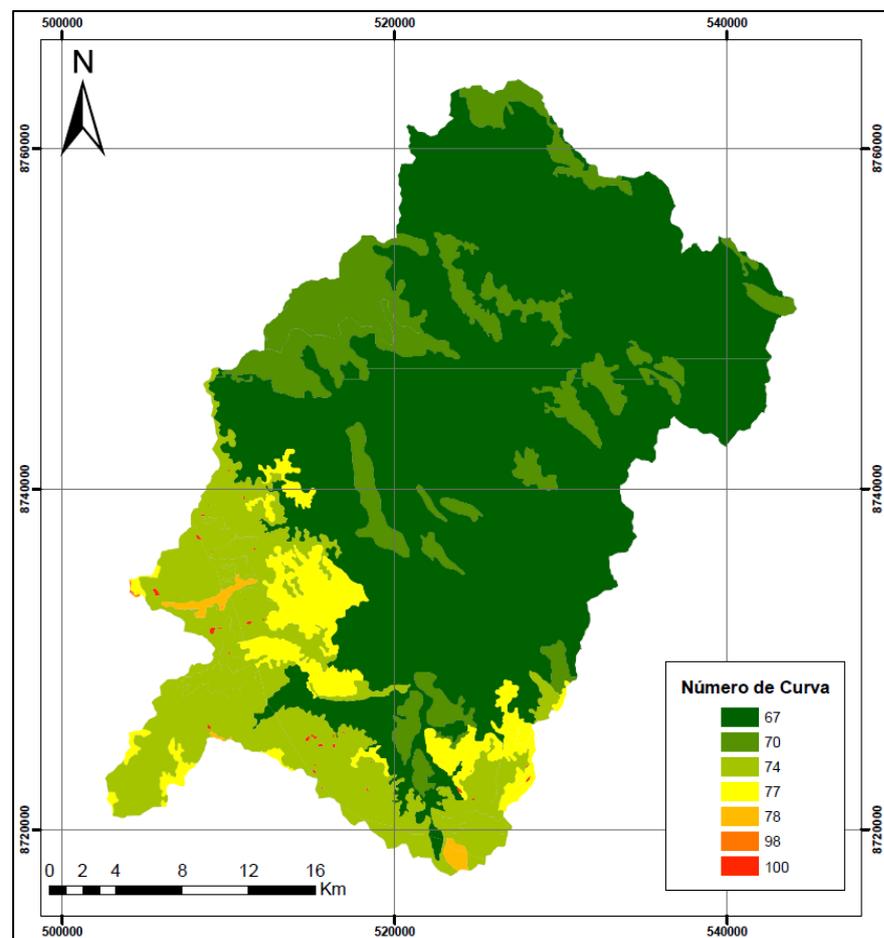
Los parámetros presentados a continuación, fueron necesarios determinar de forma previa, con el fin de que el software HEC-HMS v.4.8 pueda modelar los caudales máximos para cada subcuenca y periodo de retorno.

4.6.5.1. Cálculo del Número de Curva y Abstracción Inicial

En base a lo estipulado en la guía elaborada por la Autoridad Nacional del Agua (ANA), el mapa temático del Número de Curva se generó a partir de los mapas de tipo de suelo y uso actual de tierras.

Figura 14

Mapa del número de curva



El número de curva fue calculado mediante la ponderación de los valores medios de cada rango y el área que abarca en cada subcuenca; así mismo, se calculó la abstracción inicial empleando la fórmula establecida en el ítem 2.2.2.8.

Tabla 24

Número de curva de las subcuencas

SUBCUENCA	CN	ÁREA (km ²)	CN ponderado	la
Satipo_S1	67	173.21	67.34	24.64
	70	26.60		
Satipo_S2	67	25.94	68.84	22.99
	70	41.05		
Satipo_S3	67	50.11	69.83	21.95
	70	5.21		
	74	26.63		
	77	3.54		
	100	0.15		
Satipo_S4	67	260.88	70.45	21.31
	70	33.64		
	74	141.62		
	77	52.91		
	78	5.01		
	98	0.09		
	100	0.94		
Satipo_S5	67	58.45	68.43	23.44
	70	24.59		
	74	6.61		
	77	0.81		
	100	0.03		
Maria_S1	67	15.79	67.01	25.01
	70	0.05		
Mayo_S1	67	44.45	67.25	24.74
	70	4.00		

4.6.5.2. Cálculo de tiempo de concentración y tiempo de retardo

Para el cálculo del tiempo de concentración se empleó la fórmula de Kirpich, que emplea los datos de longitud del cauce principal y la pendiente, mostrados a continuación para cada subcuenca.

Tabla 25

Parámetros morfométricos de las subcuencas

SUBCUENCA	LONGITUD DEL CAUCE (m)	H MAX (msnm)	H MIN (msnm)	PENDIENTE DEL CAUCE (m/m)
Satipo_S1	12,644	890	656	1.8507
Satipo_S2	28,106	2,263	992	4.5222
Satipo_S3	32,070	3,627	1,079	7.9452
Satipo_S4	39,781	2,841	890	4.9043
Satipo_S5	30,165	3,025	890	7.0778
Maria_S1	7,239	1,013	646	5.0695
Mayo_S1	15,435	1,387	682	4.5675

Así mismo, el tiempo de retardo (lag time) fue estimado como el 60% del tiempo de concentración hallado para cada subcuenca, según lo detallado en el ítem 2.2.2.6.

Los resultados de tiempo de concentración y tiempo de retardo, calculados en función de los parámetros morfométricos de cada subcuenca, se muestran a continuación.

Tabla 26

Tiempos de concentración de las subcuencas

SUCUENCA	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (h)	TIEMPO DE RETARDO (h)
Satipo_S1	2.1748	1.3049
Satipo_S2	2.8520	1.7112
Satipo_S3	2.5412	1.5247
Satipo_S4	3.6121	2.1673

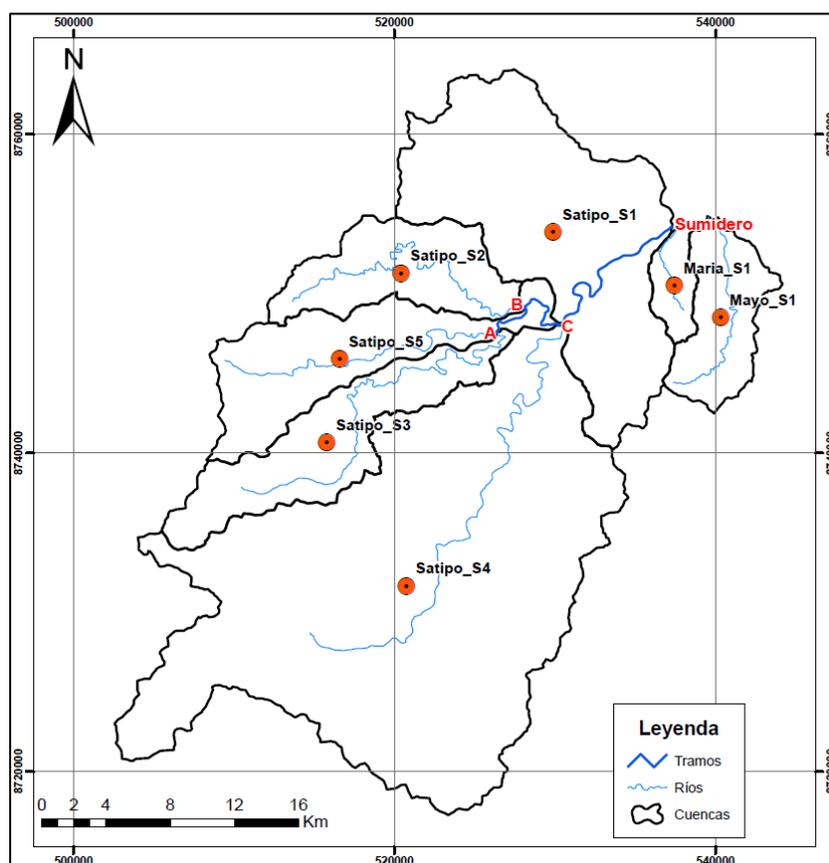
SUCUENCA	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (h)	TIEMPO DE RETARDO (h)
Satipo_S5	2.5345	1.5207
Maria_S1	0.9604	0.5762
Mayo_S1	1.7909	1.0745

4.6.5.3. Cálculo de parámetros de Muskingum

Los valores de los parámetros K y X de Muskingum, datos necesarios para realizar el tránsito de avenida en el software HEC-HMS, se determinaron para los tramos identificados en las subcuencas de estudio hidrológico.

Figura 15

Mapa de tramos identificados



Se consideró el valor de 0.2 para el parámetro X de Muskingum, debido a que es el valor promedio aplicable a las corrientes naturales.

Así mismo, se presentan los valores del parámetro K de Muskingum, calculado como el 60% del tiempo de concentración de los tramos identificados.

Tabla 27

Parámetros de Muskingum para los tramos

TRAMO	PENDIENTE (m/m)	LONGITUD (m)	MUSKINGUM K (h)	MUSKINGUM X
A_B	0.0290	2,997.2	0.3622	0.2
B_C	0.0223	4,567.5	0.5542	0.2
C_Sumidero	0.0185	12,644.0	1.3049	0.2

4.6.6. Modelamiento hidrológico con HEC-HMS

Una vez calculados los valores de los parámetros de ingreso para el HEC-HMS, se procedió a crear un nuevo proyecto en dicho software para comenzar con el modelamiento hidrológico.

4.6.6.1. Creación de los modelos de cuencas

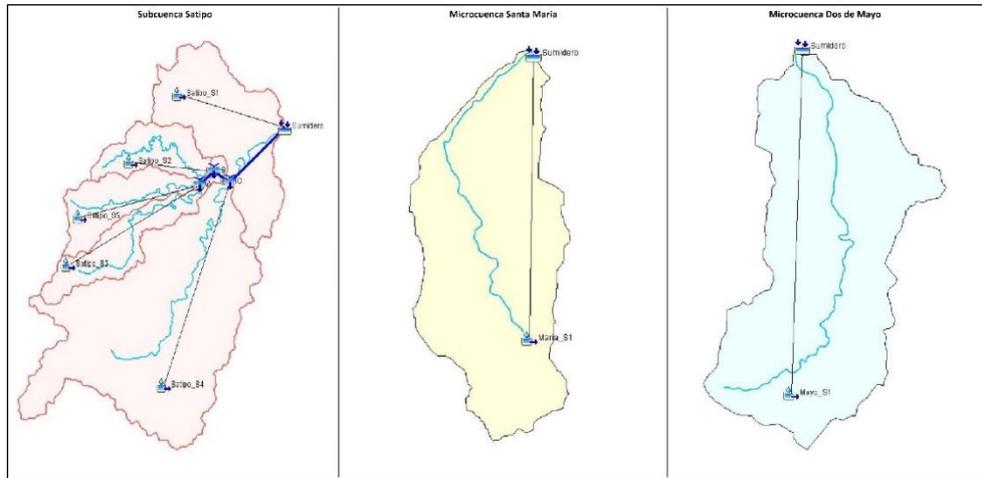
Se creó el componente modelo de cuenca ("Basin model") donde se añadieron el mapa base de las subcuencas de estudio y los siguientes elementos:

- Subbasin (

Considerando las subcuencas ya delimitadas, se generaron los modelos de cuencas para la red hídrica aportante al río Satipo y a sus tributarios, el río Dos de Mayo y la Quebrada Santa María.

Figura 16

Esquema del Basin Model de las subcuencas



Posteriormente, en la interfaz de cada subcuenca se definieron los métodos de pérdidas y de transformación del hidrograma, como el método del SCS; así mismo, se ingresaron manualmente los parámetros morfométricos calculados previamente.

Figura 17

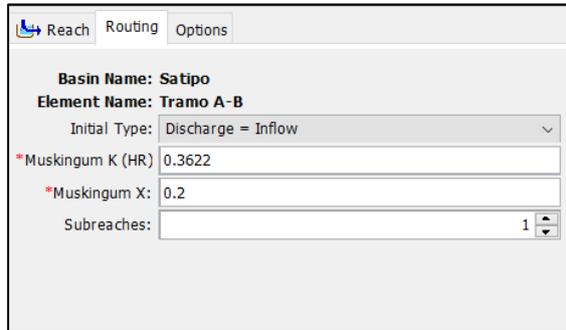
Interfaz del modelo de subcuenca

Field	Value
Basin Name	Satipo
Element Name	Satipo_S1
Description	Subcuenca del rio Satipo
Downstream	Sumidero
*Area (KM2)	199.805
Latitude Degrees	
Latitude Minutes	
Latitude Seconds	
Longitude Degrees	
Longitude Minutes	
Longitude Seconds	
Discretization Method	--None---
Canopy Method	--None--
Surface Method	--None--
Loss Method	SCS Curve Number
Transform Method	SCS Unit Hydrograph
Baseflow Method	--None--

De la misma forma, se ingresaron los parámetros Maskingum para los tramos considerados.

Figura 18

Interfaz de los elementos de tránsito de avenidas

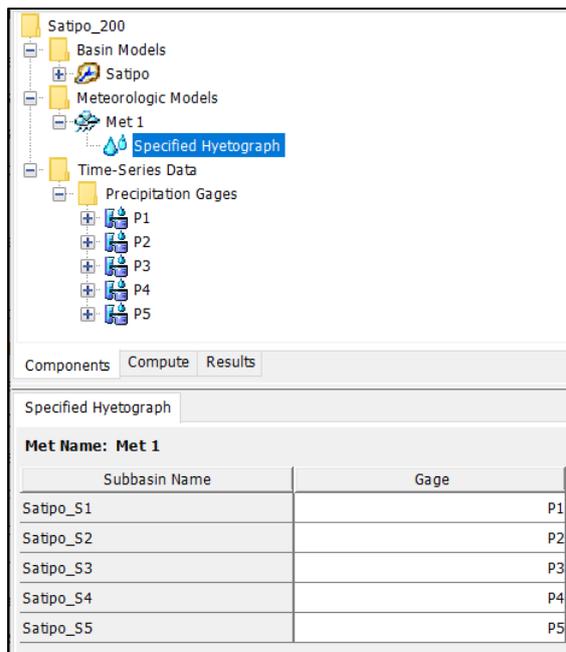


4.6.6.2. Creación del modelo meteorológico

La introducción de lluvias en el HEC-HMS se realizó a partir de unos hipotéticos registros pluviométricos (“Gages”) que contendrá la data estimada a partir del método de bloques alternos. Estos registros pluviométricos se asociaron a cada subcuenca mediante un modelo meteorológico de hietogramas específicos de avenidas para una duración de tormenta de diseño de 24 horas.

Figura 19

Interfaz del modelo meteorológico

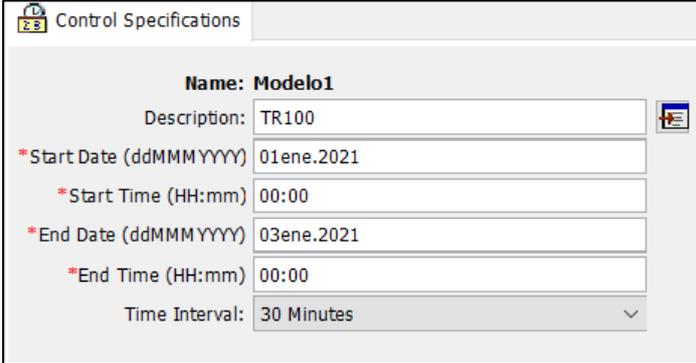


4.6.6.3. Creación de especificaciones de control

Las especificaciones del periodo e intervalo en el cual el software HEC-HMS realizará los cálculos se definen en el componente “especificaciones de control”.

Figura 20

Interfaz de las especificaciones de control



Control Specifications	
Name: Modelo1	
Description:	TR100
*Start Date (ddMMMYYYY)	01ene.2021
*Start Time (HH:mm)	00:00
*End Date (ddMMMYYYY)	03ene.2021
*End Time (HH:mm)	00:00
Time Interval:	30 Minutes

Debido que la cuenca a modelar es relativamente grande, las crecidas se empezaron a observar 12 horas después de iniciada la tormenta; por lo que, convenientemente, se estableció un plazo de 2 días para el modelamiento completo.

4.6.6.4. Generación de caudales máximos

Una vez creados los componentes necesarios e ingresados los datos para, se procedió a correr la simulación para los distintos periodos de retorno, empleando para ello la herramienta “simulation run” de la pestaña “compute” del HEC-HMS.

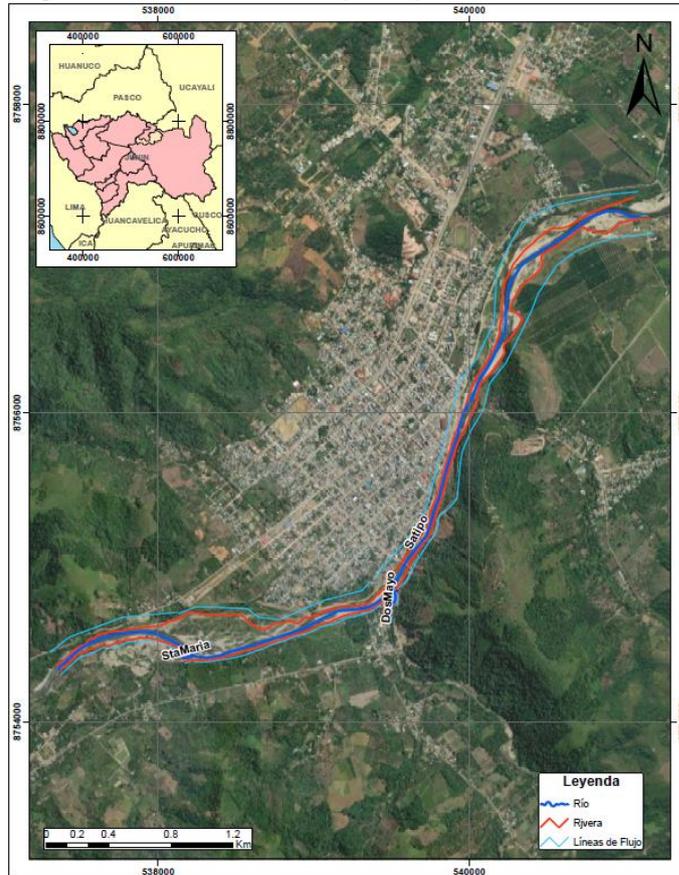
4.6.7. Modelamiento hidráulico con HEC-RAS

4.6.7.1. Procesamiento geoespacial

Empleando la extensión HEC-GeoRAS para el software ArcMap v10.5, se realizó la digitalización del río Satipo y sus tributarios, identificando las riberas y líneas de flujo. Dicha geometría creada fue exportada al RAS-Mapper, herramienta GIS del software HEC-RAS

Figura 21

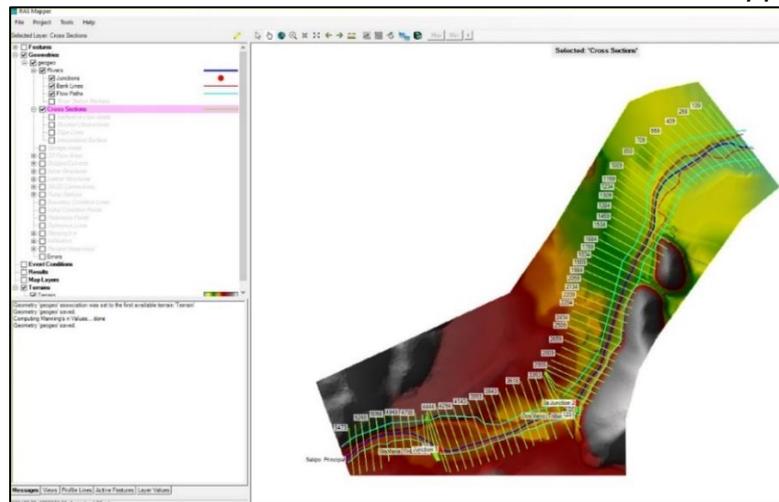
Digitalización en ArcMap empleando HEC-GeoRAS



En el interfaz del RAS-Mapper también se importó el modelo digital de elevación de la zona de estudio y se generaron secciones transversales cada 75 metros.

Figura 22

Generación de secciones transversales en RAS-Mapper



Todos los elementos anteriormente digitalizados y generados se importaron en la herramienta “geometry data”, donde se asignaron los coeficientes de Manning a cada sección transversal de forma segmentada, en base al tipo de superficie sobre la que se superpone y considerando los valores normales de la Tabla 2.

Figura 23

Asignación de coeficientes de Manning

River	Reach	River Station	Frictn (n/k)	n #1	n #2	n #3	n #4	n #5	n #6
DoshMayo	Tributario2	96	n	0.1	0.04				
DoshMayo	Tributario2	79	n	0.1	0.04	0.06			
DoshMayo	Tributario2	61	n	0.1	0.04	0.06			
DoshMayo	Tributario2	43	n	0.1	0.04	0.06			
Satipo	Principal	5473	n	0.06	0.05	0.04	0.06		
Satipo	Principal	5368	n	0.06	0.04	0.06			
Satipo	Principal	5323	n	0.06	0.04	0.06			
Satipo	Principal	5248	n	0.06	0.04	0.06			
Satipo	Principal	5173	n	0.06	0.04	0.06	0.05	0.06	
Satipo	Principal	5098	n	0.06	0.04	0.05	0.06		
Satipo	Principal	5023	n	0.06	0.04	0.05			
Satipo	Principal	4949	n	0.06	0.04	0.05			
Satipo	Principal	4873	n	0.06	0.05	0.04	0.05		
Satipo	Principal	4798	n	0.06	0.05	0.04	0.05		
Satipo	Principal	4722	n	0.06	0.05	0.04	0.05		
Satipo	Principal	4643	n	0.06	0.05	0.04	0.05		
Satipo	Principal	4618	n	0.06	0.05	0.04			
Satipo	Central	4552	n	0.06	0.05	0.04			
Satipo	Central	4519	n	0.06	0.05	0.04			
Satipo	Central	4444	n	0.03	0.06	0.05	0.04		
Satipo	Central	4368	n	0.03	0.06	0.05	0.04		
Satipo	Central	4294	n	0.06	0.05	0.04			
Satipo	Central	4218	n	0.06	0.05	0.04			
Satipo	Central	4143	n	0.06	0.05	0.04			
Satipo	Central	4068	n	0.06	0.05	0.04			
Satipo	Central	3993	n	0.06	0.017	0.05	0.04	0.035	
Satipo	Central	3918	n	0.06	0.017	0.05	0.04	0.035	
Satipo	Central	3843	n	0.06	0.017	0.05	0.04	0.035	
Satipo	Central	3768	n	0.017	0.06	0.05	0.04	0.035	
Satipo	Central	3693	n	0.017	0.06	0.04	0.035		
Satipo	Central	3618	n	0.017	0.1	0.06	0.04	0.035	
Satipo	Central	3544	n	0.017	0.1	0.06	0.04	0.035	
Satipo	Central	3470	n	0.017	0.1	0.06	0.05	0.04	0.035
Satipo	Central	3353	n	0.017	0.1	0.06	0.05	0.04	0.035
Satipo	Abajo	3278	n	0.017	0.1	0.06	0.05	0.04	
Satipo	Abajo	3129	n	0.017	0.06	0.04	0.05	0.1	
Satipo	Abajo	3092	n	0.017	0.06	0.04	0.05	0.1	
Satipo	Abajo	3012	n	0.017	0.06	0.04	0.1		
Satipo	Abajo	2935	n	0.017	0.06	0.04	0.1		
Satipo	Abajo	2884	n	0.017	0.06	0.04	0.1		
Satipo	Abajo	2809	n	0.017	0.06	0.04	0.1		
Satipo	Abajo	2734	n	0.017	0.06	0.04	0.1		
Satipo	Abajo	2659	n	0.017	0.06	0.04	0.1		

En la interfaz “steady flow data” se establecieron las condiciones de contorno necesarias para correr el modelo; en esta ventana, se ingresan los datos de caudales máximos para los diferentes tiempos de retorno de análisis, así como el tirante normal para cada tramo.

Figura 24

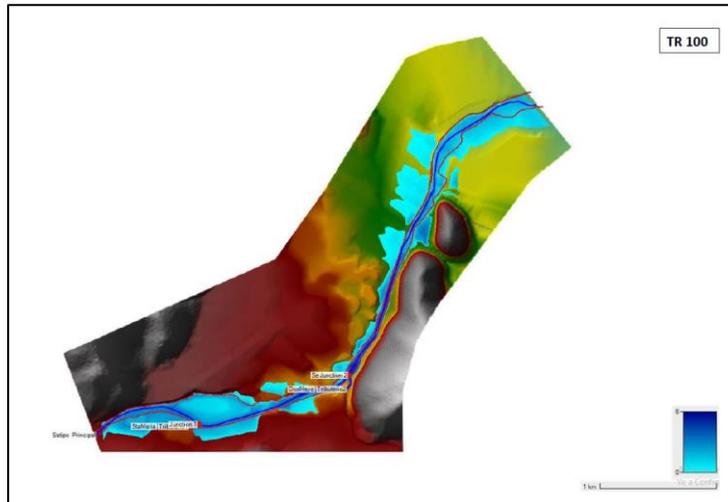
Definición de condiciones de contorno

River	Reach	Profile	Upstream	Downstream
DoshMayo	Tributario2	all	Normal Depth S = 0.0285	Junction=Junction 2
Satipo	Principal	all	Normal Depth S = 0.005	Junction=Junction 1
Satipo	Central	all	Junction=Junction 1	Junction=Junction 2
Satipo	Abajo	all	Junction=Junction 2	Normal Depth S = 0.0085
StaMaria	Tributario 1	all	Normal Depth S = 0.003	Junction=Junction 1

Una vez definidos todos los parámetros, se procedió a correr el modelo inicial de inundación para los diferentes tiempos de retorno.

Figura 25

Modelo inicial para un TR=100 años

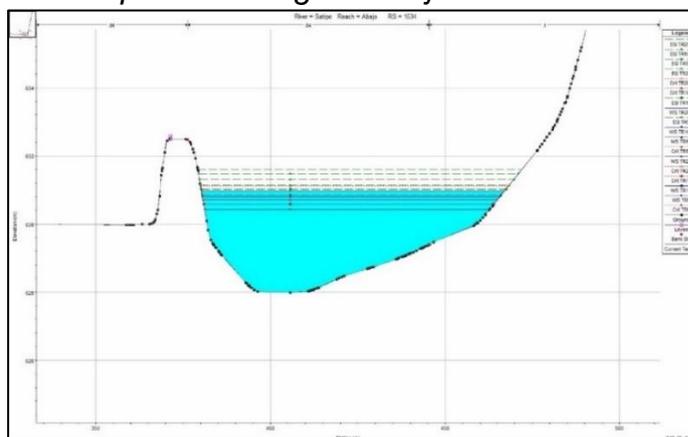


En el anexo 13 se adjuntan los modelos iniciales para todos los tiempos de retorno analizados.

Luego se realizó la calibración del modelo, verificándose el perfil longitudinal del nivel del agua a lo largo de los tramos modelados. Así mismo, se colocaron los “levee” (puntos de control de diques) en las secciones transversales donde se evidenció la existencia de diques de contención.

Figura 26

Río Satipo. Tramo aguas abajo. Sección transversal 1534



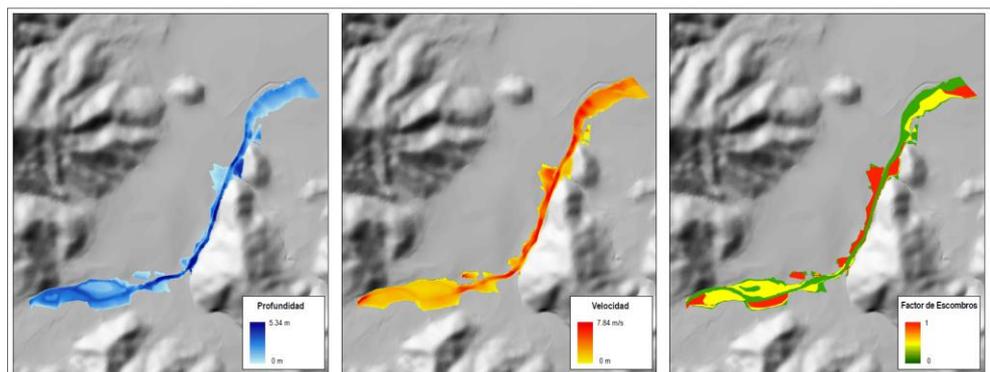
Posterior a estos ajustes en las diferentes secciones transversales, se volvió a ejecutar la simulación, cuyos resultados finales son la extensión, profundidad y velocidad de inundación.

4.6.8. Determinación del nivel de peligro

Para la determinación del índice de peligro, se emplearon los ráster de profundidad y velocidad de inundación, generados en el software HECRAS para un tiempo de retorno de 100 años e importados al software ArcGIS; así mismo, a partir de la información del uso de suelo, se generó una imagen ráster que representa factor de escombros.

Figura 27

Insumos para la determinación del índice de peligro



Empleando la herramienta “raster calculator” del software ArcGIS, se aplicó la fórmula presentada en el ítem 2.2.16, generándose de esta manera una imagen “raster” del índice de peligrosidad.

Figura 28

Fórmula del índice de peligrosidad en “raster calculator”

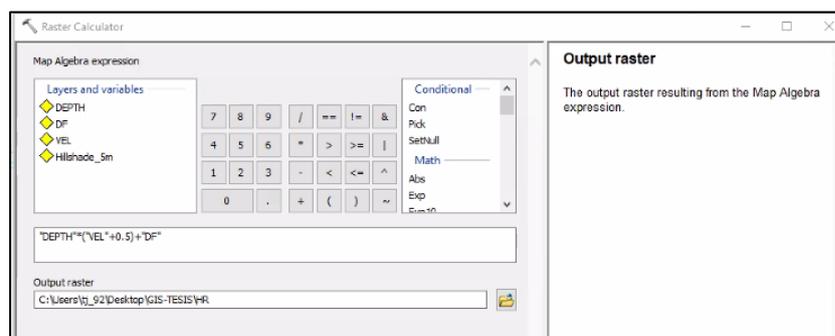
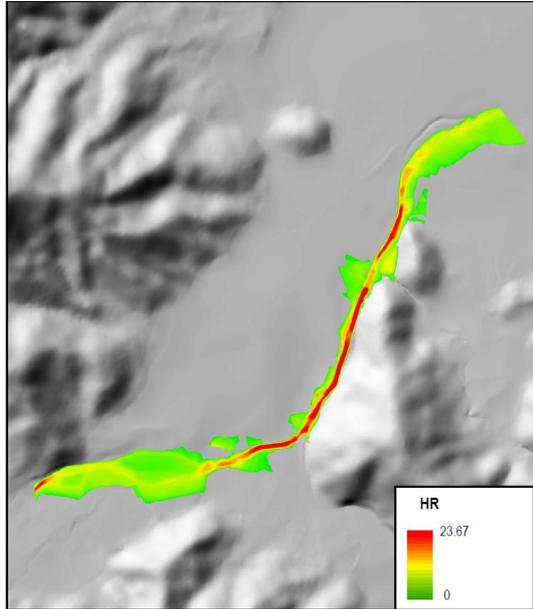


Figura 29

Imagen ráster del índice de peligrosidad (HR)



Finalmente, se realizó la reclasificación de los valores de la imagen ráster en base a la Tabla 4, anteriormente presentada.

Tabla 28

Clasificación del Índice de Peligrosidad

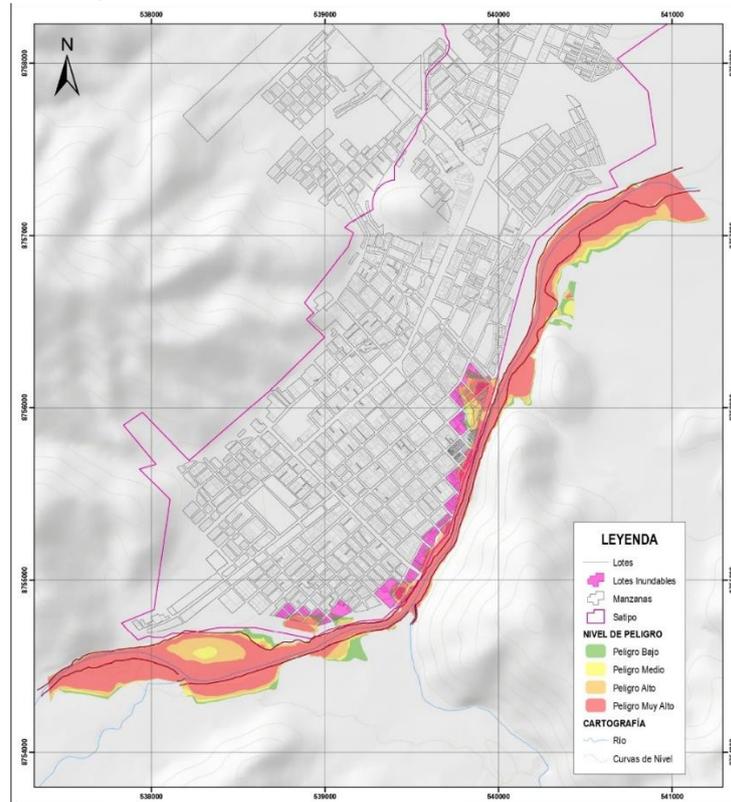
Valor de HR	Descripción	Grado de peligro	Niveles de peligro
< 0.75	Precaución para las viviendas	Bajo	Bajo
0.75 – 1.25	Peligro para algunas viviendas	Moderado	Medio
1.25 – 2.5	Peligroso para la mayoría de las viviendas	Significativo	Alto
> 2.5	Peligroso para todas las viviendas	Extremo	Muy Alto

4.6.9. Cálculo de la muestra

Una vez generado el mapa de inundación generado en ArcGIS, se realizó la superposición del “shapefile” sobre el catastro de la zona urbana de Satipo, con la finalidad de obtener el total de viviendas de la zona urbana del distrito de Satipo expuestas a la inundación.

Figura 30

Lotes potencialmente inundados



De esta manera, se obtuvo la población total del estudio: 438 viviendas distribuidas en 28 manzanas. Con respecto a la muestra, esta fue tomada empleando el muestreo aleatorio por conglomerados, la cual se determinó de acuerdo a la fórmula descrita a continuación:

$$n = \frac{k^2 * p * q * N}{(e^2 * (N - 1)) + k^2 * p * q}$$

Donde:

n: Tamaño de la muestra

k²: Nivel de confianza elegida

p: Probabilidad de ocurrencia

q: Probabilidad de no ocurrencia

N: Número de universo

E²: Margen de error

Para la obtención de la muestra se ha considerado un nivel de confianza del 95% y un error del 5%.

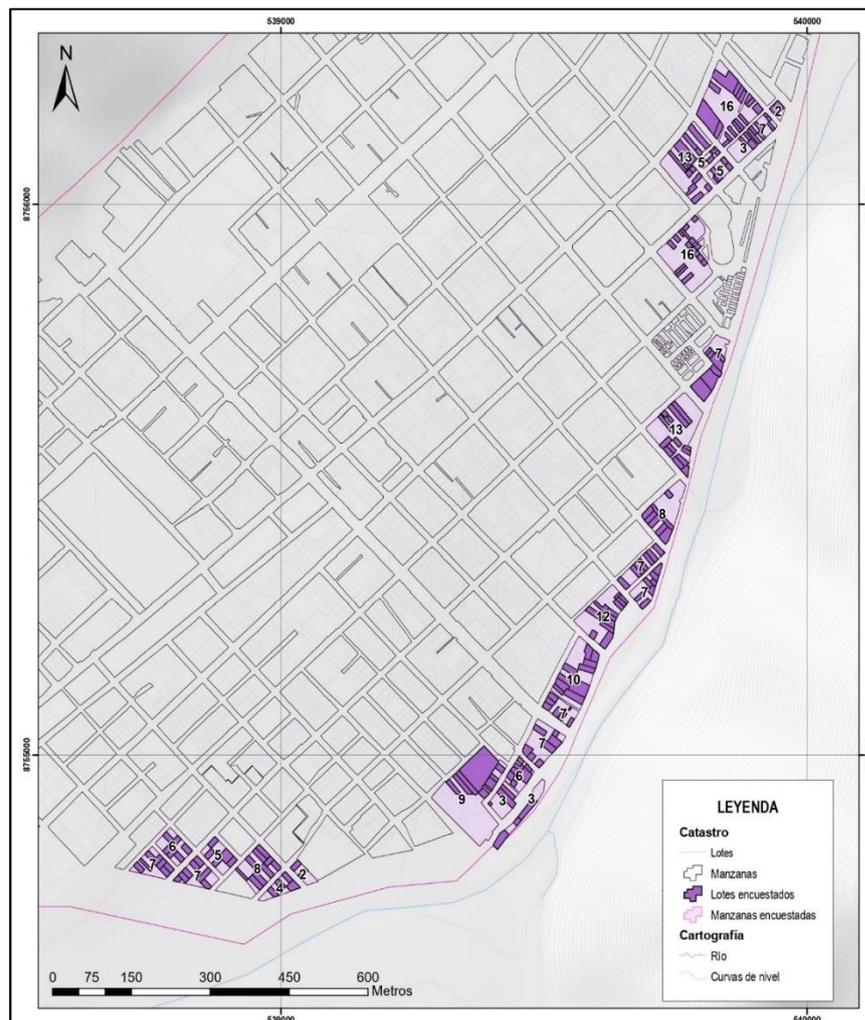
$$n = \frac{1.96^2 * 0.5 * 0.5 * 438}{(0.05^2 * (438 - 1)) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = 205$$

Como resultado de la aplicación de la fórmula para determinar la muestra, se obtuvo un total de 205 viviendas, las cuales se han distribuido proporcionalmente en las manzanas correspondientes.

Figura 31

Lotes encuestados



4.6.10. Aplicación de encuestas

Una vez generado el mapa de inundación generado en ArcGIS, se realizó la superposición del “shapefile” sobre el catastro de la zona urbana de Satipo, con la finalidad de obtener el total de viviendas de la zona urbana del distrito de Satipo expuestas a la inundación.

Con el fin de obtener el nivel de vulnerabilidad de la población expuesta ante la inundación fluvial, se entrevistó a un representante de cada vivienda seleccionada aleatoriamente. Durante la entrevista se empleó el cuestionario presentado en el Anexo 2, con la que se recabó información personal, datos de la vivienda, datos del hogar e información sobre el conocimiento del entrevistado acerca de los desastres y capacitaciones que haya recibido.

En el Anexo 14, se adjunta evidencia fotográfica de las entrevistas a los habitantes de los asentamientos, urbanizaciones y asociaciones de viviendas potencialmente afectadas ante la ocurrencia de una inundación fluvial por el desborde del río Satipo.

4.6.11. Análisis de vulnerabilidad

El análisis de vulnerabilidad se realizó empleando la metodología del CENEPRED, la cual considera las dimensiones social, económica y ambiental; a su vez, estas presentan diferentes factores de exposición, fragilidad y resiliencia, que fueron calculadas mediante parámetros de evaluación.

La información que permitió el cálculo de los parámetros de evaluación se obtuvo a partir del levantamiento de información en campo (encuestas) y de información geográfica del portal SIGRID.

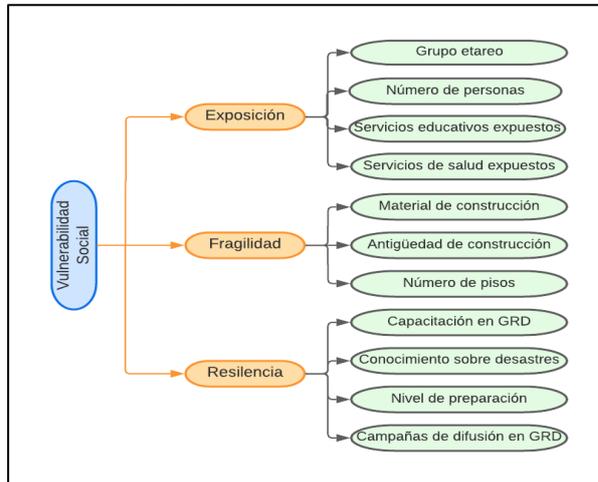
4.6.11.1. Vulnerabilidad social

Para determinar la vulnerabilidad social se consideraron los parámetros establecidos en el Manual para la Evaluación de Riesgos del CENEPRED. Los parámetros a continuación presentados,

permiten comprender las características del hogar, condiciones de la vivienda y nivel de preparación de la población ante los desastres.

Figura 32

Parámetros para el cálculo de la vulnerabilidad social

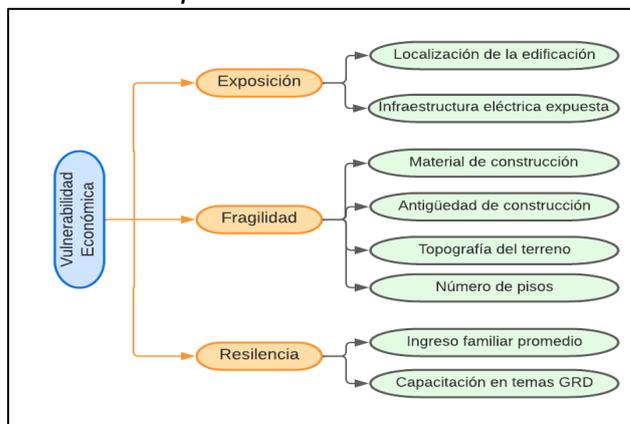


4.6.11.2. Vulnerabilidad económica

Para determinar la vulnerabilidad económica se consideraron los parámetros establecidos en el Manual para la Evaluación de Riesgos del CENEPRED. Los parámetros a continuación presentados, reflejan la exposición y fragilidad de las viviendas, así como el poder adquisitivo de los hogares.

Figura 33

Parámetros para el cálculo de la vulnerabilidad económica

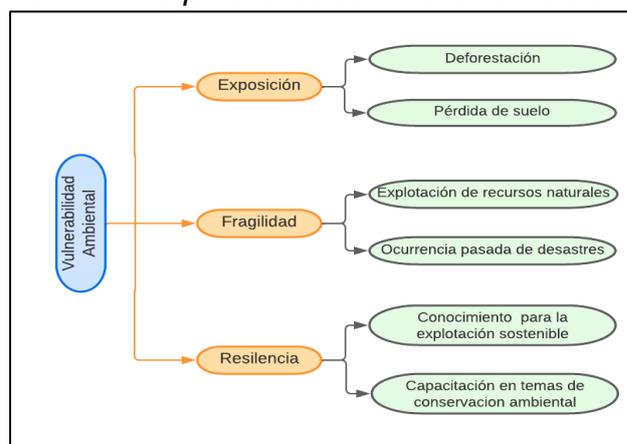


4.6.11.3. Vulnerabilidad ambiental

Para determinar la vulnerabilidad ambiental se consideraron los parámetros establecidos en el Manual para la Evaluación de Riesgos del CENEPRED. Los parámetros a continuación presentados, permite conocer la exposición de los componentes ambientales y el conocimiento de la población sobre conservación ambiental.

Figura 34

Parámetros para el cálculo de la vulnerabilidad ambiental



4.6.11.4. Ponderación Saaty

Los valores numéricos (pesos) de cada uno de los descriptores de los parámetros de evaluación, fueron obtenidos mediante el proceso de análisis jerárquico, descrito en el ítem 2.2.17.3. Las matrices de ponderación Saaty se presentan en el Anexo 16.

A. Exposición Social

Tabla 29

Grupo etario y ponderación Saaty

Parámetro	Grupo etario	Peso Parámetro: 0.250
Descriptores	ES1	De 0 a 5 años y mayor a 65 años
	ES2	De 6 a 12 años y de 61 a 65 años
	ES3	De 13 a 17 años
	ES4	De 41 a 60 años
	ES5	De 18 a 40 años

Tabla 30*Número de habitantes y ponderación Saaty*

Parámetro	Número de habitantes	Peso Parámetro: 0.250		
Descriptores	ES6	> 10 personas	PES6	0.475
	ES7	7 – 10 personas	PES7	0.266
	ES8	5 – 6 personas	PES8	0.142
	ES9	3 – 4 personas	PES9	0.075
	ES10	< 3 personas	PES10	0.042

Tabla 31*Servicios educativos expuestos y ponderación Saaty*

Parámetro	Servicios educativos	Peso Parámetro: 0.250		
Descriptores	ES11	> 75% del servicio educativo expuesto	PES11	0.503
	ES12	≤ 75 % y > 50% del servicio educativo expuesto	PES12	0.260
	ES13	≤ 50% y > 25% del servicio educativo expuesto	PES13	0.134
	ES14	≤ 25% y > 10% del servicio educativo expuesto	PES14	0.068
	ES15	≤ 10% del servicio educativo expuesto	PES15	0.035

Tabla 32*Servicios de salud expuesto y ponderación Saaty*

Parámetro	Servicios de salud	Peso Parámetro: 0.250		
Descriptores	ES16	> 60% del servicio educativo expuesto	PES16	0.503
	ES17	≤ 60% y > 35% del servicio educativo expuesto	PES17	0.260
	ES18	≤ 35% y > 20% del servicio educativo expuesto	PES18	0.134
	ES19	≤ 20% y > 10% del servicio educativo expuesto	PES19	0.068
	ES20	≤ 10% del servicio educativo expuesto	PES20	0.035

B. Fragilidad Social

Tabla 33

Material de construcción y ponderación Saaty

Parámetro	Material de construcción	Peso Parámetro: 0.333		
Descriptores	FS1	Estera/Cartón/Calamina	PFS1	0.527
	FS2	Madera	PFS2	0.233
	FS3	Quincha (caña con barro)	PFS3	0.130
	FS4	Adobe o tapia	PFS4	0.070
	FS5	Ladrillo o bloque de cemento	PFS5	0.041

Tabla 34

Antigüedad de la edificación y ponderación Saaty

Parámetro	Antigüedad de la edificación	Peso Parámetro: 0.333		
Descriptores	FS6	> 40 años	PFS6	0.481
	FS7	31 – 40 años	PFS7	0.274
	FS8	21 – 30 años	PFS8	0.139
	FS9	11 – 20 años	PFS9	0.067
	FS10	≤ 10 años	PFS10	0.040

Tabla 35

Número de pisos y ponderación Saaty

Parámetro	Número de pisos	Peso Parámetro: 0.333		
Descriptores	FS11	5 o más pisos	PFS11	0.503
	FS12	4 pisos	PFS12	0.260
	FS13	3 pisos	PFS13	0.134
	FS14	2 pisos	PFS14	0.068
	FS15	1 piso	PFS15	0.035

C. Resiliencia Social

Tabla 36

Capacitación en GRD y ponderación Saaty

Parámetro	Frecuencia de capacitación GRD	Peso Parámetro: 0.250		
Descriptores	RS1	Nunca	PRS1	0.560
	RS2	Anualmente	PRS2	0.198
	RS3	Semestralmente	PRS3	0.137
	RS4	Trimestralmente	PRS4	0.070
	RS5	Mensualmente	PRS5	0.035

Tabla 37

Conocimiento sobre desastres y ponderación Saaty

Parámetro	Conocimiento sobre desastres	Peso Parámetro: 0.250		
Descriptores	RS6	Desconocimiento de toda la población sobre causas de los desastres (0%)	PRS6	0.560
	RS7	Escaso conocimiento de la población de la población sobre las causas de los (0% <> 30%)	PRS7	0.198
	RS8	Regular conocimiento de la población sobre las causas de los desastres (30%<>70%)	PRS8	0.137
	RS9	La mayoría de la población tiene conocimiento sobre las causas de los desastres (70%<>100%)	PRS9	0.070
	RS10	Toda la población tiene conocimiento sobre las causas de los desastres	PRS10	0.035

Tabla 38

Nivel de preparación ante desastres y ponderación Saaty

Parámetro	Nivel de preparación ante desastres	Peso Parámetro: 0.250		
Descriptores	RS11	Sin preparación	PRS11	0.545
	RS12	Escasamente preparado, con conocimiento en riesgos y desastres	PRS12	0.229
	RS13	Parcialmente preparado, conocimiento en evacuación, riesgos y desastres	PRS13	0.126
	RS14	Preparado, con conocimiento en evacuación y participación en simulacros	PRS14	0.066
	RS15	Muy preparado, con conocimiento en respuesta ante emergencias, evacuación y participación en simulacros	PRS15	0.034

Tabla 39*Difusión sobre Gestión de Riesgos de Desastres y ponderación Saaty*

Parámetro	Difusión sobre GRD	Peso Parámetro: 0.250		
Descriptores	RS16	No existe difusión	PRS16	0.545
	RS17	Escasa difusión	PRS17	0.229
	RS18	Difusión masiva y poco frecuente	PRS18	0.126
	RS19	Difusión masiva y frecuente, existiendo conocimiento	PRS19	0.066
	RS20	Difusión masiva y frecuente, existiendo conocimiento y participación	PRS20	0.034

D. Exposición Económica**Tabla 40***Localización de la edificación y ponderación Saaty*

Parámetro	Localización de la edificación	Peso Parámetro: 0.500		
Descriptores	EE1	Muy cercano (0 - 0.2 km)	PEE1	0.503
	EE2	Cercano (0.2 – 1 km)	PEE2	0.260
	EE3	Medianamente cerca (1 – 3 km)	PEE3	0.134
	EE4	Alejada (3 – 5 km)	PEE4	0.068
	EE5	Muy alejada (> 5 km)	PEE5	0.035

Tabla 41*Infraestructura eléctrica y ponderación Saaty*

Parámetro	Infraestructura eléctrica	Peso Parámetro: 0.500		
Descriptores	EE6	> 75% del servicio expuesto	PEE6	0.503
	EE7	> 50% y ≤ 75% del servicio expuesto	PEE7	0.260
	EE8	> 25% y ≤ 50% del servicio expuesto	PEE8	0.134
	EE9	> 10% y ≤ 25% del servicio expuesto	PEE9	0.068
	EE10	≤ 10% del servicio expuesto	PEE10	0.035

E. Fragilidad Económica

Tabla 42

Material de construcción y ponderación Saaty

Parámetro	Material de construcción	Peso Parámetro: 0.250		
Descriptores	FE1	Estera/Cartón/Calamina	PFE1	0.527
	FE2	Madera	PFE2	0.233
	FE3	Quincha (caña con barro)	PFE3	0.130
	FE4	Adobe o tapia	PFE4	0.070
	FE5	Ladrillo o bloque de cemento	PFE5	0.041

Tabla 43

Antigüedad de la edificación y ponderación Saaty

Parámetro	Antigüedad de la edificación	Peso Parámetro: 0.250		
Descriptores	FE6	> 40 años	PFE6	0.481
	FE7	31 – 40 años	PFE7	0.274
	FE8	21 – 30 años	PFE8	0.139
	FE9	11 – 20 años	PFE9	0.067
	FE10	≤ 10 años	PFE10	0.040

Tabla 44

Pendiente y ponderación Saaty

Parámetro	Pendiente del terreno	Peso Parámetro: 0.250		
Descriptores	FE11	$80\% \geq P > 50\%$	PFE11	0.503
	FE12	$50\% \geq P > 30\%$	PFE12	0.260
	FE13	$30\% \geq P > 20\%$	PFE13	0.134
	FE14	$20\% \geq P > 10\%$	PFE13	0.068
	FE15	$10\% \geq P$	PFE15	0.035

Tabla 45*Número de pisos y ponderación Saaty*

Parámetro	Número de pisos	Peso Parámetro: 0.250		
Descriptores	FE16	5 o más pisos	PFE16	0.503
	FE17	4 pisos	PFE17	0.260
	FE18	3 pisos	PFE18	0.134
	FE19	2 pisos	PFE19	0.068
	FE20	1 piso	PFE20	0.035

F. Resiliencia Económica**Tabla 46***Ingreso promedio y ponderación Saaty*

Parámetro	Ingreso promedio	Peso Parámetro: 0.500		
Descriptores	RE1	≤ S/ 930	PRE1	0.503
	RE2	S/ 931 – S/ 1500	PRE2	0.260
	RE3	S/ 1500 – S/ 2000	PRE3	0.134
	RE4	S/ 2001 – S/ 2500	PRE4	0.068
	RE5	> 2500	PRE5	0.035

Tabla 47*Capacitación en Gestión Riesgos de Desastres y ponderación Saaty*

Parámetro	Frecuencia en capacitación GRD	Peso Parámetro: 0.500		
Descriptores	RE6	Nunca	PRE6	0.560
	RE7	Anualmente	PRE7	0.198
	RE8	Semestralmente	PRE8	0.137
	RE9	Trimestralmente	PRE9	0.070
	RE10	Mensualmente	PRE10	0.035

G. Exposición Ambiental

Tabla 48

Deforestación y ponderación Saaty

Parámetro	Deforestación	Peso Parámetro: 0.500		
Descriptores	EA1	Áreas urbanas	PEA1	0.643
	EA2	Áreas de cultivo	PEA2	0.208
	EA3	Tierras dedicadas al cultivo de pastos	PEA3	0.101
	EA4	Terrenos con bosque	PEA4	0.048

Tabla 49

Perdida de suelo y ponderación Saaty

Parámetro	Pérdida de suelo	Peso Parámetro: 0.500		
Descriptores	EA5	> 200 Ton/ha/año	PRE5	0.530
	EA6	100 - 200	PRE6	0.260
	EA7	10 - 100	PRE7	0.134
	EA8	0.50 – 10	PRE8	0.068
	EA9	0 – 0.5	PEA9	0.035

H. Fragilidad Ambiental

Tabla 50

Explotación de recursos naturales y ponderación Saaty

Parámetro	Explotación de recursos naturales	Peso Parámetro: 0.500		
Descriptores	FA1	Prácticas negligentes e intensas de degradación en el cauce	PFA1	0.503
	FA2	Prácticas negligentes estacionales de degradación en el cauce	PFA2	0.260
	FA3	Prácticas de degradación del cauce de baja intensidad	PFA3	0.134
	FA4	Prácticas de consumo/uso del cauce con asesoramiento técnico	PFA4	0.068
	FA5	Prácticas de consumo/uso del cauce con asesoramiento técnico permanente bajo criterio de sostenibilidad	PFA5	0.035

Tabla 51*Ocurrencia pasada de inundaciones y ponderación Saaty*

Parámetro	Ocurrencia de inundaciones	Peso Parámetro: 0.500		
Descriptores	FA6	Todos los años	PFA6	0.558
	FA7	Cada 2 años	PFA7	0.263
	FA8	Tres veces cada 10 años	PFA8	0.122
	FA9	Hace 5 años	PFA9	0.057

I. Resiliencia Ambiental**Tabla 52***Conocimiento en explotación de recursos y ponderación Saaty*

Parámetro	Conocimiento heredado	Peso Parámetro: 0.500		
Descriptores	RA1	La población en su totalidad ha perdido los conocimientos (0%)	PRA1	0.503
	RA2	Algunos pobladores poseen y aplican sus conocimientos (0% <> 30%)	PRA2	0.260
	RA3	Parte de la población posee y aplica sus conocimientos (30% <> 70%)	PRA3	0.134
	RA4	La población mayoritariamente posee y aplica sus conocimientos (70%<>100%)	PRA4	0.068
	RA5	La población en su totalidad posee y aplica sus conocimientos (100%)	PRA5	0.035

Tabla 53*Capacitación en conservación ambiental y ponderación Saaty*

Parámetro	Frecuencia de capacitación	Peso Parámetro: 0.500		
Descriptores	RA6	Nunca	PRA6	0.560
	RA7	Anualmente	PRA7	0.198
	RA8	Semestralmente	PRA8	0.137
	RA9	Trimestralmente	PRA9	0.070
	RA10	Mensualmente	PRA10	0.035

4.6.11.5. Cálculo de niveles de vulnerabilidad

Luego de obtenerse los pesos correspondientes para cada descriptor y parámetro, se procedió a calcular el peso ponderado por cada factor de vulnerabilidad. Empleándose la siguiente fórmula:

$$\textit{Exposición} = \frac{\sum WE_i * WPE_i}{3}$$

$$\textit{Fragilidad} = \frac{\sum WFi * WPF_i}{3}$$

$$\textit{Resiliencia} = \frac{\sum WR_i * WPR_i}{3}$$

Donde:

WE_i: Peso de los i-ésimos descriptores de exposición

WF_i: Peso de los i-ésimos descriptores de fragilidad

WR_i: Peso de los i-ésimos descriptores de resiliencia

WPE_i: Peso de los i-ésimos parámetros de exposición

WPF_i: Peso de los i-ésimos parámetros de fragilidad

WPR_i: Peso de los i-ésimos parámetros de resiliencia

Finalmente, la vulnerabilidad se calculó mediante la ponderación de los factores que la conforman, mediante la siguiente fórmula:

$$\textit{Vulnerabilidad} = \frac{\textit{Exposición} + \textit{Fragilidad} + \textit{Resiliencia}}{3}$$

En el Anexo 17, se adjuntan los cálculos realizados para la obtención de los valores de vulnerabilidad.

A partir de los valores de obtenidos, se establecieron los valores máximos y mínimos para los niveles de vulnerabilidad: Muy alto, alto, medio y bajo.

Tabla 54*Niveles de vulnerabilidad*

Niveles de Vulnerabilidad			
Muy alto	0.245	$\leq V \leq$	0.524
Alto	0.132	$\leq V <$	0.245
Medio	0.067	$\leq V <$	0.132
Bajo	0.032	$\leq V <$	0.067

Mediante estos rangos, se clasificaron los valores de vulnerabilidad obtenidos en cada vivienda encuestada, en base a la información recopilada de las encuestas e información geográfica del área de estudio. Con dicha información se pudo generar el mapa de vulnerabilidad, a nivel de manzanas, de todas las viviendas potencialmente afectadas por inundación fluvial.

4.6.12. Evaluación del riesgo

Considerando lo establecido en el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (Ley N° 29664), donde se expresa que el riesgo (R) está en función del peligro (P) y vulnerabilidad (V), se procedió a calcular de la siguiente manera:

$$R = P \times V$$

Tabla 55*Cálculo de los niveles de riesgo*

Nivel de Peligro	X	Nivel de vulnerabilidad	=	Nivel de Riesgo
0.558	X	0.524	=	0.292
0.263	X	0.245	=	0.065
0.122	X	0.132	=	0.016
0.057	X	0.067	=	0.004
0.000	X	0.032	=	0.000

Finalmente, con los niveles de riesgo calculados, se establecieron rangos en base a la clasificación: Muy alto, alto, medio y bajo.

Tabla 56

Niveles de riesgo

Niveles de Riesgo			
Muy alto	0.065	$\leq R \leq$	0.292
Alto	0.016	$\leq R <$	0.065
Medio	0.004	$\leq R <$	0.016
Bajo	0.000	$\leq R <$	0.004

V. RESULTADOS

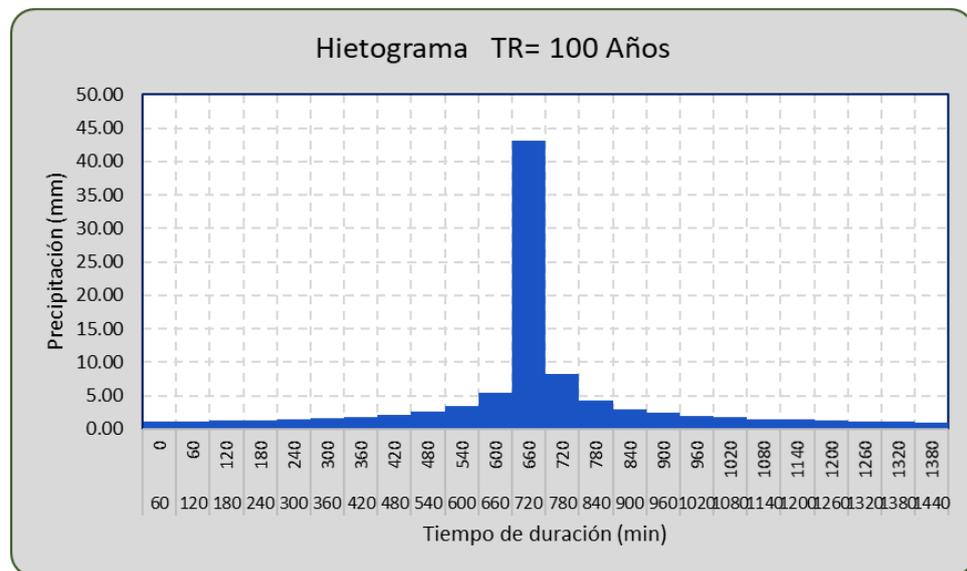
5.1. Resultados descriptivos

5.1.1. Hietogramas de precipitación

Mediante el método de bloques alternos se generaron diferentes hietogramas de precipitación para cada subestación y tiempo de retorno, insumo necesario para el cálculo de caudal máximo en el software HEC-HMS.

Figura 35

Hietograma de precipitación – Subcuenca Satipo_S1



En la figura 35, se puede observar la distribución de precipitación máxima de 24 horas de la subcuenca “Satipo_S1” para un tiempo de retorno de 100 años. En el centro se puede observar que la precipitación registrada en los 60 min más lluviosos alcanza el valor de 43.18 mm.

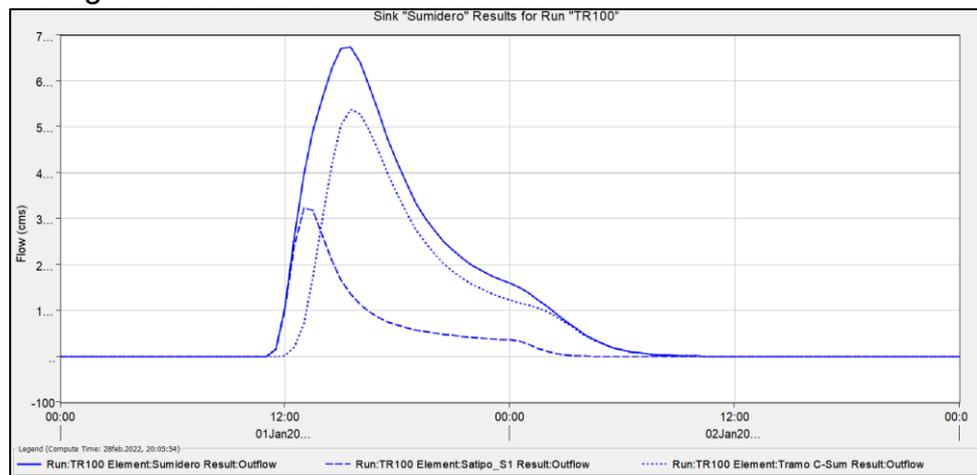
En el anexo 11 se adjuntan todos los hietogramas generados para las diferentes subcuenas y tiempos de retorno analizados.

5.1.2. Caudales máximos

Luego de realizar el modelamiento hidrológico en el software HEC-HMS, se obtuvieron los hidrogramas de diseño y con ello los caudales máximos, para los distintos periodos de retorno y subcuencas evaluadas.

Figura 36

Hidrograma de diseño TR = 100 años



En el anexo 12 se adjuntan todos los hidrogramas generados para las diferentes subcuencas y tiempos de retorno analizados.

Tabla 57

Caudales máximos de diseño para distintos tiempos de retorno

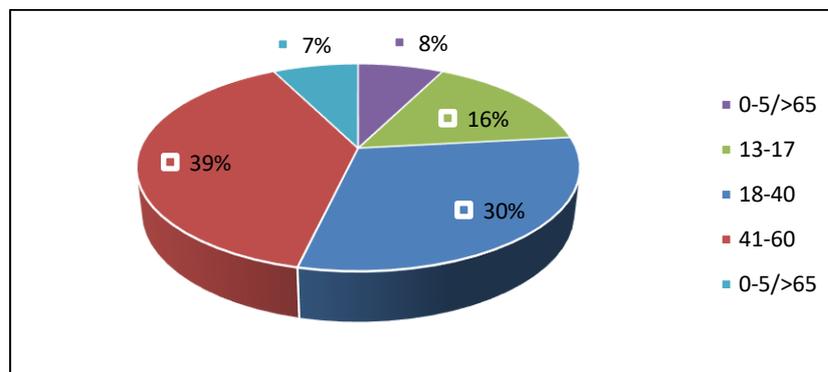
TIEMPOS DE RETORNO	SUBCUENCAS		
	SATIPO	SANTA MARÍA	DOS DE MAYO
TR5	341.8 m ³ /s	22.6 m ³ /s	51.8 m ³ /s
TR10	404.4 m ³ /s	25.6 m ³ /s	58.7 m ³ /s
TR20	475.0 m ³ /s	28.7 m ³ /s	66.2 m ³ /s
TR50	582.1 m ³ /s	33.4 m ³ /s	77.1 m ³ /s
TR100	673.9 m ³ /s	37.2 m ³ /s	86.2 m ³ /s
TR200	776.8 m ³ /s	41.3 m ³ /s	95.9 m ³ /s

5.1.3. Resultado de las Encuestas

De acuerdo con la figura 37, las edades de la población se encuentran concentrada entre los 18 hasta los 60 años, donde en el rango de 18 a 40 años es representado por el 39% y desde los 40 a 60 años por un 30%. Podría inferirse que la población tiene un crecimiento progresivo.

Figura 37

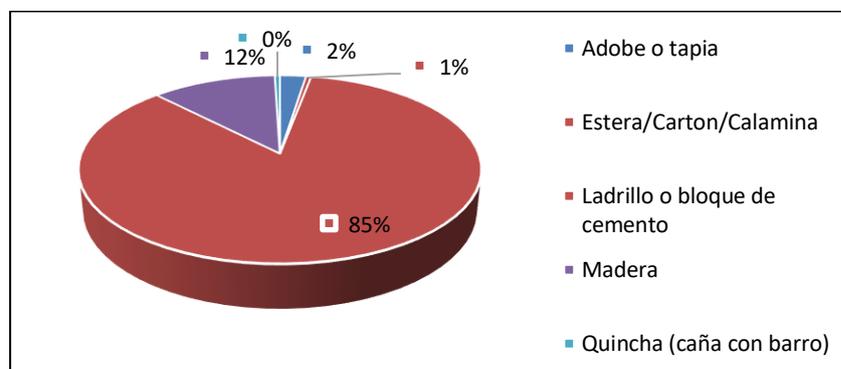
Grupos etarios



De acuerdo con la figura 38, el 85% de la población potencialmente afectada vive en casas construidas con ladrillos o bloques de cemento, mientras que el 15% restante se distribuye entre madera, adobe, estera, cartón, calamina o quincha, materiales más vulnerables ante una posible inundación.

Figura 38

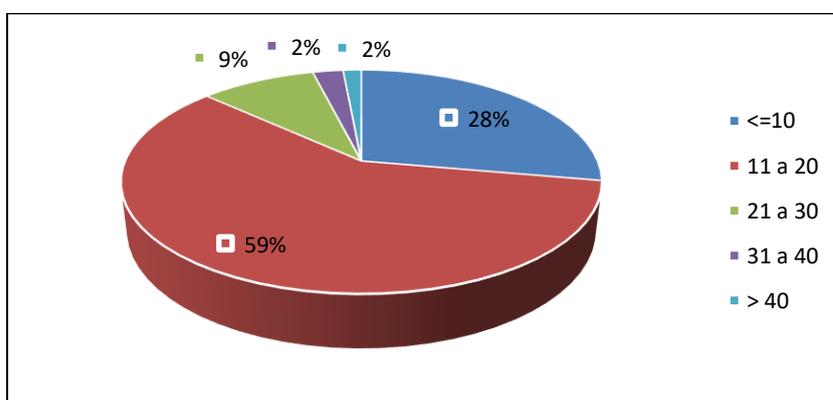
Material de construcción de las viviendas



De acuerdo con la figura 39, el 59% de la población potencialmente afectada habita en viviendas entre 11 a 20 años de antigüedad y 28% en viviendas con 10 años de antigüedad o menos. Esto, según los encuestados, sucede porque comenzaron a desplazarse desde los años 2000 hacia la ciudad de Satipo, para probar nuevas oportunidades.

Figura 39

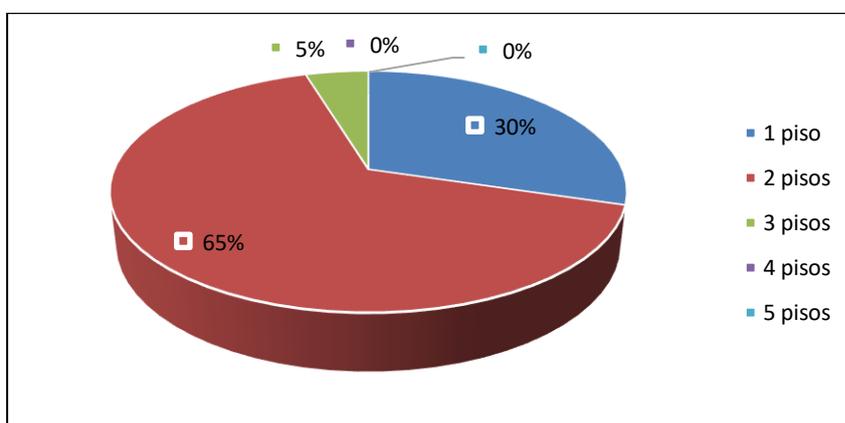
Antigüedad de las viviendas



De acuerdo con la figura 40, el 65% de la población potencialmente afectada vive en casas con dos pisos, el 30% en casa de un piso, sólo el 5% viven en casas de más de tres pisos, estas fueron localizadas en zonas cada vez más cercanas a la plaza.

Figura 40

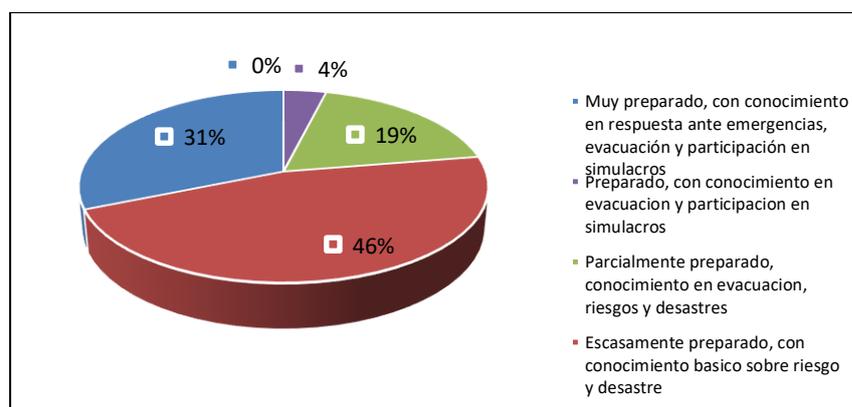
Número de pisos de las viviendas



De acuerdo con la figura 41, un 46% de la población potencialmente afectada se encuentra escasamente preparada; mientras que un 31% no cuenta con preparación, esta población está ubicada mayormente en las zonas más alejadas de la ciudad, cerca al cauce del río, lo cual hace ver lo vulnerables que son frente a una inundación.

Figura 41

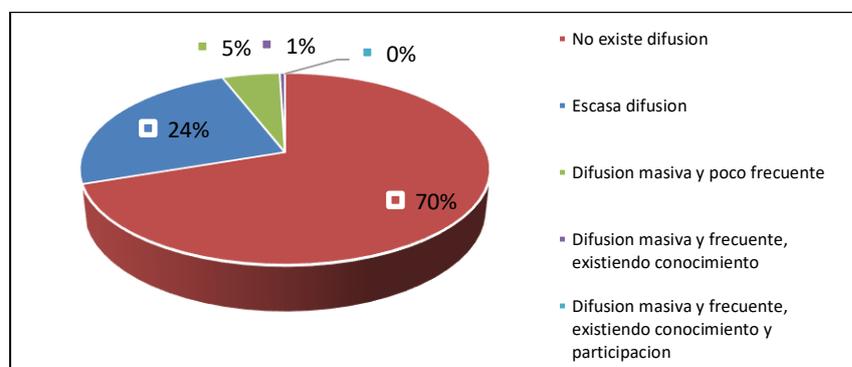
Nivel de preparación de la población



De acuerdo con la figura 42, el 70% de las personas potencialmente afectadas, manifiestan no recibir difusión en temas relacionadas a la gestión de riesgos. Asimismo, la persona quienes tuvieron acceso a algún tipo de información sobre gestión de riesgo representa sólo el 24% de la población.

Figura 42

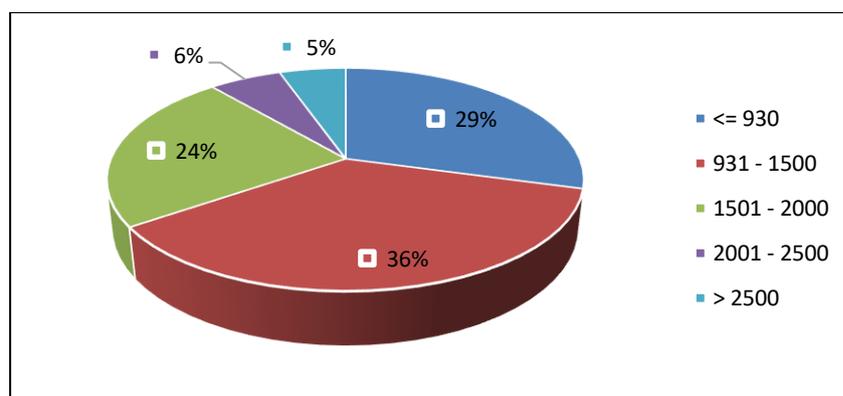
Difusión de gestión de riesgo de desastre



De acuerdo con la figura 43, los rangos menores a 930, 1500 y 2000 soles se encuentran casi representados equitativamente por un 29%, 36% y 24%, respectivamente. Asimismo, un 11% tienen sueldo por encima de los 2000 soles, siendo estas personas las de mayor nivel de resiliencia económica ante la ocurrencia de una inundación.

Figura 43

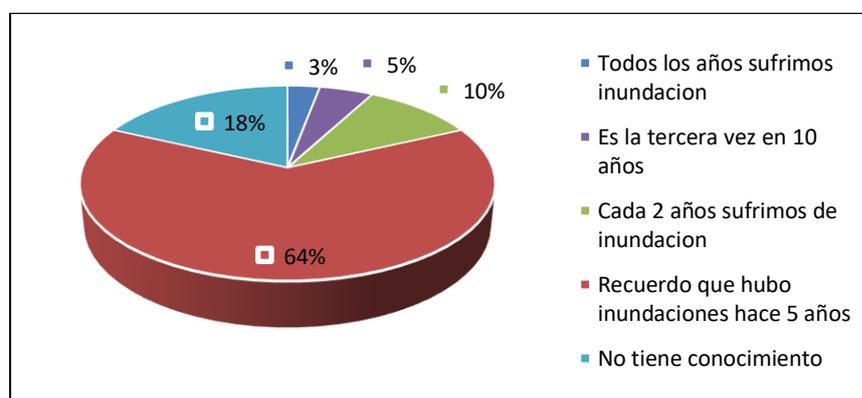
Ingreso promedio



De acuerdo con la figura 44, se puede apreciar que la población encuestada declaró diferentes periodos de ocurrencia de inundaciones, en su mayoría, debido a que los que viven cerca al río regresan al campo, para evitar daños. Por ello, en su mayoría, el 64%, recuerda haber presenciado una inundación hace 5 años.

Figura 44

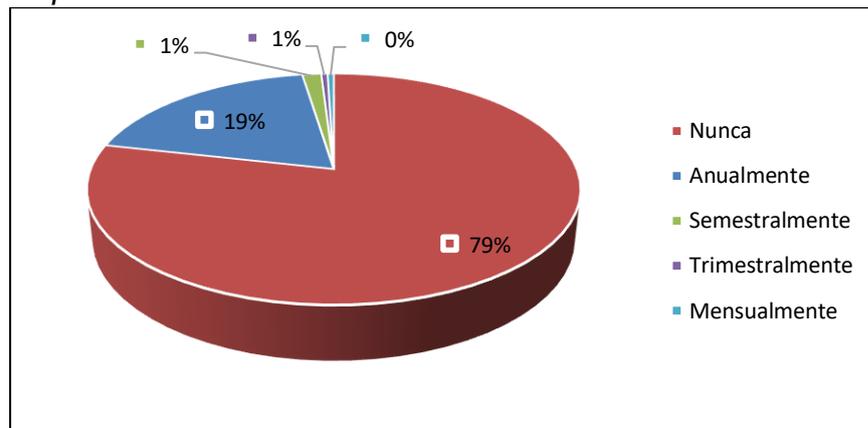
Ocurrencia pasada de inundaciones



De acuerdo con la figura 45, la mayoría de la población, un 79%, precisa no haber recibido capacitaciones ambientales, seguido de un 19% quienes mencionan que reciben capacitaciones anualmente, pero no precisamente por la municipalidad, sino debido a que cursan temas relacionados al medio ambiente.

Figura 45

Capacitaciones ambientales



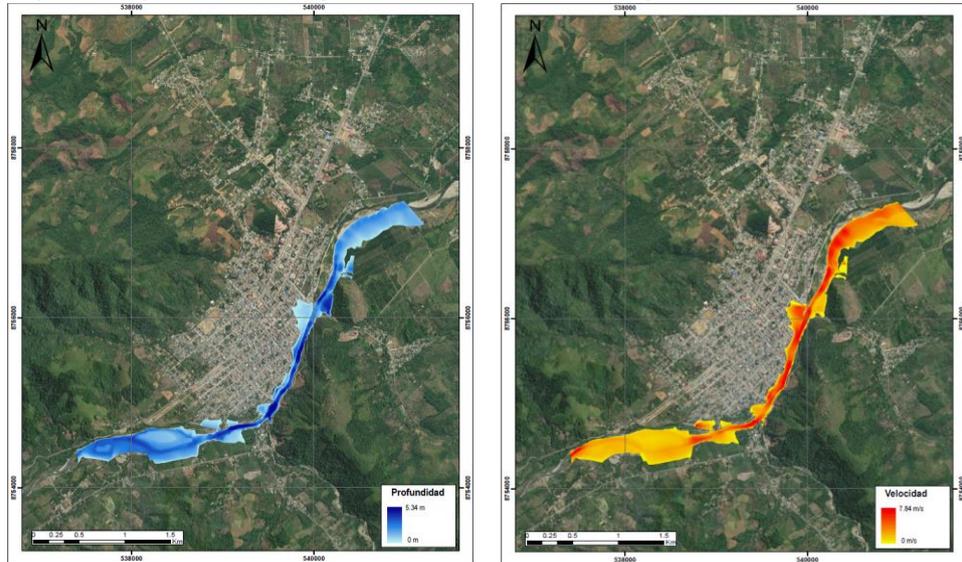
5.2. Resultados inferenciales

5.2.1. Modelo de inundación fluvial

Como resultado final del modelamiento hidráulico del río Satipo, se obtuvo el polígono de inundación que representa las áreas que desbordan a ambos lados del cauce, siendo de importancia para la posterior determinación del peligro, aquella que se superpone sobre la zona urbana del distrito de Satipo. Cabe indicar que se ha considerado trabajar con los resultados de la inundación generada para un tiempo de retorno de 100 años, por ser el más empleado al desarrollo de llanuras aluviales, las obras de control de inundaciones y obras regionales de drenaje urbano.

Figura 46

Mapas de profundidad y velocidad alcanzada para TR = 100 años



En la figura 46 se puede apreciar el área de inundación que se extiende a través de campos de cultivos, matorrales, zonas de arbustos y áreas urbanas; así mismo, como datos de salida del software HEC-RAS, se generaron los valores de profundidad y velocidad alcanzados para un tiempo de retorno de 100 años.

Los tirantes de inundación para periodo de retorno de 100 años alcanzaron valores de 5.34 m en el cauce del río, mientras que, en la llanura de inundación, la máxima profundidad simulada fue de 4.55 m.

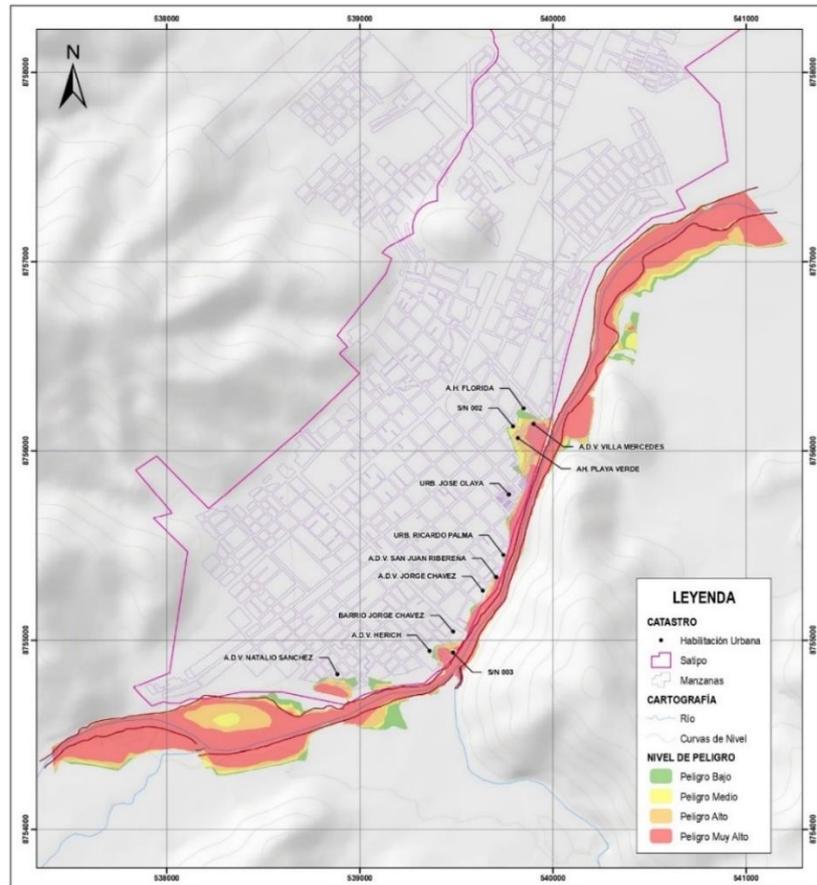
La máxima velocidad del flujo del agua, durante una posible inundación, por el desborde del río Satipo, es de 7.84 m/s, dicho valor se presenta en el tramo aguas abajo; mientras que, en la llanura de inundación, se obtiene un valor pico de 6.21 m/s.

5.2.2. Nivel de Peligro

Como resultado final de la reclasificación de los índices de peligro y asignación de los niveles correspondientes a cada rango de valor, se generó el Mapa de Peligro por inundación fluvial, donde se puede apreciar los niveles de peligro que se superponen en la zona urbana.

Figura 47

Mapa de Peligro por inundación fluvial del Río Satipo



Así mismo, se calculó el área por cada nivel de peligro, considerando sólo la superficie que se superpone a la zona urbana inundable.

Tabla 58

Área por nivel de peligro

NIVEL DE PELIGRO	ZONA URBANA – DISTRITO DE SATIPO	
	ÁREA	PORCENTAJE
Peligro Bajo	18,923.19 m ²	17.05%
Peligro Medio	10,757.56 m ²	9.69%
Peligro Alto	35,766.23 m ²	32.22%
Peligro Muy Alto	45,562.67 m ²	41.04%
Total	111,009.66 m²	100.00%

En base a la tabla anterior, se puede indicar que el nivel de peligro muy alto es el más representativo en el área de inundación que abarca

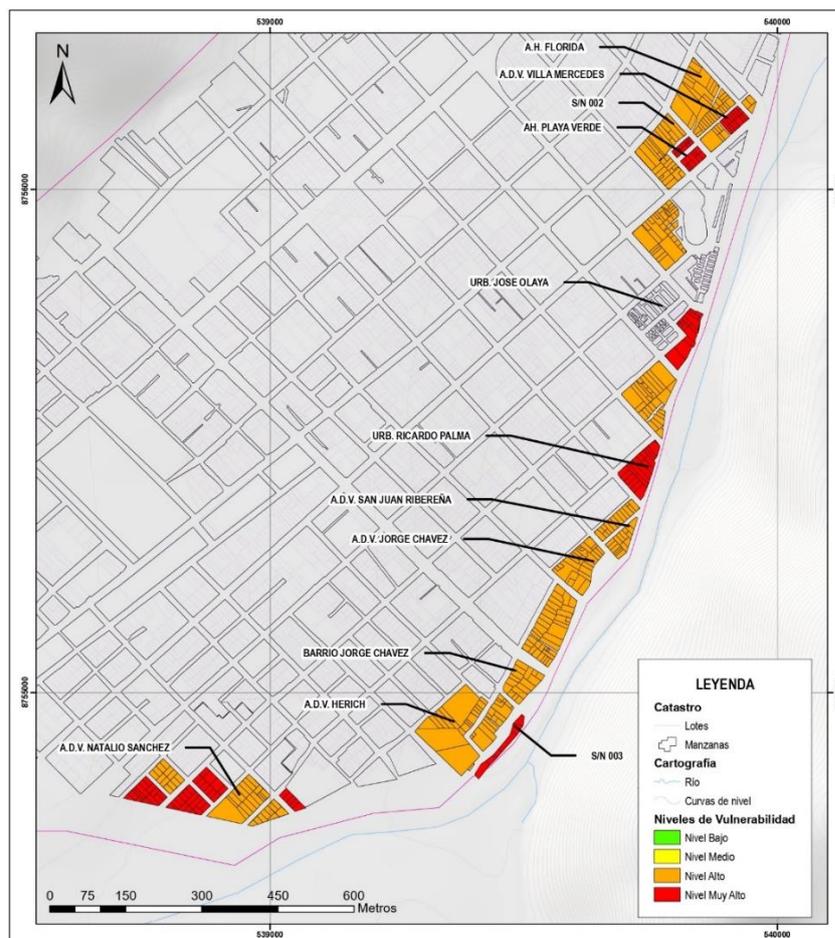
la zona urbana del distrito de Satipo; siendo las asociaciones de vivienda: Jorge Chávez 2, Herich, José Olaya y Villa Mercedes, las más afectadas por este nivel de peligro.

5.2.3. Nivel de Vulnerabilidad

Como resultado final del análisis de las encuestas, información geográfica del área de estudio, clasificación de los índices de vulnerabilidad y asignación de los niveles correspondientes a cada rango de valor, se generó el Mapa de Vulnerabilidad, mediante el cual se pueden apreciar los niveles de vulnerabilidad de los predios potencialmente afectados ante una eventual inundación por el desborde del río Satipo.

Figura 48

Mapa de Vulnerabilidad de las viviendas potencialmente afectadas



De la figura anterior, se puede apreciar que las viviendas potencialmente afectadas de la zona urbana de Satipo sólo presentan dos niveles de peligro: alto y muy alto. Así mismo, se contabilizaron las viviendas potencialmente afectadas, de acuerdo al nivel de vulnerabilidad asignado.

Tabla 59

Viviendas afectadas por nivel de vulnerabilidad

NIVEL DE VULNERABILIDAD	ZONA URBANA – DISTRITO DE SATIPO	
	VIVIENDAS	PORCENTAJE
Vulnerabilidad Baja	0 viviendas	0.00%
Vulnerabilidad Media	0 viviendas	0.00%
Vulnerabilidad Alta	318 viviendas	72.60%
Vulnerabilidad Muy Alta	120 viviendas	27.40%
Total	438 viviendas	100.00%

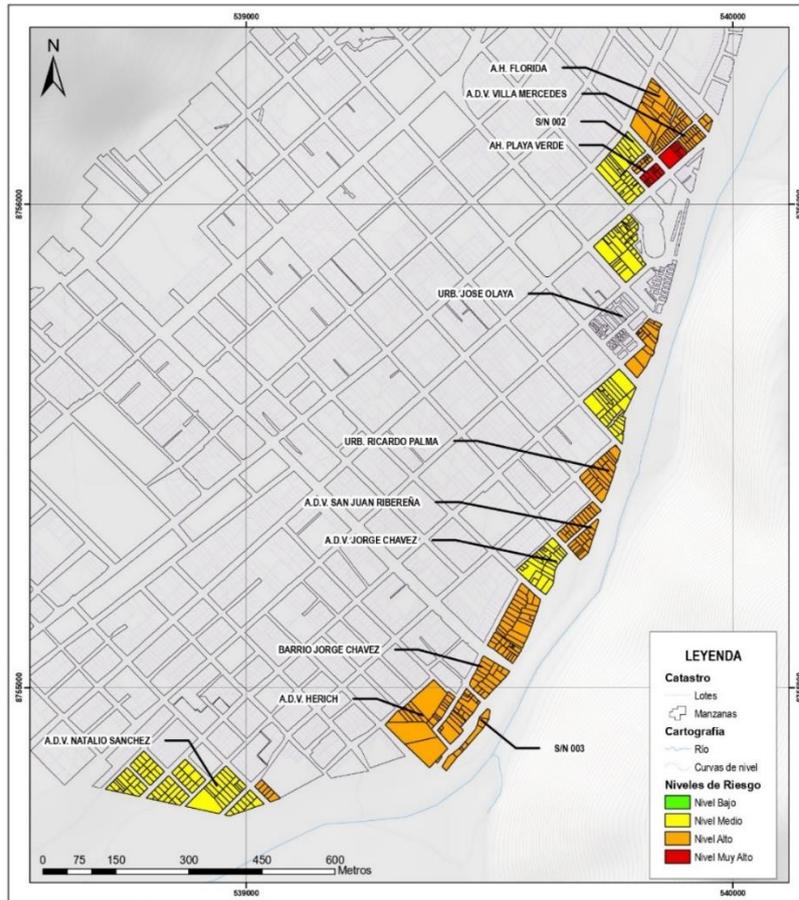
En base a la tabla anterior, se puede indicar que el nivel de vulnerabilidad alto es el más representativo en los lotes de la zona urbana potencialmente afectados por el desborde del río Satipo; siendo los centros poblacionales: A.D.V. Natalio Sanchez, A.D.V. Herich, A.D.V. Jorge Chavez, A.D.V. San Juan Ribereña, Barrio Jorge Chavez y A.H Florida, las que presentan este nivel.

5.2.4. Nivel de Riesgo

Una vez identificada el área de inundación, los niveles de peligro a los que están expuestos los predios de la zona urbana de Satipo, y realizado el respectivo análisis de los parámetros de exposición, fragilidad y resiliencia que inciden en la vulnerabilidad, se procedió a la conjunción de estos, cuyo producto se ha representado cartográficamente en el Mapa de Riesgos, en el que se puede apreciar los respectivos niveles de riesgo en los que se encuentran las viviendas potencialmente afectadas ante una eventual inundación por al desbordamiento del Río Satipo.

Figura 49

Mapa de Riesgo de las viviendas de Satipo potencialmente afectadas



Del Mapa de Riesgos, se puede apreciar que las viviendas potencialmente afectadas se encuentran expuestas a niveles de riesgo: medio, alto y muy alto; no se obtuvieron niveles bajos debido a que, si bien existen niveles bajos de peligro en ciertas zonas, la vulnerabilidad de las viviendas potencialmente afectadas sólo presentó niveles altos y muy altos.

Así mismo, se contabilizaron las viviendas potencialmente afectadas, de acuerdo al nivel de riesgo obtenido, con la finalidad de obtener el porcentaje representativo.

Tabla 60*Viviendas afectadas por nivel de riesgo*

NIVEL DE RIESGO	ZONA URBANA – DISTRITO DE SATIPO	
	VIVIENDAS	PORCENTAJE
Riesgo Bajo	0 viviendas	0.00%
Riesgo Medio	193 viviendas	44.06%
Riesgo Alto	228 viviendas	52.05%
Riesgo Muy Alto	17 viviendas	3.88%
Total	438 viviendas	100.00%

En base a la tabla anterior, se puede indicar que el nivel de riesgo alto es el más representativo para las viviendas potencialmente afectadas por el desborde del río Satipo; siendo los centros poblacionales: A.D.V Herich, San Juan Ribereña, Villa Mercedes, barrio Jorge Chávez, urbanización José Olaya y A.H Florida, donde se ubican los predios expuestos a este nivel de riesgo.

5.2.5. Medidas estructurales y no estructurales

Considerando la extensión y comportamiento de la inundación, los niveles de peligro, la vulnerabilidad de la población y los niveles de riesgos obtenidos, se proponen medidas estructurales y no estructurales que permitirían mitigar los daños ante un eventual fenómeno de inundación fluvial por el desbordamiento del Río Satipo.

A) Medidas estructurales

- Reforzamiento de los muros de contención en la zona baja y alta de la ciudad, colindante al Río Satipo.
- Implementación de muro de contención o defensas ribereñas en la zona media de la ciudad, colindante al Río Satipo.
- Mantenimiento a los sistemas de drenajes existentes.

A) Medidas no estructurales

- Implementación de un Sistema de Alerta Temprana ante

inundaciones.

- Regulación en el uso de suelo y difusión a la población.
- Delimitación de la faja marginal y difusión a la población.
- Campaña de capacitación y entrenamiento en respuesta ante emergencias
- Simulacros de evacuación ante desastres
- Campañas de limpieza y retiro de escombros en la faja del río.
- Implementación de seguros e indemnizaciones para la rápida recuperación ante los daños provocados por desastres naturales.

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con resultados

La demostración de hipótesis se discute en función de los resultados obtenidos de la determinación de peligro, análisis de vulnerabilidad y evaluación del riesgo.

6.1.1. Contrastación con la hipótesis general

H.i. La evaluación del riesgo y análisis de vulnerabilidad ante la ocurrencia de inundación fluvial, empleando herramientas de sistemas de información geográfica resulta en niveles representativos muy altos en la zona urbana del distrito de Satipo, provincia de Satipo, región Junín, periodo 2000-2020.

H.0. La evaluación del riesgo y análisis de vulnerabilidad ante la ocurrencia de inundación fluvial, empleando herramientas de sistemas de información geográfica no resulta en niveles representativos muy altos en la zona urbana del distrito de Satipo, provincia de Satipo, región Junín, periodo 2000-2020.

Según las tablas 59 y 60 el nivel de vulnerabilidad y riesgo con mayor representatividad en la zona urbana del distrito de Satipo es **Alto**, con porcentajes predominantes de 72.60% y 52.05%, respectivamente; por lo tanto, **se acepta la hipótesis de nula (H0) y se rechaza la hipótesis de investigación (H.i).**

6.1.2. Contrastación con la hipótesis específica 1

H.1. El área de inundación determinada mediante el uso de un modelo unidimensional de flujo constante abarca más del 10% de la zona urbana del distrito de Satipo, en base a eventos similares ocurridos en la provincia de Satipo, región Junín, periodo 2000 – 2020.

H.1.0. El área de inundación determinada mediante el uso de un modelo unidimensional de flujo constante abarca menos del 10% de la zona urbana del distrito de Satipo, en base a eventos similares ocurridos en la provincia de Satipo, región Junín, periodo 2000 – 2020.

En base al modelamiento generado en el software HEC-RAS, el área de inundación que cubre la zona urbana de distrito Satipo abarca 111,009.66 m², lo cual representa el 2.04 % del área total de la ciudad; por lo tanto, **se acepta la hipótesis nula (H.1.0) y se rechaza la hipótesis de investigación específica (H.1).**

6.1.3. Contrastación con la hipótesis específica 2

H.2. El nivel de peligro más representativo en el área de inundación es muy alto en la zona urbana del distrito de Satipo, provincia de Satipo, región Junín, periodo 2000 – 2020.

H.2.0. El nivel de peligro más representativo en el área de inundación no es muy alto en la zona urbana del distrito de Satipo, provincia de Satipo, región Junín, periodo 2000 – 2020.

Según la tabla 58 el nivel de peligro con mayor representatividad en la zona urbana del distrito de Satipo es **Muy Alto**, con un porcentaje predominante del 41.04%; por lo tanto, **se acepta la hipótesis de investigación específica (H.2) y se rechaza la hipótesis nula (H.2.0).**

6.1.4. Contrastación con la hipótesis específica 3

H.3. Existen medidas estructurales y no estructurales que permiten reducir el nivel de riesgo por inundación en la zona urbana del distrito de Satipo, provincia de Satipo, región Junín, periodo 2000 – 2020.

H.3.0. No existen medidas estructurales y no estructurales que permiten reducir el nivel de riesgo por inundación en la zona urbana del distrito de Satipo, provincia de Satipo, región Junín, periodo 2000 – 2020.

Se han propuesto medidas estructurales y no estructurales, para la prevención y mitigación de daños, aplicables al área de estudio, en base a los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo representativos; por lo tanto, **se acepta la hipótesis de investigación específica (H.3) y se rechaza la hipótesis nula (H.3.0).**

6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios ambientales

En la siguiente tabla se presenta un resumen de varios estudios nacionales e internacionales, en los que se emplearon metodologías similares a las del presente estudio.

Tabla 61

Investigaciones de evaluación de riesgo de desastres

Categoría	Área de estudio	Referencia	Metodología	Resultados
Internacional	Desembocadura de la Quebrada Cay, Tolima, Colombia.	Cruz, H.E., & Cheng, L.N. (2019)	Peligro: HEC-RAS. Clasificación basada en reportes de inundación	Se calculó un área de inundación 7,299.81 m ² , para un tiempo de retorno de 200 años, la cual en su mayoría se determinó que fue de peligro Alto
			Vulnerabilidad: Guía de la Unidad Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres, 2012.	Se determinó el nivel de Vulnerabilidad Media para los habitantes aledaños a la microcuenca Cay
			Riesgo: Guía de la Unidad Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres, 2012.	El nivel de riesgo determinado fue Riesgo Alto, es decir que la población está altamente expuesta a sufrir inundaciones y que en general las personas no están preparadas ante una emergencia.
	Ciudad de Piedras Negras, Coahuila, México.	Román, (2019)	Peligro: Análisis hidrológico y simulación hidrodinámica fluvial Iber. Clasificación basada en criterios de Francia, Estados Unidos y Australia.	Tirante máximo de 3.10 m y velocidad máxima de 1.90 m/s para tiempo de retorno de 100 años. Nivel Alto de Peligrosidad de acuerdo a los criterios de Francia y Estados Unidos, y máxima de acuerdo al criterio de Australia.
			Vulnerabilidad: Criterio del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino de España.	Considerando a las viviendas e infraestructuras expuestas, y daños estimados. Se determinó una Vulnerabilidad Máxima.
			Riesgo: Función cuantitativa, en base al Peligro y Vulnerabilidad	Los valores obtenidos de máxima peligrosidad y vulnerabilidad, reflejan un Alto Riesgo latente que corre la población ante la incidencia de avenidas en el río Escondido.
Zona Urbana de la Ciudad de Tijuana, México.	Duarte, (2021)	Peligro: Modelamiento HEC-RAS. Metodología para la elaboración de mapas de riesgos por inundación en zonas urbanas (CENAPRED)	El modelo de inundación generado indica una superficie aproximada de 8,072 hectáreas del área urbana de Tijuana potencialmente afectadas.	
		Vulnerabilidad: Índice de Marginación. Metodología del Consejo Nacional de Población.	La población de Tijuana directamente afectada, representa el 4% del total. Las cuales presentan niveles Bajos y Medios de vulnerabilidad.	
			Riesgo: Metodología para la elaboración de mapas de riesgos por inundación en zonas urbanas (CENAPRED)	Se determinó el mapa de riesgo por inundación en las inmediaciones de la red hídrica que alimenta el Río Tijuana dentro de la zona urbana, donde se presentan los niveles de riesgo, siendo el Medio-Alto de mayor representatividad.

Categoría	Área de estudio	Referencia	Metodología	Resultados
Nacional	Centro poblado de Huancaquito Bajo, distrito de Viru, provincia de Virú, La Libertad	Espire & Flores (2019)	Peligro: HEC-RAS. Manual básico para la estimación del Riesgo – INDECI 2014	Caudales, tirantes y velocidad máximos de 602.83 m ³ /s, 2.63 m y 1.5 m/s respectivamente. Nivel de peligro Alto, con un porcentaje estimado de 51%.
			Vulnerabilidad: Manual básico para la estimación del Riesgo (2014)	La vulnerabilidad total identificada en la zona de Huancaquito Bajo es de nivel alto con un valor de 74.17%.
			Riesgo: Manual básico para la estimación del Riesgo (2014)	El aumento del caudal de río Viru pone en Alto riesgo la seguridad de 195 viviendas que residen en Huancaquito Bajo.
	Ciudad de Huamachuco, Sánchez Carrión, La Libertad	Loyola, J. (2019)	Peligro: HEC-HMS, HEC-RAS, Manual básico para la estimación del Riesgo – INDECI 2014	El modelamiento de inundación para un tiempo de retorno de 100 años calculó un caudal de diseño de 111.08 m ³ /s. Según la metodología INDECI, la valoración del peligro fue Alto.
			Vulnerabilidad: Manual básico para la estimación del Riesgo (2014)	El cálculo de la vulnerabilidad según la metodología de INDECI, dio un resultado de 3.45 puntos, lo cual indica una vulnerabilidad Alta
			Riesgo: Manual básico para la estimación del Riesgo (2014)	El cálculo del nivel de riesgo fue Alto.
Sector Huayopampa, Amarilis, Huánuco	López & Carmen (2022)	Peligro: Análisis hidrológico e hidráulico. Manual para la Evaluación de Riesgo Originados por Fenómenos Naturales 2° versión (CENEPRED)	Caudal máximo para un periodo de retorno de 100 años fue de 890.40 m ³ /s, con un tirante máximo de 6.51 m. Niveles de peligro Alto y Muy Alto son los que comprometen el área urbana del sector Huayopampa.	
		Vulnerabilidad: Manual para la Evaluación de Riesgo Originados por Fenómenos Naturales 2° versión (CENEPRED)	Considerando los factores de exposición, fragilidad y resiliencia para cada dimensión de la vulnerabilidad, se obtuvo como resultado una vulnerabilidad de nivel Medio.	
			Riesgo: Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales 2° versión (CENEPRED)	El nivel de riesgo de inundación fluvial es alto en las viviendas que están próximas del muro de contención, y un nivel medio para el resto del sector.

Categoría	Área de estudio	Referencia	Metodología	Resultados
	Ciudad de Satipo, Satipo, Perú	Este estudio (2022)	<p>Peligro: HEC-HMS, HEC-RAS, Guía de Evaluación de Riesgo de Inundación (Departamento de medio ambiente, alimentación y asuntos rurales del Reino Unido)</p> <p>Vulnerabilidad: Manual para la Evaluación de Riesgo Originados por Fenómenos Naturales 2° versión (CENEPRED)</p> <p>Riesgo: Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales 2° versión (CENEPRED)</p>	<p>Caudal máximo para un periodo de retorno de 100 años fue 797.3 m³/s.</p> <p>La máxima profundidad simulada fue 4.55 m. El área de inundación fue de 551,368 m², la máxima velocidad registrada fue 7.84 m³/s.</p> <p>El nivel de peligro predominante fue Muy Alto.</p> <p>La vulnerabilidad representativa fue nivel Alto con un 72.60% de representación, afectando a 318 viviendas.</p> <p>El nivel de riesgo representativo fue nivel alto con 52.05% de representación, afectando 228 viviendas.</p>

Se puede observar que el uso de herramientas SIG, como HEC-RAS, y similares, nos dan como resultado el área cubierta frente a una posible inundación, permitiendo así analizar de forma más puntual las zonas a evaluar para la obtención de los niveles de vulnerabilidad y riesgo.

6.3. Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes

La presente investigación es auténtica en su fondo y forma, con respecto a la autoría de otros estudios, los cuales han sido debidamente referenciados; así mismo, los autores se responsabilizan por el contenido de la investigación, el mismo que ha sido elaborado cumpliendo estrictamente con el reglamento de investigación de la Universidad Nacional del Callao.

En base a lo anteriormente, la presente investigación cumple con el Código de Ética de Investigación de la Universidad Nacional del Callao, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 210-2017-CU, el 06 de julio del 2017.

VII. CONCLUSIONES

- 1) El nivel de riesgo en la zona urbana del distrito de Satipo es: **Medio** en 193 viviendas (44.06%), **Alto** en 228 viviendas (52.05%), y **Muy Alto** sólo en 17 viviendas (3.88%); mientras que la vulnerabilidad de la población potencialmente afectada presentó niveles: **Alto** en 318 viviendas (72.60%) y **Muy Alto** en 120 viviendas (27.40%). Estos resultados se deben a las características y condiciones de los elementos expuestos, como lo son la población, infraestructura y medios de vida.
- 2) El área de inundación, determinada mediante el modelamiento HEC-RAS, abarca una extensión de **111,009.66 m²**, lo que representa el 2.04% del área urbana de Satipo, y afecta a 438 viviendas de la ciudad.
- 3) El nivel de peligro de inundación más representativo de la zona Urbana de Satipo es **Muy Alto**, abarcando el 41.04% del área inundable. Las zonas afectadas por este nivel de peligro, son las asociaciones de vivienda: Jorge Chávez 2, Herich, José Olaya y Villa Mercedes.
- 4) Considerando los niveles de peligro, la vulnerabilidad de la población y los niveles de riesgo obtenidos, existen **medidas estructurales y no estructurales** que permiten la mitigación de daños ante una eventual inundación fluvial de la zona urbana de Satipo.

VIII. RECOMENDACIONES

- 1) Considerando que **52.05%** de la población de Satipo se encuentra en **riesgo Alto** ante una eventual inundación fluvial, se recomienda una mayor regulación en el uso del suelo y reubicación de la población asentada en áreas marginales, en concordancia con lo establecido en la R.J. N° 332-2016-ANA “Reglamento para la delimitación y mantenimiento de fajas marginales”.
- 2) Debido a que la población de Satipo presenta, en su mayoría, **Alto** nivel de **vulnerabilidad** y que sólo el **4%** de las personas se encuentra capacitada ante desastres naturales, se recomienda que la Municipalidad Provincial de Satipo fomente campañas capacitación y entrenamiento en respuesta ante emergencias.
- 3) Se recomienda la implementación de defensas ribereñas en la zona media de la ciudad y el reforzamiento de las ya existentes en la zona baja y alta, ya que en base a los resultados del modelamiento **11.1 hectáreas** de la zona urbana del distrito de Satipo se encuentra expuesta ante un eventual desbordamiento del río; por lo que estas medidas estructurales permitirán mitigar el peligro.
- 4) Considerando que **438 viviendas** de la zona urbana de Satipo se encuentran expuestas, sobre todo, a un nivel **Alto** de riesgo, se recomienda emplear los resultados obtenidos en esta presente investigación para la elaboración de instrumentos técnicos como un “Plan de prevención y reducción”, con la finalidad que la autoridad local adopte las **medidas de control estructurales y no estructurales** propuestas.
- 5) Empleando un Modelo digital de Elevación de **5 x 5 m** se obtuvo un área de inundación de **111,009.66 m²**; para un mejor ajuste del modelo, se recomienda emplear un Modelo Digital de Elevación con mayor resolución: **1 x 1 m**, a partir de fotogrametría con drones o levantamiento batimétrico del **río Satipo** o sus tributarios.
- 6) Se recomienda emplear el caudal de **797.3 m³/s**, correspondiente a un tiempo de retorno de 100 años, para el diseño de los diques longitudinales como medida estructural para la mitigación del peligro.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña, C. C., & Ordoñez, M. J. del P. (2018). Evaluación de amenaza y vulnerabilidad por desbordamiento del río Cusiana en la zona urbana de Mani – Casanare [Universidad de La Salle]. In *Ingeniería Civil*. https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/361
- Aroca, E. C. (2014). *Importancia de las abstracciones iniciales para la génesis de avenidas en cuencas de montaña*. Universidad de Cantabria.
- Autoridad Nacional del Agua. (2019). *Fisiografía de cuencas*. <http://www.ana.gob.pe/2019/consejo-de-cuenca/pampas/F>
- Banasik, K., Madeyski, M., Mitchell, J. K., & Mori, K. (2005). An investigation of lag times for rainfall-runoff-sediment yield events in small river basins. *Hydrological Sciences Journal*, 50(5), 857–866. <https://doi.org/10.1623/hysj.2005.50.5.857>
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2015). *Perfil de Riesgo por Inundaciones en Perú*.
- Belito, E. (2019). Modelamiento hidráulico del sistema de alcantarillado sanitario en la ciudad de Huancavelica, provincia y departamento de Huancavelica [Universidad Nacional de Huancavelica]. In *Repositorio Institucional - UNH*. [http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2117%0Ahttp://repositorio.untumbes.edu.pe/bitstream/handle/UNITUMBES/1042/QUILICHE CABANILLAS%20IRMA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2117%0Ahttp://repositorio.untumbes.edu.pe/bitstream/handle/UNITUMBES/1042/QUILICHE%20CABANILLAS%20IRMA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Bladé, E., Sánchez, M., Sánchez, H. P., Niñerola, D., & Gómez, M. (2009). *Modelación numérica en ríos en régimen permanente y variable Modelación numérica en ríos en régimen permanente y variable*.
- Cajahuanca Baldeón, J. F. (2015). *Teledetección y sistemas de información geográfica aplicados a identificación de zonas con riesgo a inundación, Tramo Puente Las Bolsas-Puente la Breña*.
- Carreño, M. L., Cardona, O. D., & Barbat, A. H. (2005). *Sistema de indicadores para la evaluación de riesgos* (A. H. Barbat (ed.)).

- Castellet, E. B. (2005). *Modelación del flujo en lámina libre sobre cauces naturales. Análisis integrado con esquemas en volúmenes finitos en una y dos dimensiones*. Universidad Politécnica de Catalunya.
- CENEPRED. (2015). *Manual Para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales - 02 versión*.
http://www.sigpad.gov.co/sigpad/paginas_detalle.aspx?idp=112
- Chaudhry, M. H. (2008). *Open-Channel Flow* (Second edi).
- Chereque, W. (2010). *Hidrología: para estudiantes de ingeniería civil* (CONCYTEC (ed.)). CONCYTEC.
- Chowdhury, M. A. I., Karib, M. M., Sayed, A. F., & Hossain, S. (2016). Estimation of Rainfall Patterns in Bangladesh Using Different Computational Methods (Arithmetic Average, Thiessen Polygon and Isohyet). *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences (JBES)*, 8(1), 43–51.
<http://www.innspub.net/jbes/estimation-of-rainfall-patterns-in-bangladesh-using-different-computational-methods-arithmetic-average-thiessen-polygon-and-isohyet/>
- Comisión Técnica Regional Junín. (2015). *Memoria descriptiva del estudio hidrobiológico del departamento de Junín a escala 1:100000*.
- Ley N° 29664, 21 (2011).
- CRED. (2021). Disasters in numbers 2021. *Centre for Research on the Epidemiology of Disasters*. <https://doi.org/10.1787/eee82e6e-en>
- Cruz, H. E., & Cheng, L. N. (2019). *Análisis de riesgo hidrográfico por crecidas en la desembocadura de la Quebrada Cay*. Universidad de Ibagué.
- Duarte, G. (2021). *Análisis de Riesgo por Inundaciones en Zona Urbana de la Ciudad De Tijuana. Caso de Estudio* [Universidad Autónoma de Baja California].<https://repositorioinstitucional.uabc.mx/bitstream/20.500.12930/7816/1/PAL017769.pdf>
- Duran, M., & Quintero, M. A. (2004). Análisis del error tipo I en las pruebas de

- bondad de ajuste e independencia utilizando el muestreo con parcelas de tamaño variable (Bitterlich). *Bosque (Valdivia)*, 25(3), 45–55. <https://doi.org/10.4067/s0717-92002004000300005>
- Espire, R. M., & Flores, J. I. (2019). *Evaluación de riesgo y análisis de la vulnerabilidad ante amenazas de inundación en el centro poblado Huancaquito Bajo, distrito de Virú, provincia de Virú, 2018*. Universidad Nacional de Trujillo.
- Estrada, V., & Pacheco, R. (2016). Modelación hidrológica con HEC-HMS en cuencas montañosas de la región oriental de Cuba. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 33(1), 71–80.
- Fattorelli, S., & Fernandez, P. (2018). Diseño Hidrológico. In *Wasa-Gn* (Vol. 29, Issue 4).
- Félix Salas, F. B. (2004). *Análisis del escurrimiento de la cuenca del Río San Miguel, Sonora, México, durante el 2004*.
- FLUMEN. (2015). Manual de utilización del programa HEC-HMS. In *Flumen* (p. 35). https://portal.camins.upc.edu/materials_guia/250336/2012/40_ManualHMS.pdf
- Foschiatti, A. M. H. (2004). Vulnerabilidad global y pobreza: Consideraciones conceptuales. *Geográfica Digital*, 1(2), 20. <https://doi.org/10.30972/geo.122589>
- Fuentes, O., Ravelo, A., & Ávila, A. (2006). *Método para determinar los parámetros K, X y los coeficientes de tránsito del Método De Muskingum-Cunge*. *September* 2018, 6. https://www.researchgate.net/publication/280559986_metodo_para_determinar_los_parametros_k_x_y_los_coeficientes_de_transito_del_metodo_de_muskingum-cunge
- Gámez Morales, W. R. (2010). *Texto Básico de Hidrología*. <http://repositorio.una.edu.ni/2464/1/np10g192.pdf>
- Garc, M., Rojas, J. M., & Paredes, P. (2010). Hidrografía e Hidrobiología. In

Mesozonificación Ecológica y Económica para el Desarrollo Sostenible de la Provincia de Satipo (p. 46).

García, J. C. (2004). *Modelo de pérdidas para determinar Precipitación Efectiva usando Sistemas de Información Geográfica*. Universidad de Piura.

Gutiérrez, C. (2014). *Hidrología básica y aplicada* (Primera ed).

Herencia, B. G., & Carrera, C. E. (2019). Estimación caudales medios y máximos de la cuenca del río Checras mediante ecuaciones sintéticas y racionales. *Revista Del Instituto de Investigación de La Facultad de Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas*, 22(44), 15–24. <https://doi.org/10.15381/iigeo.v22i44.17282>

Hernández-Nieto, R. (2002). *Contribuciones al análisis estadístico*. Universidad de los Andes.

Hernández-Uribe, R. E., Barrios-Piña, H., & Ramírez, A. I. (2017). Análisis de riesgo por inundación: metodología y aplicación a la cuenca Atemajac. *Tecnología y Ciencias Del Agua*, 08(3), 05–25. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2017-03-01>

Herrera, E. (2015). *Proyecto constructivo de la obra para la mejora de la movilidad urbana en Alella*. Universitat Politècnica de Catalunya.

HOB Consultores S.A. (2011). *Estudio definitivo del proyecto de mejoramiento de la carretera Satipo-Mazamari-Dv.Pangoa-Puerto Ocopa*.

HR Wallingford, Flood Hazard Research Centre, & Risk & Policy Analysts Ltd. (2006). Flood Risks to People. *Flood Risks to People Phase 2: FD2321 Technical Report* 1, 103. http://randd.defra.gov.uk/Document.aspx?Document=FD2317_1060_TRP.pdf

Ibáñez, S., Moreno, H., & Gisbert, J. (2010). Morfología de las cuencas hidrográficas. In *Universidad Politécnica de Valencia* (p. 12).

IMPLAN. (2012). *Atlas de Riesgos de Comitán de Domínguez 2012*.

- INDECI. (2019). *Compendio Estadístico del INDECI 2019*. 240.
<http://bvpad.indeci.gob.pe>
- INDECI. (2020). VIII Glosario de términos y siglas utilizadas. *Compendio Estadístico Del INDECI 2020*. <https://portal.indeci.gob.pe/direccion-politicas-y-planos/compendios-estadisticos/compendios/2020-2/>
- INGEMMET. (2018). *Peligros geológicos en el centro poblado boquerón*.
- INGEOMINAS. (2009). *Formulación de una guía metodológica para la zonificación de amenaza por movimientos en masa tipo flujo. Caso piloto cuenca de la quebrada la Negra, Útica - Cundinamarca*.
- Instituto Nacional de Defensa Civil. (2006). Manual básico para la estimación del riesgo. In *INDECI* (Vol. 319).
http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc319/doc319_contenido.pdf
- Jiménez, J. M., García, V. H., Lozano, D., Zavarla, O., Ortiz, A., Castillo, E., & Romero, R. (2013). *Manual de apuntes de la experiencia educativa de tuberías y canales* (p. 94).
- Lavado, H. A. (2019). *Vulnerabilidad del poblado de Cajamarquilla ante los movimientos en masa. Distrito de Lurigancho - Chosica*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Lázaro Barreto, M. R. (2015). *Análisis de peligros y vulnerabilidades para la gestión del riesgo de desastres, utilizando el Sistema de Información Geográfica (SIG) en la Localidad Acopampa - Carhuaz, Ancash* [Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo].
http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/1190/T_255_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- López, M., & Carmen, E. (2022). *Análisis hidrológico e hidráulico para la evaluación de riesgo de inundación fluvial por desborde del río Huallaga en el sector de Huayopampa, distrito de Amarilis, provincia de Huánuco 2021*. Universidad Nacional Hermilio Valdizán.
- Loyola Morales, J. (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. *Universidad César Vallejo*.

Mallqui, J. L. (2021). *Nivel de riesgo por inundación en la cuenca del Río Huallaga Sector San Rafael - Huánuco 2019*. Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

Manrique de Lara, M. L. (2021). *Determinación de los niveles y zonas de riesgos por inundación en el caserío Santa Rosa de Shapajilla* [Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1566>

Marcus, R., Morresi, V., Carrillo, E. E., Macor, J., Ingeniería, F. De, Universidad, H., Santa, L., & Santa, F. (2016). *Curvas de Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF) de la Estación Meteorológica del CIM-FICH. Serie 1986 – 2016. 25*.

Mendoza, M. A. (2017). *Evaluación del riesgo por inundación en la quebrada Romero, del distrito de Cajamarca, periodo 2011-2016*. [http://repositorio.upagu.edu.pe/bitstream/handle/UPAGU/289/Tesis Miguel Mendoza.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.upagu.edu.pe/bitstream/handle/UPAGU/289/Tesis%20Miguel%20Mendoza.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2008). *Manual de hidrología, hidráulica y drenaje*.

Ministerio del Ambiente. (2018). *Guía para la elaboración de la Línea Base en el marco del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental* (Issue 019).

Mosalve Sáenz, G. (1999). *Hidrología en la ingeniería* (2da edición).

Mott, Robert L.; Untener, J. A. (2019). Mecánica de fluidos. Impulsión de fluidos. *Mecánica De Fluidos*, 29–62. <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/>

Mott, R. L. (2011). Mecánica de Fluidos. In *Mecánica De Fluidos*.

Municipalidad provincial de Satipo. (2020). *Plan de desarrollo concertado de la*

provincia de Satipo al 2030.

Municipalidad provincial de Satipo. (2021). *Creación del servicio de protección y control de inundaciones con defensas ribereñas en la margen derecha e izquierda del río Mazamari - Distrito de Mazamari - Provincia de Satipo - Departamento de Junín.*

Municipalidad Provincial de Satipo. (2022). *Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad de Satipo 2013-2022.*

Ñaupas, H., Mejía, E., Novoa, E., & Villagómez, A. (2014). *Metodología de la investigación* (4ta edición).

Oficina Nacional de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastre (UNISDR). (2009). Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres. In *Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas (UNISDR)* (p. 43).

ONERN. (1976). Mapa ecológico del Perú: guía explicativa. *Autoridad Nacional Del Agua*, 274.

ONU. (2016). Informe del grupo de trabajo intergubernamental de expertos de composición abierta sobre los indicadores y la terminología relacionados con la reducción del riesgo de desastres. In *Organización de las Naciones Unidas* (Vol. 21184).

Organización Meteorológica Mundial. (1992). *Vocabulario meteorológico internacional* (Segunda ed, Issue 182).

Parella, S., & Martins, F. (2012). *Metodología de la investigación cuantitativa* (Tercera ed).

Paper, C., & Paz-gonz, A. (2017). *Erosión y escorrentía. March.*

Pascual, J. A., & Díaz, M. (2016). Guía Práctica sobre la Modelización Hidrológica y el Modelo HEC-HMS. In *Información tecnológica* (Vol. 29, Issue 4).
<https://www.agua.imdea.org/sites/default/files/pdf/news/20161215/Cuadern>

os de Geomática 4_b.pdf

- Pazos Roldán, M. V. H., & Mayorga Arias, D. (2019). Hidrología Agrícola. In *Hidrología Agrícola* (Issue April). <https://doi.org/10.29018/978-9942-823-20-5>
- PCM. (2012). *RM-334-2012-PCM Aprueban Lineamientos Técnicos del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres*.
- Peña, M. A. (2017). *Modelamiento geoespacial para evaluar la vulnerabilidad ambiental, ante la ocurrencia de inundaciones, en la cuenca baja del Río Chillón, 2017* [Universidad César Vallejo]. <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/32303><http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/32303>
- Pérez, A. (2012). La integración de la gestión de riesgos en la gestión del desarrollo local desde la perspectiva de la vulnerabilidad ambiental en los territorios. *Delos: Desarrollo Local Sostenible*, 5(13), 7 p. <http://www.eumed.net/rev/delos/13/apf.pdf>
- Pinos, J., Timbe, L., & Orellana, D. (2017). Métodos para la evaluación del riesgo de inundación fluvial: revisión de literatura y propuesta metodológica para Ecuador. *Maskana*, 8(2), 147–162. <https://doi.org/10.18537/mskn.08.02.11>
- Pizarro, R., Hormazábal, M., León, L., & Morales, C. (2009). *Determinación empírica de los parámetros que modelan el tránsito de avenidas, por el método de Muskingum, en zonas de clima mediterráneo de Chile central*. 1–18.
- PNUD. (2015). *Conceptos básicos de gestión de riesgos* (Vol. 1). <http://dipecholac.net/docs/herramientas-proyecto-dipecho/el-salvador/C1-CONCEPTOS-BASICOS-DE-GRD.pdf>
- Porta, G. L. (2020). *Análisis de riesgo de inundación en prevención de desbordes del Río Pocoto en el distrito de San Vicente de Cañete - 2018*. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.
- Portuguez, M. (2017). *Aplicación de la geoestadística a modelos hidrológico en*

- la cuenca del río Cañete*. Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Decreto Supremo N° 048-2011-PCM, Diario El Peruano 1 (2011).
- Rodríguez, J. P. (2016). *Estimación probabilística de mapas de inundación: Una metodología basada en ensambles*. <http://www.cchazc.unam.mx/wp-content/uploads/2013/03/GuiaIngles2.pdf>
- Román, Á. (2019). *Análisis de peligro, vulnerabilidad y riesgo potencial ante la incidencia de inundaciones fluviales*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación* (Mc Graw Hill (ed.); Sexta).
- Scharffenberg, W., & Harris, J. (2008). Hydrologic Engineering Center Hydrologic Modeling System, HEC-HMS: Interior flood modeling. *World Environmental and Water Resources Congress 2008: Ahupua'a - Proceedings of the World Environmental and Water Resources Congress 2008*, 316, 1–3. [https://doi.org/10.1061/40976\(316\)632](https://doi.org/10.1061/40976(316)632)
- SENAMHI. (2016). *Estudio de vulnerabilidad climática de los recursos hídricos en las cuencas de los ríos Chillón, Rímac, Lurín y parte alta del Mantaro*. <http://repositorio.senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/124>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (2018). *Un buen clima: Glosario de términos meteorológicos*.
- Sierra, D. A. (2020). *Evaluación de riesgo de inundación por desborde del estero Bellavista*. Universidad Nacional Andrés Bello.
- Sistemas de Información Geográfica de Latino América S.A.S. (2014). *Modelos Digitales de Elevación*. <http://www.sigla-sas.com/modelos-digitales-de-elevacion.html>
- Solano, T. D., & Vintimilla, N. C. (2013). Estudio Fluiomorfológico Del Río Vinces Y Determinación De Las Áreas De Inundación De La Zona De Influencia Del Proyecto Pacalori Aplicando Hec- Georas. In *Tesis de grado* (Vol. 31, Issue sup3.2).

- Streeter, V. (2002). Mecánica de Fluidos. In L. E. O. S.A. (Ed.), *Mecánica de Fluidos: Vol. 3 ed.*
- Supo, J. (2020). *Metodología de la Investigación Científica* (3ra edición).
- Thomas Bohórquez, J. E. (2013). Evaluación de la vulnerabilidad social ante amenazas naturales en Manzanillo (Colima). Un aporte de método. *Investigaciones Geograficas*, 81(0), 79–93. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112013000200007
- Tockner, K., Lorang, M., & Stanford, J. (2014). River flood plains are model ecosystems to test general hydrogeomorphic and ecological concepts. *River Research and Applications*, 30(January), 132–133. <https://doi.org/10.1002/rra>
- Triana, J. V. (2016). *Identificación de zonas de amenaza por inundación en Colombia, mediante coberturas de la tierra*. Universidad de Salzburg.
- Tuesta, J. H. (2018). Evaluación de la vulnerabilidad y riesgo por inundación del río Huallaga en la ciudad de Tingo María en un entorno SIG. In *Repositorio Institucional - UNAS*. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1380>
- UNGRD. (2017). Terminología sobre Gestión del Riesgo de Desastres y Fenómenos Amenazantes. In *Comité Nacional para el Conocimiento del Riesgo SNGRD*. <http://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/20761/Terminologia-GRD-2017.pdf;jsessionid=1ADDEE38CA0713C6B15CC4D150169677?sequence=2>
- US Army Corps of Engineers. (1997). *HEC-HMS*. <https://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/>
- USWRC U.S. (1982). *Guidelines for determining flood flow frequency*.
- Velandia, N. J. (2020). *Desarrollo de un sistema de monitoreo de cultivos de café a partir de información multisensorial*. Universidad Autónoma de Occidente.

- Vélez, J., & Botero, A. (2010). Estimación del tiempo concentración y de rezago en la cuenca experimental urbana de la Quebrada San Luis , Manizales. *Dyna*, 165, 58–71.
<http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/25640>
- Ven Te Chow. (1994). *Hidráulica de canales abiertos* (M. E. Suárez (ed.)). McGraw-Hill Interamericana S.A.
- Villarroya, J. P., Farias, H. D., & Amarilla, M. E. (2013). *Estimación del parámetro hidrológico del Número de Curva NC : Automatización del cálculo mediante S . I . G . y nuevas fuentes de información cartográfica. Caso del área urbana de Pozo Hondo*. 3(1), 8.
- Villón, M. (2002). *Cálculos hidrológicos e hidráulicos en Cuencas Hidrográficas* (Centro Agrónomo Tropical de Investigación y Enseñanza (ed.)).
- Villón, M. (2008). *Hidráulica de canales* (E. Villón (ed.)).
- Villón, M. (2016). *HEC-HMS Ejemplos*.
- Villón, M. (2022). *Hidrología* (Editorial tecnológica de Costa Rica (ed.); 2da edición). Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- World Vision Perú. (2013). *Manual de manejo de cuencas* (Tercera ed).
- Yanque, A. G. (2011). *Predicción de la precipitación pluvia en función de elementos hidrometeorológicos en la cuenca del Río Ramis*. 116.

X. ANEXOS

Anexo 1 - Matriz de consistencia

EVALUACIÓN DEL RIESGO Y ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN FLUVIAL EMPLEANDO HERRAMIENTAS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SATIPO, PROVINCIA DE SATIPO, REGIÓN JUNÍN, PERIODO 2000 - 2020							
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES E INDICADORES		METODOLOGÍA		
¿Cuál es el resultado de la evaluación del riesgo y análisis de vulnerabilidad por inundación fluvial empleando herramientas de sistemas de información geográfica en la zona urbana del distrito de Satipo, provincia de Satipo, región Junín, periodo 2000 - 2020?	Evaluar el riesgo y analizar la vulnerabilidad por inundación fluvial empleando herramientas de sistemas de información geográfica en la zona urbana del distrito de Satipo, provincia de Satipo, región Junín, periodo 2000 – 2020.	La evaluación del riesgo y análisis de vulnerabilidad ante la ocurrencia de inundación fluvial, empleando herramientas de sistemas de información geográfica resulta en niveles representativos muy altos en la zona urbana del distrito de Satipo, provincia de Satipo, región Junín, periodo 2000 – 2020.	VARIABLES INDEPENDIENTES			Tipo de Investigación Aplicada Nivel de Investigación Aplicativo Diseño de Investigación No experimental Enfoque Mixto Procedimiento - Determinación del área de inundación - Determinación de niveles de peligro - Determinación de niveles de vulnerabilidad - Determinación de niveles de riesgo - Propuestas de medidas de control	
			A. Inundación fluvial				
			DIMENSIONES		INDICADORES		ÍNDICE
					Número de curva		unidad
					Abstracción inicial		mm
			D.1 Área de inundación		Tiempo de concentración		min
			D.2 Profundidad de inundación		Tiempo de retardo		min
			D.3. Velocidad de inundación		Coefficiente de rugosidad de Manning		unidad
					Altitud del terreno		msnm
					Caudal		m ³ /s
		Pendiente del terreno	%				
B. Vulnerabilidad							
DIMENSIONES		INDICADORES	ÍNDICE				
		Nivel de vulnerabilidad social	unidad				
D.1. Nivel de Vulnerabilidad		Nivel de vulnerabilidad económica	unidad				
		Nivel de vulnerabilidad ambiental	unidad				

EVALUACIÓN DEL RIESGO Y ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN FLUVIAL EMPLEANDO HERRAMIENTAS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE SATIPO, PROVINCIA DE SATIPO, REGIÓN JUNÍN, PERIODO 2000 - 2020

PROBLEMA ESPECÍFICO	OBJETIVO ESPECÍFICO	HIPOTESIS ESPECÍFICO	VARIABLES E INDICADORES			METODOLOGÍA		
<p>P.1 ¿Cuál es el área de inundación obtenida mediante el uso de un modelo unidimensional de flujo constante, en la zona urbana del distrito de Satipo, provincia de Satipo, región Junín, periodo 2000 - 2020?</p> <p>P.2 ¿Cuál es el nivel de peligro que representa la inundación en la zona urbana del distrito de Satipo, provincia de Satipo, región Junín, periodo 2000 - 2020?</p> <p>P.3. ¿Qué medidas estructurales y no estructurales permitirán reducir el nivel de riesgo de inundación existente en la zona urbana del distrito de Satipo, provincia de Satipo, región Junín, periodo 2000 – 2020?</p>	<p>O.1 Determinar el área de inundación mediante el uso de un modelo unidimensional de flujo constante en la zona urbana del distrito de Satipo, provincia de Satipo, región Junín, periodo 2000 – 2020.</p> <p>O.2 Determinar el nivel de peligro que representa la inundación en la zona urbana del distrito de Satipo, provincia de Satipo, región Junín, periodo 2000 – 2020.</p> <p>O.3. Proponer medidas estructurales y no estructurales que reduzcan el nivel de riesgo de inundación existente en la zona urbana del distrito de Satipo, provincia de Satipo, región Junín, periodo 2000 – 2020.</p>	<p>H.1 El área de inundación determinada mediante el uso de un modelo unidimensional de flujo constante abarca más del 10% de la zona urbana del distrito de Satipo, en base a eventos similares ocurridos en la provincia de Satipo, región Junín, periodo 2000 – 2020.</p> <p>H.2 El nivel de peligro más representativo en el área de inundación es muy alto en la zona urbana del distrito de Satipo, provincia de Satipo, región Junín, periodo 2000 – 2020.</p> <p>H.3. Existen medidas estructurales y no estructurales que permiten reducir el nivel de riesgo por inundación en la zona urbana del distrito de Satipo, provincia de Satipo, región Junín, periodo 2000 – 2020.</p>	VARIABLES DEPENDIENTES			<p>Población 438 viviendas potencialmente afectadas, distribuidas en 28 manzanas.</p>		
			Riesgo por inundación					<p>Muestra 205 viviendas, distribuidas proporcionalmente en las manzanas correspondientes</p>
			DIMENSIONES	INDICADORES	ÍNDICE			<p>Técnicas e instrumentos Observación Entrevista Cuestionario Matriz de evaluación de riesgo</p>
			D.1. Nivel de riesgo	Nivel de peligro por inundación	unidad			
				Nivel de vulnerabilidad	unidad			

Anexo 2 – Instrumento de recolección de datos

ENCUESTA PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIÓN FLUVIAL EN LA CIUDAD DE SATIPO

1. Datos del Entrevistado

Nombre: _____
DNI: _____
Dirección: _____
Ocupación: _____
Edad: _____
Sexo: Femenino () Masculino ()

2. Datos del centro poblacional

Nombre del Centro Poblacional _____

2.1. Categoría

- [] Centro Poblado
- [] H.U
- [] Urbanización
- [] Asentamiento Humano
- [] A.D.V.

3. Datos de la vivienda

3.1. Material predominante de las viviendas

- [] Estera/cartón
- [] Madera
- [] Quincha (caña con barro)
- [] Adobe o tapia
- [] Ladrillo o bloque de cemento
- [] Otros.
Especificar _____

3.2. Antigüedad de la edificación

- [] Mayor a 40 años
- [] De 31 a 40 años
- [] De 21 a 30 años
- [] De 11 a 20 años
- [] Hasta 10 años

3.3. Número de pisos

- [] 5 pisos o más
- [] 4 pisos
- [] 3 pisos
- [] 2 pisos
- [] 1 piso

4. Datos del hogar

4.1. ¿Cómo está integrada su familia?

N°	Grupo etario	N° Personas
1	18 a 40	
2	13 a 17	
3	41 a 60	
4	6 a 12 / 61 a 65	
5	0 a 5 / mayor a 65	

4.2. ¿Cuál es su ingreso familiar promedio mensual?

- ≤ S/ 930
- S/ 931 – S/ 1500
- S/ 1501 – S/ 2000
- S/ 2001 – S/ 2500
- > 2500

5. Conocimiento y capacitaciones sobre desastres

5.1. ¿Tiene conocimiento de la extracción de materiales para la construcción en este sector del río?

- Si, diariamente salen camiones con materiales
- Si, he visto camiones y maquinarias trabajar semanalmente
- Si, más no ingresan al río por esta zona
- Esporádicamente vienen por esta zona
- Rara vez he visto esa actividad
- No tengo conocimiento

5.2. ¿Dónde arroja los residuos sólidos de su vivienda?

- Camión recolector
- Vía pública
- Los entierra
- Cerca del río
- En el propio río
- _____] Otros.
Especificar_____

5.3. ¿Tiene conocimiento heredado sobre explotación de recursos?

- Si tengo conocimiento y lo aplico
- Si tengo conocimiento; sin embargo, no lo aplico
- No tengo conocimiento

5.4. ¿Qué tan frecuentemente recibe capacitación en temas de gestión del riesgo?

- Nunca
- Anualmente
- Semestralmente
- Trimestralmente
- Mensualmente

Describe las capacitaciones: _____

5.5. ¿Tiene usted conocimiento sobre las causas de los desastres?

- Si tengo conocimiento. Especifique: _____
- No tengo conocimiento

5.6. ¿Cuál es su nivel de preparación ante la ocurrencia de un desastre? (Marcar acorde a la respuesta)

- Muy preparado, con conocimiento en respuesta ante emergencias, evacuación y participación en simulacros.
- Preparado, con conocimiento en evacuación y participación en simulacros.
- Parcialmente preparado, conocimiento en evacuación, riesgos y desastres
- Escasamente preparado, con conocimiento básico sobre riesgo y desastre
- Sin preparación

5.7. ¿Existe difusión sobre temas de gestión del riesgo por parte de los medios de comunicación local?

- No existe difusión
- Escasa difusión
- Difusión masiva y poco frecuente
- Difusión masiva y frecuente, existiendo conocimiento
- Difusión masiva y frecuente, existiendo conocimiento y participación

5.8. ¿Qué tan frecuentemente recibe capacitación en conservación del medio ambiente?

- Nunca
- Anualmente
- Semestralmente
- Trimestralmente
- Mensualmente

5.9. ¿Tiene conocimiento de cuantas veces hubo inundaciones?

- Todos los años sufrimos inundación
- Es la tercera vez en 10 años
- Cada 2 años sufrimos de inundación
- Recuerdo que hubo inundaciones hace 5 años
- No tiene conocimiento

Validación del instrumento

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS JUCIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres del revisor: Neil Sandro Alata Olivares
 1.2. Título o profesión: Doctor en Ciencias Ingeniería de Proyectos
 1.3. Áreas de experiencia profesional: Experto en Gestión de Riesgos de Desastres, Seguridad y Salud en el Trabajo y Gestión de Proyectos
 1.4. Nombre del instrumento validado: Encuesta para la determinación de los niveles de vulnerabilidad ante inundación fluvial en la ciudad de Satipo

II. INDICADORES

COHERENCIA	El ítem mide alguna variable/categoría presente en la metodología
CLARIDAD	El ítem es claro (no genera confusión o contradicciones)
ESCALA	El ítem puede ser respondido de acuerdo a la escala que presenta el instrumento
RELEVANCIA	El ítem es relevante para cumplir con las preguntas y objetivos de la investigación

III. ESCALA DE VALORES

1= Inaceptable 2=Deficiente 3=Regular 4=Bueno 5=Excelente

IV. ASPECTO DE LA VALIDACIÓN (Marque con una X)

ITEM	CONTENIDO	EVALUACIÓN				
		1	2	3	4	5
1. Datos del entrevistado	Coherencia					x
	Claridad					x
	Escala					x
	Relevancia					x
2. Datos del centro poblacional	Coherencia					x
	Claridad					x
	Escala					x
	Relevancia					x
3. Datos de la vivienda	Coherencia					x
	Claridad					x
	Escala					x
	Relevancia					x
4. Datos del hogar	Coherencia					x
	Claridad					x
	Escala					x
	Relevancia					x
5. Conocimiento y capacitaciones sobre desastres	Coherencia			x		
	Claridad			x		
	Escala			x		
	Relevancia					x
Conteo de marcas (Realice el conteo en cada una de las categorías de la escala)		A	B	C	D	E
				3		17

$$\text{Coeficiente de validez} = \frac{1xA + 2xB + 3xC + 4xD + 5xE}{100}$$

V. CALIFICACIÓN GLOBAL (Coloque el resultado del coeficiente de validez en la columna "Calificación")

CATEGORÍA	INTERVALO	Calificación
Desaprobado	[0.00 – 0.60]	0.94 Aprobado
Observado	<0.60 – 0.70]	
Aprobado	<0.70 – 1.00]	



Firma del experto
DNI: 08684439

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

JUCIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres del revisor: AGUIRRE GONZALO OSCAR MANUEL
- 1.2. Título o profesión: INGENIERO GEÓGRAFO
- 1.3. Áreas de experiencia profesional: ESPECIALISTA EN GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES
- 1.4. Nombre del instrumento validado: FORMATO DE ENCUESTA PARA DETERMINACIÓN DE VULNERABILIDAD

II. INDICADORES

COHERENCIA	El ítem mide alguna variable/categoría presente en la metodología
CLARIDAD	El ítem es claro (no genera confusión o contradicciones)
ESCALA	El ítem puede ser respondido de acuerdo a la escala que presenta el instrumento
RELEVANCIA	El ítem es relevante para cumplir con las preguntas y objetivos de la investigación

III. ESCALA DE VALORES

1= Inaceptable 2=Deficiente 3=Regular 4=Bueno 5=Excelente

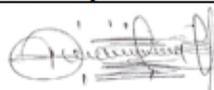
IV. ASPECTO DE LA VALIDACIÓN (Marque con una X)

CONTENIDO		EVALUACIÓN				
ÍTEM	INDICADORES	1	2	3	4	5
1. Datos del entrevistado	Coherencia					X
	Claridad				X	
	Escala				X	
	Relevancia					X
2. Datos del centro poblacional	Coherencia				X	
	Claridad				X	
	Escala				X	
	Relevancia					X
3. Datos de la vivienda	Coherencia					X
	Claridad					X
	Escala				X	
	Relevancia					X
4. Datos del hogar	Coherencia				X	
	Claridad				X	
	Escala					X
	Relevancia				X	
5. Conocimiento y capacitaciones sobre desastres	Coherencia					X
	Claridad					X
	Escala				X	
	Relevancia					X
Cuento de marcas (Realice el conteo en cada una de las categorías de la escala)					10	10
		A	B	C	D	E

$$\text{Coeficiente de validez} = \frac{1xA + 2xB + 3xC + 4xD + 5xE}{100}$$

V. CALIFICACIÓN GLOBAL (Coloque el resultado del coeficiente de validez en la columna "Calificación")

CATEGORÍA	INTERVALO	Calificación
Desaprobado	[0.00 – 0.60]	0.90
Observado	<0.60 – 0.70]	
Aprobado	<0.70 – 1.00]	



Firma del experto
DNI: 20117452

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

JUCIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres del revisor: Moreno Tapia Marco Andrés
 1.2. Título o profesión: Ing. Geógrafo
 1.3. Áreas de experiencia profesional: Gestión del Riesgo de Desastres – Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales
 1.4. Nombre del instrumento validado: Encuesta para la Determinación de los niveles de vulnerabilidad ante inundación fluvial en la ciudad de Satipo.

II. INDICADORES

COHERENCIA	El ítem mide alguna variable/categoría presente en la metodología
CLARIDAD	El ítem es claro (no genera confusión o contradicciones)
ESCALA	El ítem puede ser respondido de acuerdo a la escala que presenta el instrumento
RELEVANCIA	El ítem es relevante para cumplir con las preguntas y objetivos de la investigación

III. ESCALA DE VALORES

1= Inaceptable 2=Deficiente 3=Regular 4=Bueno 5=Excelente

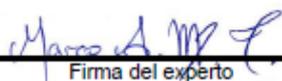
IV. ASPECTO DE LA VALIDACIÓN (Marque con una X)

CONTENIDO		EVALUACIÓN				
ITEM	INDICADORES	1	2	3	4	5
1. Datos del entrevistado	Coherencia					X
	Claridad					X
	Escala				X	
	Relevancia					X
2. Datos del centro poblacional	Coherencia				X	
	Claridad					X
	Escala				X	
	Relevancia					X
3. Datos de la vivienda	Coherencia					X
	Claridad					X
	Escala					X
	Relevancia					X
4. Datos del hogar	Coherencia					X
	Claridad					X
	Escala					X
	Relevancia					X
5. Conocimiento y capacitaciones sobre desastres	Coherencia					X
	Claridad					X
	Escala					X
	Relevancia					X
Conteo de marcas (Realice el conteo en cada una de las categorías de la escala)		-	-	-	3	17
		A	B	C	D	E

$$\text{Coeficiente de validez} = \frac{1xA + 2xB + 3xC + 4xD + 5xE}{100}$$

V. CALIFICACIÓN GLOBAL (Coloque el resultado del coeficiente de validez en la columna "Calificación")

CATEGORÍA	INTERVALO	Calificación
Desaprobado	[0.00 – 0.60]	0.97
Observado	<0.60 – 0.70]	
Aprobado	<0.70 – 1.00]	


 Firma del experto
 DNI: 44583626

La validez de los formatos de encuestas por el método de Juicio de Expertos se determina empleando del Coeficiente de Validez de Contenido Total (Hernández-Nieto, 2002).

$$CVCt = \frac{\sum CVCtc}{N} = \sum \left[\left[\frac{\sum xi}{J} \right] - Pei \right] \left(\frac{1}{N} \right)$$

Donde:

N = Número total de ítems del instrumento de recolección de datos

$\sum xi$ = Sumatoria de puntajes asignados por cada juez a cada uno de los ítems

Vmx = Valor máximo de la escala utilizada por los jueces

Pei = Probabilidad de error por cada ítem

J = Número de jueces asignando puntajes a cada ítem

Ítem	Jueces			$\sum xi$	Mx	CVCi	Pei	CVCtc
	Alata	Aguirre	Moreno					
1	20	18	19	57	2.85	0.95	0.04	0.91
2	20	17	18	55	2.75	0.92	0.04	0.88
3	20	19	20	59	2.95	0.98	0.04	0.95
4	20	17	20	57	2.85	0.95	0.04	0.91
5	14	19	20	53	2.65	0.88	0.04	0.85

$$CVCt = \frac{(0.91 + 0.88 + 0.95 + 0.91 + 0.85)}{5}$$

$$CVCt = 0.90$$

Calificación de la encuesta por Juicio de Expertos:

CATEGORÍA	INTERVALO	Calificación
Desaprobado	[0.00 – 0.60]	0.90
Observado	<0.60 – 0.70]	
Aprobado	<0.70 – 1.00]	

Confiabilidad del Instrumento

ID	p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7	p8	p9	p10	p11	p12	p13	p14
E1	5.00	2.00	2.00	4.00	3.00	1.00	6.00	1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	2.00	5.00
E2	5.00	2.00	1.00	4.00	2.00	5.00	6.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00
E3	2.00	1.00	1.00	4.00	2.00	5.00	6.00	1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	5.00
E4	5.00	2.00	1.00	4.00	1.00	6.00	6.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00
E5	5.00	2.00	1.00	4.00	2.00	1.00	6.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00
E6	5.00	2.00	2.00	4.00	3.00	5.00	6.00	1.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.00	5.00
E7	5.00	1.00	1.00	4.00	1.00	5.00	5.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	2.00
E8	5.00	2.00	2.00	4.00	3.00	6.00	6.00	2.00	2.00	2.00	3.00	1.00	1.00	5.00
E9	2.00	1.00	1.00	3.00	1.00	5.00	6.00	1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00
E10	5.00	1.00	1.00	4.00	2.00	1.00	6.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00
E11	2.00	3.00	1.00	4.00	1.00	5.00	6.00	1.00	5.00	1.00	3.00	1.00	5.00	5.00
E12	2.00	2.00	2.00	4.00	1.00	5.00	6.00	1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00
E13	5.00	2.00	2.00	4.00	2.00	6.00	6.00	1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	5.00
E14	5.00	2.00	2.00	4.00	2.00	1.00	6.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E15	5.00	2.00	2.00	4.00	3.00	1.00	6.00	1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	2.00	5.00
E16	4.00	3.00	1.00	5.00	1.00	5.00	6.00	2.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	5.00
E17	4.00	2.00	1.00	4.00	1.00	6.00	6.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	5.00
E18	2.00	4.00	1.00	3.00	1.00	5.00	6.00	2.00	1.00	2.00	3.00	2.00	2.00	3.00
E19	5.00	1.00	1.00	4.00	2.00	1.00	6.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00
E20	5.00	3.00	1.00	4.00	2.00	4.00	6.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	5.00
E21	2.00	1.00	1.00	3.00	1.00	5.00	6.00	1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00
E22	5.00	2.00	2.00	4.00	1.00	1.00	6.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E23	2.00	2.00	1.00	4.00	1.00	1.00	6.00	1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	5.00
E24	5.00	4.00	2.00	3.00	2.00	5.00	6.00	1.00	2.00	1.00	2.00	1.00	2.00	5.00
E25	2.00	2.00	1.00	3.00	3.00	5.00	6.00	1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00
E26	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	6.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E27	5.00	1.00	1.00	4.00	3.00	6.00	6.00	2.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	4.00
E28	2.00	2.00	1.00	4.00	1.00	5.00	6.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	3.00
E29	2.00	2.00	1.00	4.00	1.00	6.00	6.00	1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00
E30	2.00	1.00	1.00	3.00	1.00	5.00	6.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Resumen del procesamiento de los casos

		N	%
Casos	Válidos	30	100,0
	Excluidos	0	,0
	Total	30	100,0

Estadísticos de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
,607	14

Anexo 3 – Consentimiento informado

Consentimiento Informado de la Municipalidad Provincial de Satipo

Durante la fase de campo de la presente investigación, se acudió a la Gerencia de Desarrollo Urbano e Infraestructura de la Municipalidad Provincial de Satipo con la finalidad de solicitar información catastral de la ciudad de Satipo y a la vez informar sobre la realización de “Encuestas para la determinación de los niveles de vulnerabilidad ante inundación fluvial” dirigido a la población potencialmente afectada ante el acontecimiento de una inundación provocada por el desborde del Río Satipo.

En ese sentido, los funcionarios de la Municipalidad Provincial de Satipo proporcionaron la información catastral actualizada de la ciudad y la conformidad para que ejecute la encuesta a la población.



Consentimiento Informado de la población de Satipo

Previo al inicio de la encuesta, se siguió el procedimiento del consentimiento informado, por lo cual, a cada participante se le informó lo siguiente:

- Título del proyecto
- Objetivo de la investigación
- Criterio de selección

Así mismo, se les indicó que su participación es totalmente voluntaria y la información que proporcione será usada únicamente para los fines de la presente investigación.

Es así que, existió predisposición de la mayoría de la población por participar en la “Encuesta para la determinación de los niveles de vulnerabilidad ante inundación fluvial en la ciudad de Satipo”; motivo por el cual, los pobladores que dieron su consentimiento para participar en el presente estudio proporcionaron sus datos personales y respondieron las preguntas de la encuesta en mención.



Anexo 4 – Data meteorológica

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

DIRECCION DE REDES DE OBSERVACION Y DATOS

ESTACION : PICHANAKI / 000476 / DZ-11 LAT. : 10° 56' "S" DPTO. : JUNIN
 PARAMETRO : PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm) LONG. : 74° 52' "W" PROV. : CHANCHAMAYO
 ALT. : 497 msnm DIST. : PICHANAQUI

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
2000	78.9	65.0	50.6	28.0	32.0	15.0	26.0	21.2	36.6	28.0	22.7	35.0
2001	50.2	43.1	36.5	32.6	5.5	7.7	29.3	14.6	36.1	9.3	20.0	42.1
2002	57.1	60.2	56.0	18.1	11.1	7.2	27.7	11.2	34.5	40.9	S/D	97.9
2003	56.0	23.8	54.4	32.0	73.0	15.6	41.4	33.8	10.8	43.2	44.3	68.5
2004	25.7	44.7	52.5	18.3	57.2	10.9	45.7	12.2	7.5	41.6	40.5	53.6
2005	104.8	80.3	39.4	34.7	7.2	23.5	11.9	S/D	26.0	77.8	58.4	S/D
2006	33.2	28.4	35.0	30.5	25.0	4.1	25.6	7.6	29.5	S/D	27.2	66.4
2007	68.8	48.2	55.0	34.7	27.0	0.0	6.0	18.9	34.7	25.8	22.7	33.4
2008	38.0	107.2	25.6	30.7	3.7	7.4	16.8	5.8	11.9	23.0	44.4	31.7
2009	45.8	51.9	26.6	63.0	19.4	31.7	62.2	24.0	66.6	26.5	19.3	71.8
2010	77.4	42.1	20.6	23.7	25.2	12.0	0.7	25.9	S/D	S/D	S/D	61.1
2011	45.6	52.2	S/D	35.6	19.3	12.7	34.0	81.0	20.0	S/D	22.5	56.2
2012	56.5	63.8	27.8	25.5	18.7	6.6	16.2	16.0	14.4	7.7	48.3	72.3
2013	41.0	51.7	64.7	11.6	34.0	33.2	3.7	21.2	35.4	41.2	57.1	65.1

S/D= Sin Dato

INFORMACIÓN PREPARADA PARA: JORGE JEAN PIERRE PINTADO PILOCO
 LIMA, 01 de Julio de 2021

N° PRES / SOLIC. PROC. 202106000055/202106000044 N° IMPRESION: 8381

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ



DIRECCION DE REDES DE OBSERVACION Y DATOS

ESTACION: PICHANAQUI / 000476 / DZ-11

LAT: 10° 56' "S"

DPTO.: JUNIN

PARAMETRO: PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

LONG: 74° 52' "W"

PROV.: CHANCHAMAYO

ALT.: 497 msnm

DIST.: PICHANAQUI

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
2014	56.9	40.1	38.4	26.5	31.0	36.7	18.5	18.6	47.1	37.2	21.7	48.8
2015	S/D	41.2	34.2	19.3	29.4	11.5	11.4	28.5	23.5	S/D	39.2	34.6
2016	51.5	35.7	42.8	5.6	13.4	8.6	21.8	12.8	38.5	S/D	S/D	91.7
2019	69.9	S/D	36.0	35.3	42.7	15.0	16.6	20.5	11.0	52.4	29.4	54.3
2020	68.2	78.4	S/D	S/D	S/D	S/D	6.8	3.4	S/D	S/D	S/D	S/D



S/D= Sin Dato

INFORMACIÓN PREPARADA PARA: JORGE JEAN PIERRE PINTADO PILOO

LIMA, 01 de Julio de 2021

N° PRES / SOLIC. PROC. 20210600055/20210600044 - N° IMPRESION: 8382

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ



DIRECCION DE REDES DE OBSERVACION Y DATOS

ESTACION: SATIPO / 000571 / DZ-11

PARAMETRO: PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

LAT: 11° 13' "S"

DPTO.: JUNIN

LONG: 74° 36' "W"

PROV.: SATIPO

ALT: 577 msnm

DIST.: SATIPO

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
2000	38.7	34.8	45.7	36.5	40.0	10.7	11.1	25.3	30.9	20.5	35.6	28.7
2001	20.7	59.0	53.8	51.9	14.2	8.4	53.4	30.9	41.6	89.7	57.0	60.6
2002	48.7	48.1	32.1	20.8	28.6	2.1	63.8	41.3	40.4	54.6	41.5	36.9
2003	71.9	23.4	62.3	19.0	43.7	71.6	34.0	18.5	57.1	27.8	38.0	28.2
2004	81.5	55.5	25.6	63.7	45.5	15.5	49.5	40.0	24.4	27.7	55.5	43.9
2005	19.4	63.2	41.0	53.7	5.8	9.0	28.8	34.4	13.2	59.6	82.8	46.5
2006	61.2	40.4	22.6	21.7	17.5	52.3	10.5	32.6	S/D	68.7	27.2	55.9
2007	59.7	22.8	47.0	17.6	21.8	34.4	36.3	37.7	32.0	52.2	28.0	83.4
2008	37.5	69.8	38.7	61.5	24.1	12.4	26.3	18.5	40.0	36.0	34.4	53.7
2009	35.3	63.7	34.4	40.4	47.4	25.5	35.0	7.0	61.5	100.9	36.1	57.2
2010	73.2	67.3	43.1	35.7	11.9	57.6	26.2	21.0	12.7	29.2	33.9	54.5
2011	54.9	36.9	16.4	67.3	36.4	24.7	36.1	33.9	36.3	82.8	55.4	36.3
2012	47.8	63.4	87.9	43.8	15.9	29.0	8.6	13.7	16.2	42.5	29.3	47.4
2013	31.6	86.8	43.1	23.6	13.4	38.6	7.4	71.5	30.5	34.1	27.8	37.5

S/D= Sin Dato

INFORMACIÓN PREPARADA PARA: JORGE JEAN PIERRE PINTADO PILCO
LIMA, 01 de Julio de 2021

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ



DIRECCION DE REDES DE OBSERVACION Y DATOS

ESTACION SATIPO / 000571 / DZ-11

LAT: 11° 13' "S"

DPTO.: JUNIN

PARAMETRO : PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

LONG: 74° 36' "W"

PROV.: SATIPO

ALT.: 577 msnm

DIST.: SATIPO

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
2014	34.6	34.4	28.5	44.2	29.6	32.8	19.3	22.1	44.3	34.6	62.3	47.1
2015	76.1	35.1	52.0	67.6	21.7	8.1	17.0	19.8	32.2	50.2	59.3	24.1
2016	30.9	38.4	19.9	18.1	1.9	11.7	19.0	S/D	27.6	56.7	32.9	53.5
2017	49.7	40.4	55.0	48.6	74.9	38.4	13.5	24.2	42.3	57.7	54.1	65.3
2018	44.5	62.4	32.2	41.2	15.4	40.7	27.5	27.8	23.6	62.0	50.0	53.8
2019	57.6	43.6	52.2	17.3	19.5	7.5	43.7	6.4	10.9	45.8	44.2	63.0
2020	33.2	37.3	83.2	49.7	59.0	29.2	6.8	39.6	22.0	30.0	9.1	23.9

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

INFORMACION PREPARADA PARA: JORGE JEAN PIERRE PINTADO PILOCO
LIMA, 01 de Julio de 2021

N° PRES / SOLIC. PROC. 20210600055/20210600044 - N° IMPRESION 8384

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ



DIRECCION DE REDES DE OBSERVACION Y DATOS

ESTACION: RUNATULLU / 005232 / DZ-11

LAT.: 11° 37' "S"

DPTO.: JUNIN

PARAMETRO: PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

LONG.: 75° 0' "W"

PROV.: CONCEPCION

ALT.: 3473 msnm

DIST.: COMAS

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
2001	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	6.3	18.4	10.5	4.3	11.6	8.5	15.0
2002	13.5	20.2	16.8	12.0	15.5	11.8	31.0	5.8	21.5	20.3	S/D	20.5
2003	23.2	17.0	22.9	11.6	11.0	4.0	11.0	11.5	18.0	11.8	8.4	18.2
2004	16.0	24.5	21.0	13.6	21.8	S/D	15.2	12.5	8.8	17.4	24.2	14.7
2005	9.6	12.2	20.6	5.6	5.3	4.6	13.7	8.4	20.7	S/D	10.2	18.6
2006	18.8	24.1	16.0	14.3	4.5	11.3	5.5	7.4	7.4	S/D	S/D	23.2
2007	14.2	22.2	23.0	11.3	23.0	3.0	13.0	10.7	10.3	12.5	20.3	11.0
2008	17.7	27.3	21.1	11.5	9.8	7.0	3.8	7.3	11.5	10.9	10.2	17.2
2009	20.5	22.5	15.4	16.6	11.5	4.8	16.4	8.1	10.0	16.4	19.1	19.6
2010	27.0	28.7	26.0	12.7	7.2	3.0	6.2	7.5	S/D	S/D	S/D	S/D
2011	20.0	15.4	22.3	11.5	14.0	11.1	10.0	12.5	11.2	23.4	9.3	29.6
2012	12.3	22.9	21.4	16.5	5.7	8.2	9.4	13.8	12.6	18.4	10.4	27.0
2013	S/D	22.8	23.2	11.4	12.0	7.1	7.2	15.8	10.6	15.7	18.2	18.2
2014	30.3	17.0	25.1	31.0	9.8	4.0	6.3	6.5	13.8	19.9	19.8	21.9

S/D= Sin Dato

INFORMACIÓN PREPARADA PARA: JORGE JEAN PIERRE PINTADO PILCO
LIMA, 01 de Julio de 2021

N° PRES / SOLIC. PROC: 20210600055/20210600044 N° IMPRESION: 8385

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ



DIRECCION DE REDES DE OBSERVACION Y DATOS

ESTACION : RUNATULLO / 005232 / DZ-11

LAT : 11° 37' "S" DPTO : JUNIN

PARAMETRO : PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

LONG : 75° 0' "W" PROV : CONCEPCION

ALT : 3473 msnm DIST : COMAS

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
2016	27.2	25.8	S/D	9.5	7.5	10.8	8.1	9.9	15.5	19.7	34.8	25.5
2017	32.2	33.0	21.6	10.2	17.4	7.2	S/D	S/D	14.6	20.6	20.7	S/D
2018	21.1	23.9	21.8	19.6	2.3	22.0	22.8	13.3	S/D	S/D	S/D	S/D
2019	19.1	34.6	25.1	8.0	30.8	3.7	26.1	0.6	9.1	13.2	19.3	38.2
2020	22.6	29.9	S/D	S/D	S/D	S/D	14.2	5.8	S/D	S/D	S/D	S/D



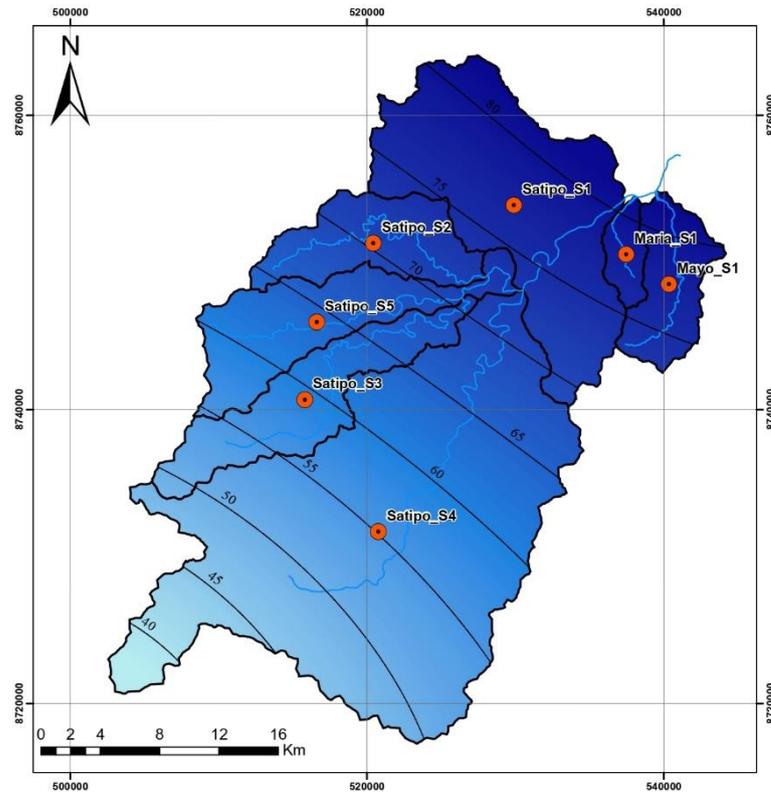
S/D= Sin Dato

INFORMACIÓN PREPARADA PARA: JORGE JEAN PIERRE PINTADO PILCO
LIMA, 01 de Julio de 2021

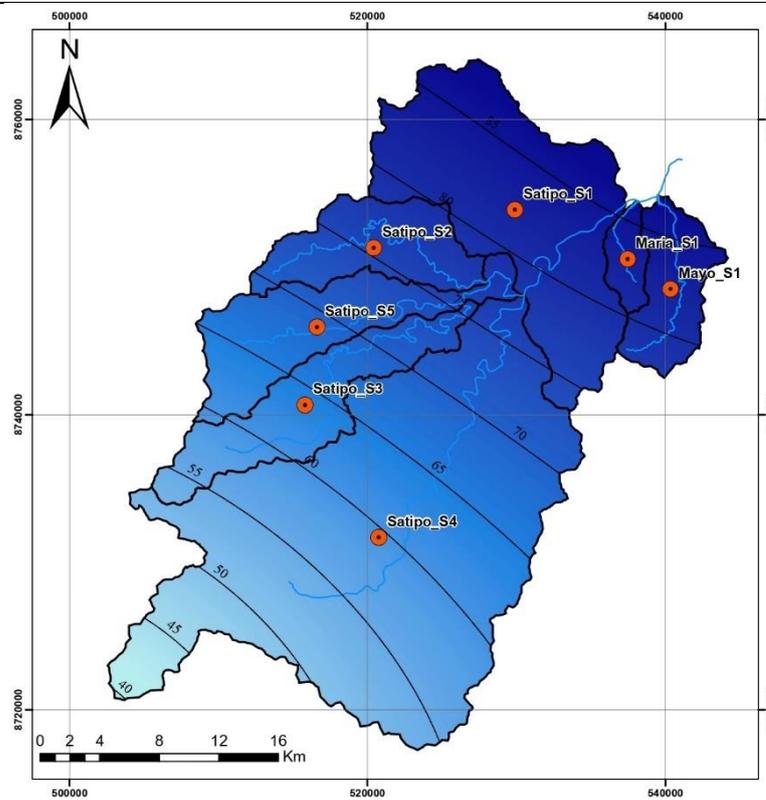
N° PRES / SOLIC. PROC: 2021060005520210600044 N° IMPRESION: 8386

Anexo 5 – Mapa de isoyetas

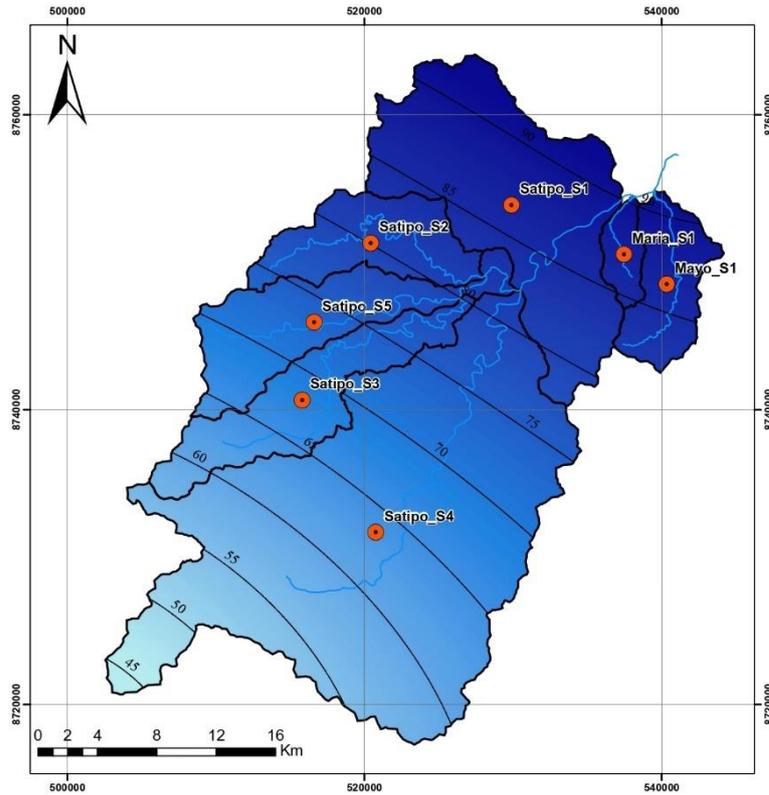
Tiempo de retorno = 05 años



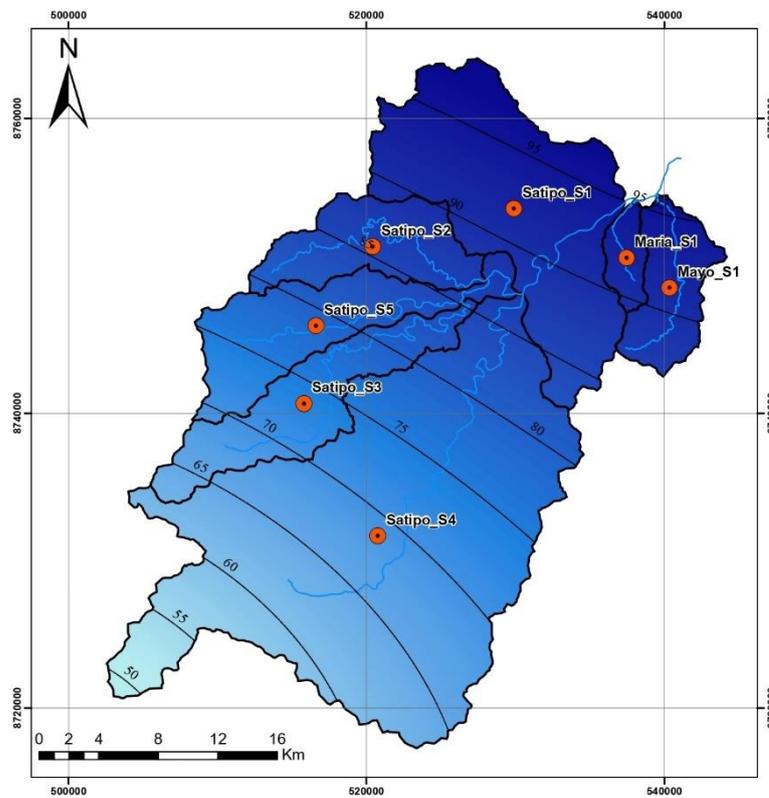
Tiempo de retorno = 10 años



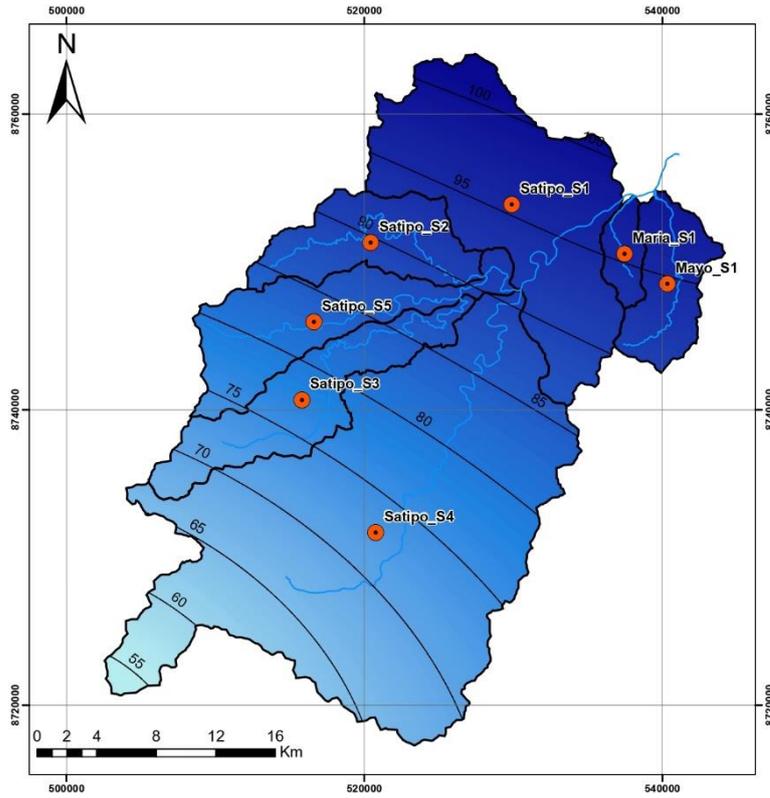
Tiempo de retorno = 20 años



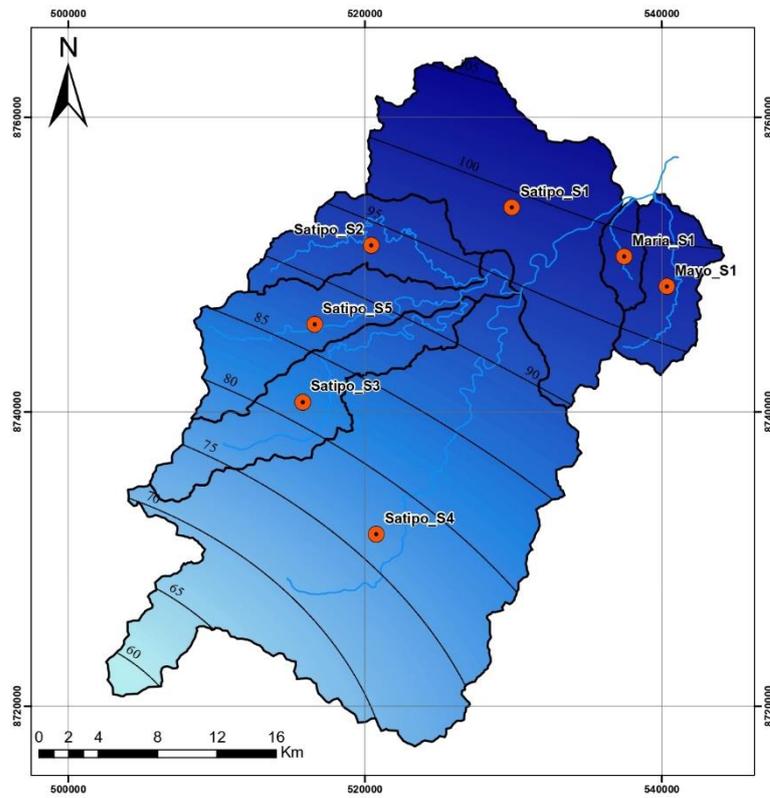
Tiempo de retorno = 50 años



Tiempo de retorno = 100 años



Tiempo de retorno = 200 años



Anexo 6 – Precipitaciones máximas para diferentes duraciones

Duración (min)	SATIPO_S1						SATIPO_S2					
	Pd						Pd					
	5	10	20	50	100	200	5	10	20	50	100	200
60	34.85	37.18	39.18	41.55	43.21	44.78	31.80	34.12	36.18	38.69	40.49	42.25
120	41.45	44.21	46.60	49.41	51.38	53.25	37.81	40.58	43.03	46.01	48.15	50.24
180	45.87	48.93	51.57	54.69	56.86	58.93	41.85	44.91	47.62	50.92	53.29	55.60
240	49.29	52.58	55.42	58.76	61.10	63.33	44.97	48.26	51.17	54.71	57.26	59.75
300	52.12	55.60	58.59	62.13	64.61	66.96	47.55	51.03	54.11	57.85	60.55	63.18
360	54.55	58.19	61.33	65.03	67.62	70.08	49.77	53.41	56.63	60.55	63.37	66.12
420	56.69	60.47	63.74	67.59	70.28	72.83	51.72	55.51	58.86	62.93	65.86	68.72
480	58.61	62.53	65.90	69.88	72.66	75.31	53.48	57.39	60.86	65.06	68.10	71.05
540	60.37	64.40	67.87	71.97	74.83	77.56	55.08	59.11	62.67	67.01	70.13	73.18
600	61.98	66.11	69.68	73.89	76.83	79.63	56.55	60.68	64.35	68.80	72.00	75.13
660	63.47	67.71	71.36	75.67	78.68	81.55	57.91	62.15	65.90	70.46	73.74	76.94
720	64.87	69.20	72.93	77.34	80.41	83.34	59.18	63.51	67.35	72.01	75.36	78.63
780	66.18	70.60	74.41	78.90	82.04	85.03	60.38	64.80	68.71	73.46	76.88	80.22
840	67.42	71.92	75.80	80.38	83.57	86.62	61.51	66.01	69.99	74.84	78.32	81.72
900	68.59	73.17	77.12	81.77	85.03	88.12	62.58	67.16	71.21	76.14	79.68	83.14
960	69.70	74.36	78.37	83.10	86.41	89.56	63.60	68.25	72.37	77.38	80.98	84.50
1020	70.77	75.49	79.57	84.37	87.73	90.92	64.57	69.29	73.47	78.56	82.22	85.79
1080	71.79	76.58	80.71	85.59	88.99	92.23	65.50	70.29	74.53	79.69	83.40	87.02
1140	72.76	77.62	81.81	86.75	90.20	93.49	66.39	71.25	75.55	80.77	84.54	88.21
1200	73.70	78.62	82.87	87.87	91.37	94.69	67.24	72.16	76.52	81.81	85.63	89.34
1260	74.61	79.59	83.88	88.95	92.49	95.86	68.07	73.05	77.46	82.82	86.68	90.44
1320	75.48	80.52	84.86	89.99	93.57	96.98	68.87	73.90	78.37	83.79	87.69	91.50
1380	76.32	81.42	85.81	91.00	94.62	98.06	69.64	74.73	79.24	84.72	88.67	92.52
1440	77.14	82.29	86.73	91.97	95.63	99.11	70.38	75.53	80.09	85.63	89.62	93.51

Duración (min)	SATIPO_S3						SATIPO_S4					
	Pd						Pd					
	5	10	20	50	100	200	5	10	20	50	100	200
60	26.73	28.81	30.74	33.18	35.00	36.84	24.91	26.86	28.68	31.03	32.82	34.64
120	31.79	34.26	36.55	39.45	41.62	43.81	29.63	31.94	34.11	36.91	39.03	41.20
180	35.18	37.92	40.45	43.66	46.06	48.48	32.79	35.35	37.75	40.84	43.20	45.59
240	37.80	40.75	43.47	46.92	49.50	52.10	35.23	37.99	40.56	43.89	46.42	48.99
300	39.97	43.08	45.96	49.61	52.34	55.09	37.25	40.16	42.89	46.41	49.08	51.81
360	41.83	45.09	48.10	51.92	54.78	57.66	38.99	42.04	44.89	48.57	51.37	54.22
420	43.48	46.86	49.99	53.96	56.93	59.92	40.52	43.69	46.65	50.48	53.39	56.35
480	44.95	48.45	51.69	55.79	58.86	61.96	41.90	45.17	48.23	52.19	55.20	58.26
540	46.30	49.90	53.24	57.46	60.62	63.81	43.15	46.52	49.68	53.75	56.85	60.01
600	47.53	51.23	54.66	59.00	62.24	65.51	44.30	47.76	51.00	55.19	58.37	61.61
660	48.68	52.47	55.98	60.42	63.74	67.09	45.37	48.92	52.23	56.52	59.78	63.09
720	49.75	53.62	57.21	61.75	65.14	68.57	46.37	49.99	53.38	57.76	61.09	64.48
780	50.75	54.71	58.36	63.00	66.46	69.95	47.30	51.00	54.46	58.93	62.33	65.78
840	51.70	55.73	59.45	64.17	67.70	71.26	48.19	51.96	55.48	60.03	63.49	67.01
900	52.60	56.70	60.49	65.29	68.88	72.50	49.03	52.86	56.44	61.08	64.60	68.18
960	53.46	57.62	61.47	66.35	70.00	73.68	49.82	53.72	57.36	62.07	65.65	69.29
1020	54.27	58.50	62.41	67.36	71.07	74.80	50.59	54.54	58.24	63.02	66.65	70.35
1080	55.05	59.34	63.31	68.33	72.09	75.88	51.31	55.32	59.07	63.92	67.61	71.36
1140	55.80	60.15	64.17	69.26	73.08	76.91	52.01	56.08	59.88	64.79	68.53	72.33
1200	56.52	60.93	65.00	70.16	74.02	77.91	52.68	56.80	60.65	65.63	69.41	73.26
1260	57.22	61.68	65.80	71.02	74.93	78.86	53.33	57.50	61.40	66.43	70.26	74.16
1320	57.89	62.40	66.57	71.85	75.80	79.79	53.95	58.17	62.11	67.21	71.09	75.03
1380	58.53	63.10	67.31	72.65	76.65	80.68	54.56	58.82	62.81	67.96	71.88	75.87
1440	59.16	63.77	68.03	73.43	77.47	81.54	55.14	59.45	63.48	68.69	72.65	76.68

Duración (min)	SATIPO_S5						MARIA_S1					
	Pd						Pd					
	5	10	20	50	100	200	5	10	20	50	100	200
60	28.92	31.12	33.12	35.61	37.44	39.25	35.30	37.52	39.41	41.61	43.14	44.58
120	34.39	37.01	39.38	42.34	44.52	46.68	41.98	44.62	46.86	49.48	51.30	53.01
180	38.05	40.96	43.58	46.86	49.27	51.66	46.46	49.38	51.86	54.76	56.77	58.67
240	40.89	44.01	46.83	50.36	52.94	55.51	49.93	53.06	55.73	58.85	61.01	63.04
300	43.24	46.54	49.52	53.24	55.98	58.70	52.79	56.10	58.93	62.22	64.51	66.66
360	45.25	48.71	51.83	55.73	58.59	61.43	55.25	58.72	61.67	65.12	67.51	69.77
420	47.03	50.62	53.87	57.92	60.89	63.85	57.42	61.03	64.10	67.68	70.17	72.51
480	48.63	52.34	55.70	59.88	62.96	66.01	59.37	63.10	66.27	69.98	72.55	74.97
540	50.08	53.90	57.36	61.67	64.84	67.99	61.15	64.98	68.25	72.07	74.72	77.21
600	51.42	55.34	58.89	63.32	66.57	69.80	62.78	66.72	70.08	74.00	76.71	79.27
660	52.66	56.67	60.31	64.85	68.18	71.49	64.29	68.33	71.76	75.78	78.56	81.19
720	53.82	57.92	61.64	66.27	69.68	73.06	65.71	69.83	73.34	77.45	80.29	82.97
780	54.91	59.09	62.88	67.61	71.08	74.53	67.04	71.24	74.83	79.01	81.91	84.65
840	55.93	60.20	64.06	68.87	72.41	75.93	68.29	72.57	76.22	80.49	83.44	86.23
900	56.90	61.24	65.17	70.07	73.67	77.25	69.48	73.83	77.55	81.89	84.90	87.73
960	57.83	62.24	66.23	71.21	74.87	78.50	70.61	75.04	78.81	83.22	86.28	89.16
1020	58.71	63.19	67.25	72.30	76.02	79.70	71.69	76.18	80.02	84.49	87.59	90.52
1080	59.56	64.10	68.21	73.34	77.11	80.85	72.72	77.28	81.17	85.71	88.85	91.82
1140	60.37	64.97	69.14	74.34	78.16	81.95	73.71	78.33	82.27	86.88	90.06	93.07
1200	61.15	65.81	70.03	75.30	79.17	83.01	74.66	79.34	83.33	88.00	91.23	94.27
1260	61.90	66.62	70.89	76.22	80.14	84.03	75.57	80.31	84.36	89.08	92.35	95.43
1320	62.62	67.40	71.72	77.11	81.08	85.01	76.46	81.25	85.34	90.12	93.43	96.55
1380	63.32	68.15	72.52	77.98	81.98	85.96	77.31	82.16	86.30	91.13	94.47	97.63
1440	64.00	68.88	73.30	78.81	82.86	86.88	78.14	83.04	87.22	92.10	95.48	98.67

Duración (min)	MAYO_S1					
	Pd					
	5	10	20	50	100	200
60	35.03	37.21	39.07	41.25	42.75	44.19
120	41.66	44.25	46.46	49.05	50.84	52.55
180	46.10	48.97	51.42	54.29	56.27	58.15
240	49.54	52.62	55.26	58.34	60.46	62.49
300	52.38	55.64	58.43	61.68	63.93	66.07
360	54.82	58.24	61.15	64.56	66.91	69.16
420	56.98	60.53	63.55	67.10	69.54	71.87
480	58.91	62.58	65.71	69.37	71.90	74.31
540	60.67	64.45	67.67	71.45	74.05	76.53
600	62.29	66.17	69.48	73.35	76.03	78.58
660	63.79	67.77	71.16	75.12	77.86	80.47
720	65.19	69.26	72.72	76.77	79.57	82.24
780	66.51	70.66	74.19	78.33	81.18	83.90
840	67.76	71.98	75.58	79.79	82.70	85.47
900	68.94	73.23	76.89	81.18	84.14	86.96
960	70.06	74.42	78.14	82.50	85.51	88.37
1020	71.13	75.56	79.34	83.76	86.81	89.72
1080	72.15	76.64	80.48	84.96	88.06	91.01
1140	73.13	77.69	81.57	86.12	89.26	92.25
1200	74.08	78.69	82.63	87.23	90.41	93.44
1260	74.98	79.66	83.64	88.30	91.52	94.59
1320	75.86	80.59	84.62	89.34	92.59	95.70
1380	76.71	81.49	85.56	90.33	93.63	96.76
1440	77.53	82.36	86.48	91.30	94.63	97.80

Anexo 7 – Intensidades para diferentes duraciones

Duración (min)	SATIPO_S1						SATIPO_S2					
	Intensidad máxima						Intensidad máxima					
	5	10	20	50	100	200	5	10	20	50	100	200
60	34.85	37.18	39.18	41.55	43.21	44.78	31.80	34.12	36.18	38.69	40.49	42.25
120	20.72	22.11	23.30	24.71	25.69	26.63	18.91	20.29	21.52	23.00	24.08	25.12
180	15.29	16.31	17.19	18.23	18.95	19.64	13.95	14.97	15.87	16.97	17.76	18.53
240	12.32	13.14	13.85	14.69	15.28	15.83	11.24	12.06	12.79	13.68	14.32	14.94
300	10.42	11.12	11.72	12.43	12.92	13.39	9.51	10.21	10.82	11.57	12.11	12.64
360	9.09	9.70	10.22	10.84	11.27	11.68	8.29	8.90	9.44	10.09	10.56	11.02
420	8.10	8.64	9.11	9.66	10.04	10.40	7.39	7.93	8.41	8.99	9.41	9.82
480	7.33	7.82	8.24	8.74	9.08	9.41	6.68	7.17	7.61	8.13	8.51	8.88
540	6.71	7.16	7.54	8.00	8.31	8.62	6.12	6.57	6.96	7.45	7.79	8.13
600	6.20	6.61	6.97	7.39	7.68	7.96	5.65	6.07	6.43	6.88	7.20	7.51
660	5.77	6.16	6.49	6.88	7.15	7.41	5.26	5.65	5.99	6.41	6.70	6.99
720	5.41	5.77	6.08	6.44	6.70	6.95	4.93	5.29	5.61	6.00	6.28	6.55
780	5.09	5.43	5.72	6.07	6.31	6.54	4.64	4.98	5.29	5.65	5.91	6.17
840	4.82	5.14	5.41	5.74	5.97	6.19	4.39	4.71	5.00	5.35	5.59	5.84
900	4.57	4.88	5.14	5.45	5.67	5.87	4.17	4.48	4.75	5.08	5.31	5.54
960	4.36	4.65	4.90	5.19	5.40	5.60	3.97	4.27	4.52	4.84	5.06	5.28
1020	4.16	4.44	4.68	4.96	5.16	5.35	3.80	4.08	4.32	4.62	4.84	5.05
1080	3.99	4.25	4.48	4.75	4.94	5.12	3.64	3.90	4.14	4.43	4.63	4.83
1140	3.83	4.09	4.31	4.57	4.75	4.92	3.49	3.75	3.98	4.25	4.45	4.64
1200	3.69	3.93	4.14	4.39	4.57	4.73	3.36	3.61	3.83	4.09	4.28	4.47
1260	3.55	3.79	3.99	4.24	4.40	4.56	3.24	3.48	3.69	3.94	4.13	4.31
1320	3.43	3.66	3.86	4.09	4.25	4.41	3.13	3.36	3.56	3.81	3.99	4.16
1380	3.32	3.54	3.73	3.96	4.11	4.26	3.03	3.25	3.45	3.68	3.86	4.02
1440	3.21	3.43	3.61	3.83	3.98	4.13	2.93	3.15	3.34	3.57	3.73	3.90

Duración (min)	SATIPO_S1						SATIPO_S2					
	Intensidad máxima						Intensidad máxima					
	5	10	20	50	100	200	5	10	20	50	100	200
Duración (min)	SATIPO_S3						SATIPO_S4					
	Intensidad máxima						Intensidad máxima					
	5	10	20	50	100	200	5	10	20	50	100	200
60	26.73	28.81	30.74	33.18	35.00	36.84	24.91	26.86	28.68	31.03	32.82	34.64
120	15.89	17.13	18.28	19.73	20.81	21.91	14.81	15.97	17.05	18.45	19.52	20.60
180	11.73	12.64	13.48	14.55	15.35	16.16	10.93	11.78	12.58	13.61	14.40	15.20
240	9.45	10.19	10.87	11.73	12.37	13.02	8.81	9.50	10.14	10.97	11.60	12.25
300	7.99	8.62	9.19	9.92	10.47	11.02	7.45	8.03	8.58	9.28	9.82	10.36
360	6.97	7.52	8.02	8.65	9.13	9.61	6.50	7.01	7.48	8.10	8.56	9.04
420	6.21	6.69	7.14	7.71	8.13	8.56	5.79	6.24	6.66	7.21	7.63	8.05
480	5.62	6.06	6.46	6.97	7.36	7.74	5.24	5.65	6.03	6.52	6.90	7.28
540	5.14	5.54	5.92	6.38	6.74	7.09	4.79	5.17	5.52	5.97	6.32	6.67
600	4.75	5.12	5.47	5.90	6.22	6.55	4.43	4.78	5.10	5.52	5.84	6.16
660	4.43	4.77	5.09	5.49	5.79	6.10	4.12	4.45	4.75	5.14	5.43	5.74
720	4.15	4.47	4.77	5.15	5.43	5.71	3.86	4.17	4.45	4.81	5.09	5.37
780	3.90	4.21	4.49	4.85	5.11	5.38	3.64	3.92	4.19	4.53	4.79	5.06
840	3.69	3.98	4.25	4.58	4.84	5.09	3.44	3.71	3.96	4.29	4.54	4.79
900	3.51	3.78	4.03	4.35	4.59	4.83	3.27	3.52	3.76	4.07	4.31	4.55
960	3.34	3.60	3.84	4.15	4.38	4.60	3.11	3.36	3.59	3.88	4.10	4.33
1020	3.19	3.44	3.67	3.96	4.18	4.40	2.98	3.21	3.43	3.71	3.92	4.14
1080	3.06	3.30	3.52	3.80	4.01	4.22	2.85	3.07	3.28	3.55	3.76	3.96
1140	2.94	3.17	3.38	3.65	3.85	4.05	2.74	2.95	3.15	3.41	3.61	3.81
1200	2.83	3.05	3.25	3.51	3.70	3.90	2.63	2.84	3.03	3.28	3.47	3.66
1260	2.72	2.94	3.13	3.38	3.57	3.76	2.54	2.74	2.92	3.16	3.35	3.53
1320	2.63	2.84	3.03	3.27	3.45	3.63	2.45	2.64	2.82	3.06	3.23	3.41

Duración (min)	SATIPO_S1						SATIPO_S2					
	Intensidad máxima						Intensidad máxima					
	5	10	20	50	100	200	5	10	20	50	100	200
1380	2.54	2.74	2.93	3.16	3.33	3.51	2.37	2.56	2.73	2.95	3.13	3.30
1440	2.47	2.66	2.83	3.06	3.23	3.40	2.30	2.48	2.65	2.86	3.03	3.20

Duración (min)	SATIPO_S5						MARIA_S1					
	Intensidad máxima						Intensidad máxima					
	5	10	20	50	100	200	5	10	20	50	100	200
60	28.92	31.12	33.12	35.61	37.44	39.25	35.30	37.52	39.41	41.61	43.14	44.58
120	17.19	18.50	19.69	21.17	22.26	23.34	20.99	22.31	23.43	24.74	25.65	26.51
180	12.68	13.65	14.53	15.62	16.42	17.22	15.49	16.46	17.29	18.25	18.92	19.56
240	10.22	11.00	11.71	12.59	13.24	13.88	12.48	13.26	13.93	14.71	15.25	15.76
300	8.65	9.31	9.90	10.65	11.20	11.74	10.56	11.22	11.79	12.44	12.90	13.33
360	7.54	8.12	8.64	9.29	9.77	10.24	9.21	9.79	10.28	10.85	11.25	11.63
420	6.72	7.23	7.70	8.27	8.70	9.12	8.20	8.72	9.16	9.67	10.02	10.36
480	6.08	6.54	6.96	7.49	7.87	8.25	7.42	7.89	8.28	8.75	9.07	9.37
540	5.56	5.99	6.37	6.85	7.20	7.55	6.79	7.22	7.58	8.01	8.30	8.58
600	5.14	5.53	5.89	6.33	6.66	6.98	6.28	6.67	7.01	7.40	7.67	7.93
660	4.79	5.15	5.48	5.90	6.20	6.50	5.84	6.21	6.52	6.89	7.14	7.38
720	4.48	4.83	5.14	5.52	5.81	6.09	5.48	5.82	6.11	6.45	6.69	6.91
780	4.22	4.55	4.84	5.20	5.47	5.73	5.16	5.48	5.76	6.08	6.30	6.51
840	4.00	4.30	4.58	4.92	5.17	5.42	4.88	5.18	5.44	5.75	5.96	6.16
900	3.79	4.08	4.34	4.67	4.91	5.15	4.63	4.92	5.17	5.46	5.66	5.85
960	3.61	3.89	4.14	4.45	4.68	4.91	4.41	4.69	4.93	5.20	5.39	5.57
1020	3.45	3.72	3.96	4.25	4.47	4.69	4.22	4.48	4.71	4.97	5.15	5.32
1080	3.31	3.56	3.79	4.07	4.28	4.49	4.04	4.29	4.51	4.76	4.94	5.10

Duración (min)	SATIPO_S5						MARIA_S1					
	Intensidad máxima						Intensidad máxima					
	5	10	20	50	100	200	5	10	20	50	100	200
1140	3.18	3.42	3.64	3.91	4.11	4.31	3.88	4.12	4.33	4.57	4.74	4.90
1200	3.06	3.29	3.50	3.76	3.96	4.15	3.73	3.97	4.17	4.40	4.56	4.71
1260	2.95	3.17	3.38	3.63	3.82	4.00	3.60	3.82	4.02	4.24	4.40	4.54
1320	2.85	3.06	3.26	3.51	3.69	3.86	3.48	3.69	3.88	4.10	4.25	4.39
1380	2.75	2.96	3.15	3.39	3.56	3.74	3.36	3.57	3.75	3.96	4.11	4.24
1440	2.67	2.87	3.05	3.28	3.45	3.62	3.26	3.46	3.63	3.84	3.98	4.11

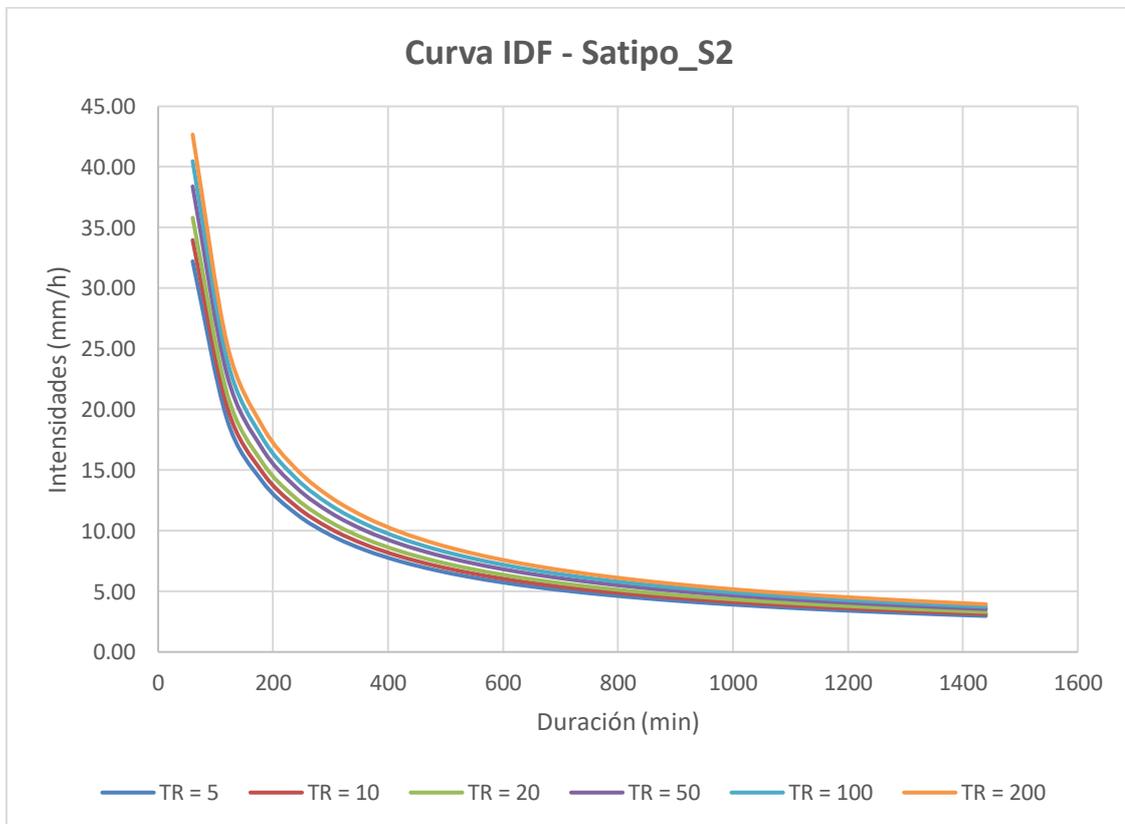
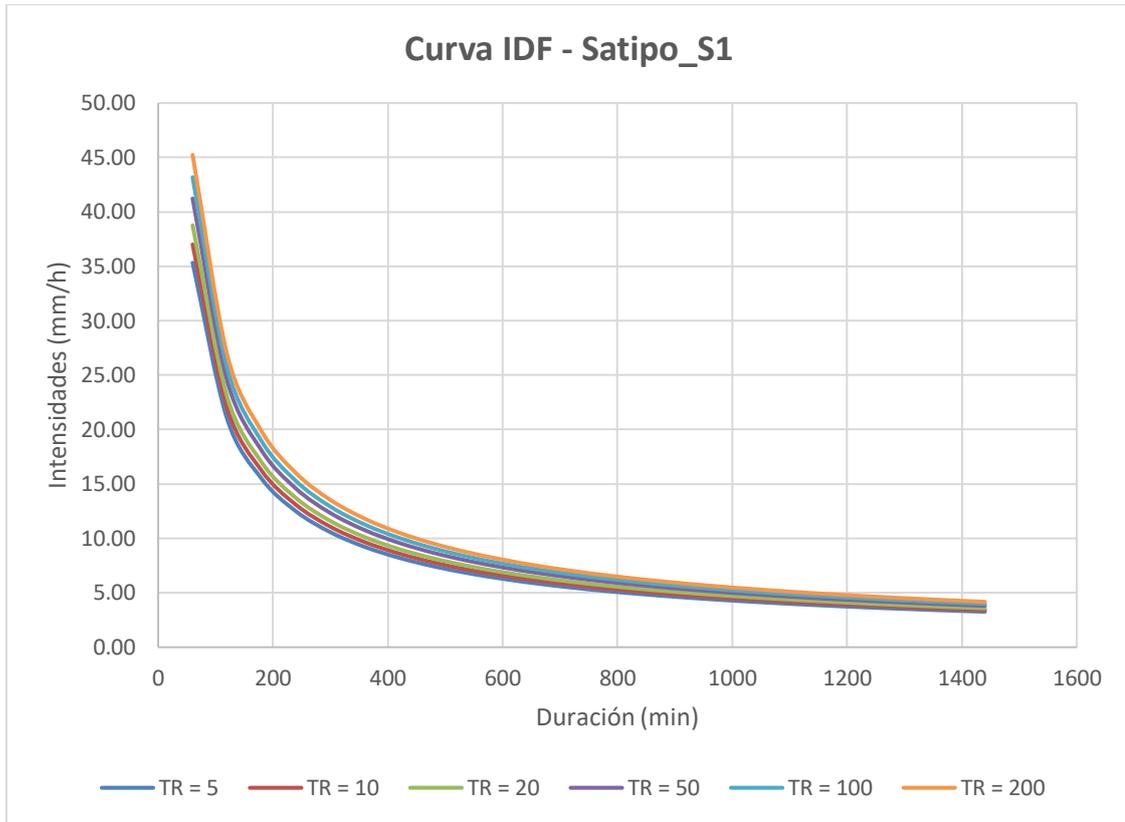
Duración (min)	MAYO_S1					
	Intensidad Máxima					
	5	10	20	50	100	200
60	35.03	37.21	39.07	41.25	42.75	44.19
120	20.83	22.13	23.23	24.53	25.42	26.27
180	15.37	16.32	17.14	18.10	18.76	19.38
240	12.38	13.16	13.81	14.58	15.12	15.62
300	10.48	11.13	11.69	12.34	12.79	13.21
360	9.14	9.71	10.19	10.76	11.15	11.53
420	8.14	8.65	9.08	9.59	9.93	10.27
480	7.36	7.82	8.21	8.67	8.99	9.29
540	6.74	7.16	7.52	7.94	8.23	8.50
600	6.23	6.62	6.95	7.34	7.60	7.86
660	5.80	6.16	6.47	6.83	7.08	7.32
720	5.43	5.77	6.06	6.40	6.63	6.85
780	5.12	5.44	5.71	6.03	6.24	6.45
840	4.84	5.14	5.40	5.70	5.91	6.11

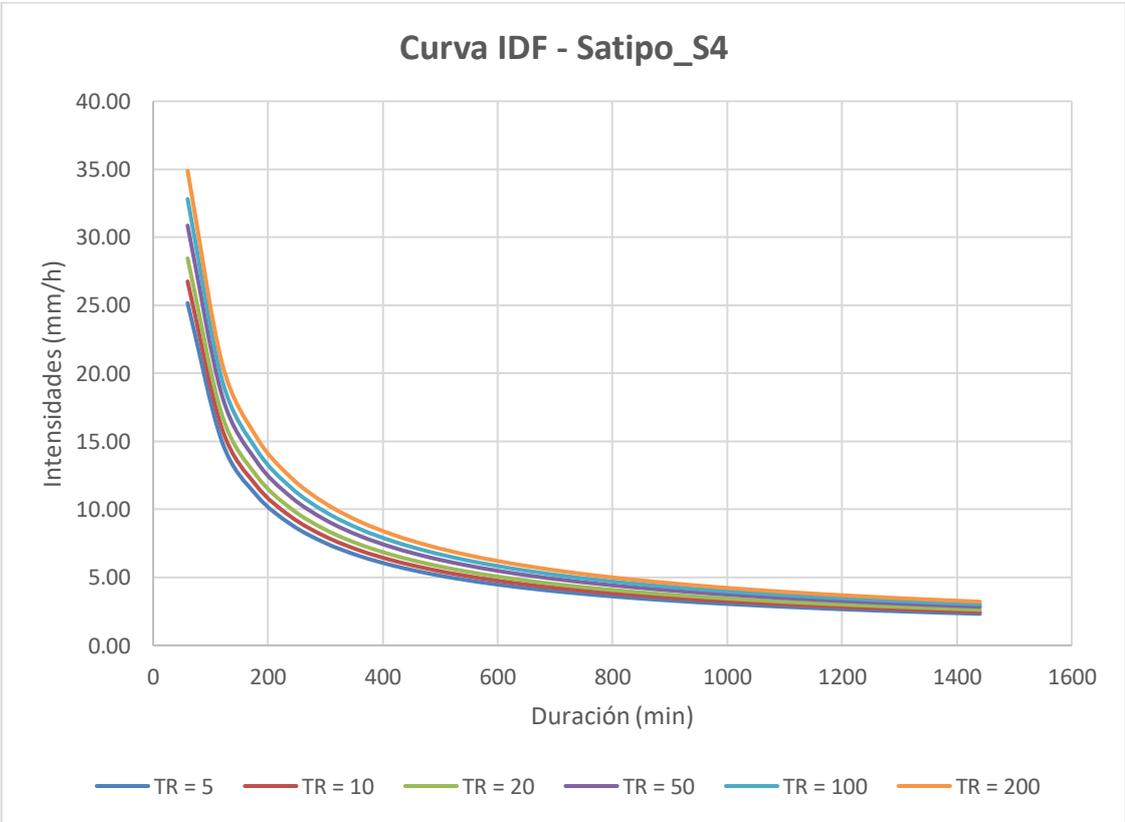
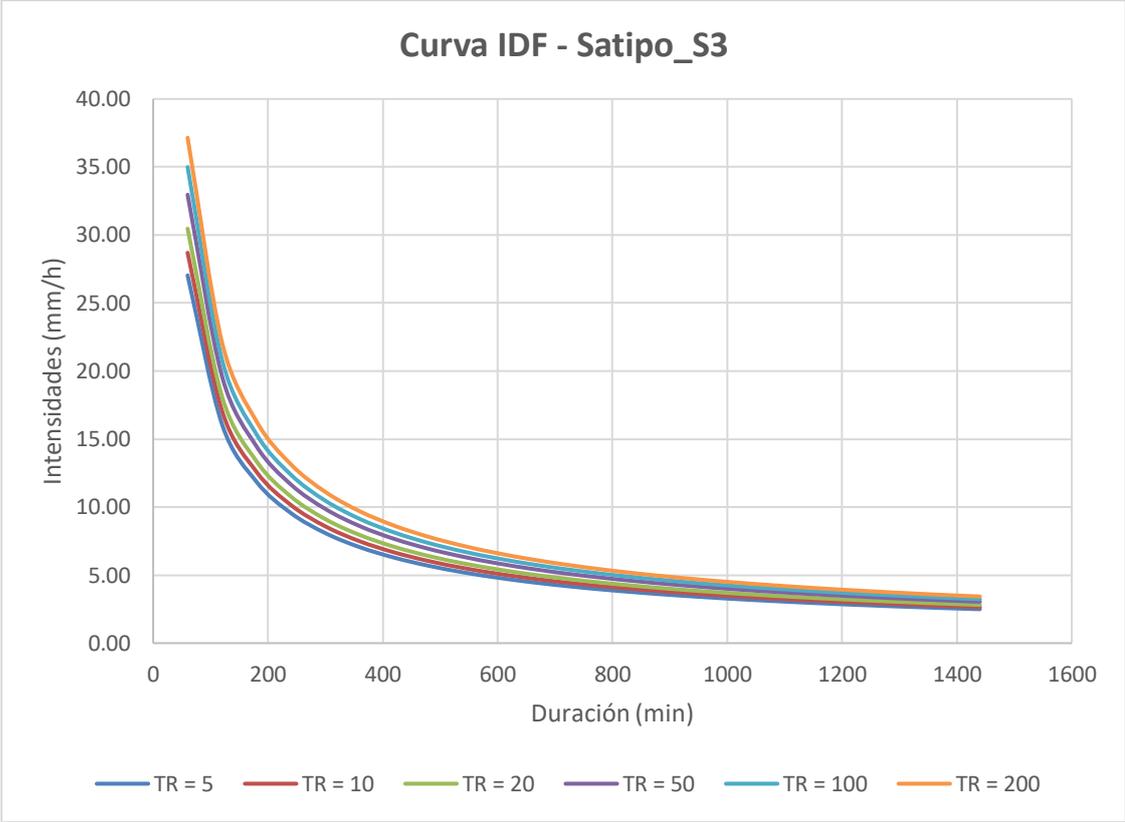
Duración (min)	MAYO_S1					
	Intensidad Máxima					
	5	10	20	50	100	200
900	4.60	4.88	5.13	5.41	5.61	5.80
960	4.38	4.65	4.88	5.16	5.34	5.52
1020	4.18	4.44	4.67	4.93	5.11	5.28
1080	4.01	4.26	4.47	4.72	4.89	5.06
1140	3.85	4.09	4.29	4.53	4.70	4.86
1200	3.70	3.93	4.13	4.36	4.52	4.67
1260	3.57	3.79	3.98	4.20	4.36	4.50
1320	3.45	3.66	3.85	4.06	4.21	4.35
1380	3.34	3.54	3.72	3.93	4.07	4.21
1440	3.23	3.43	3.60	3.80	3.94	4.08

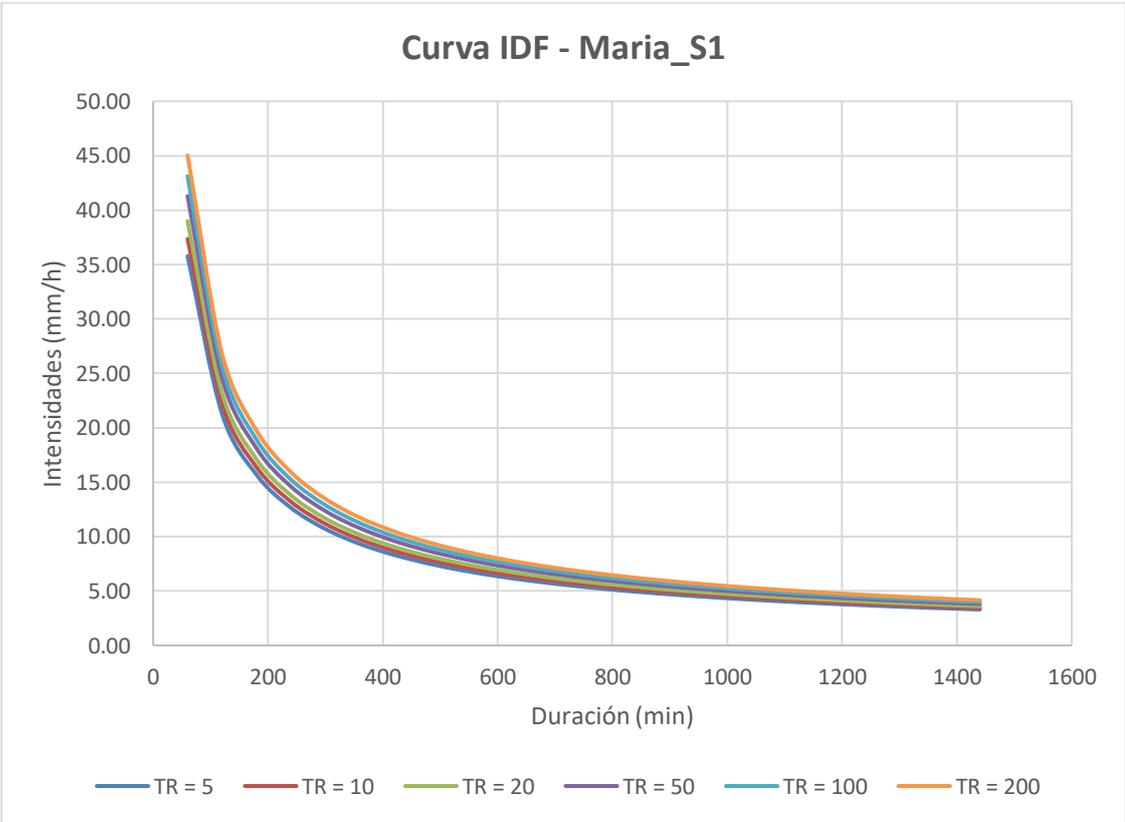
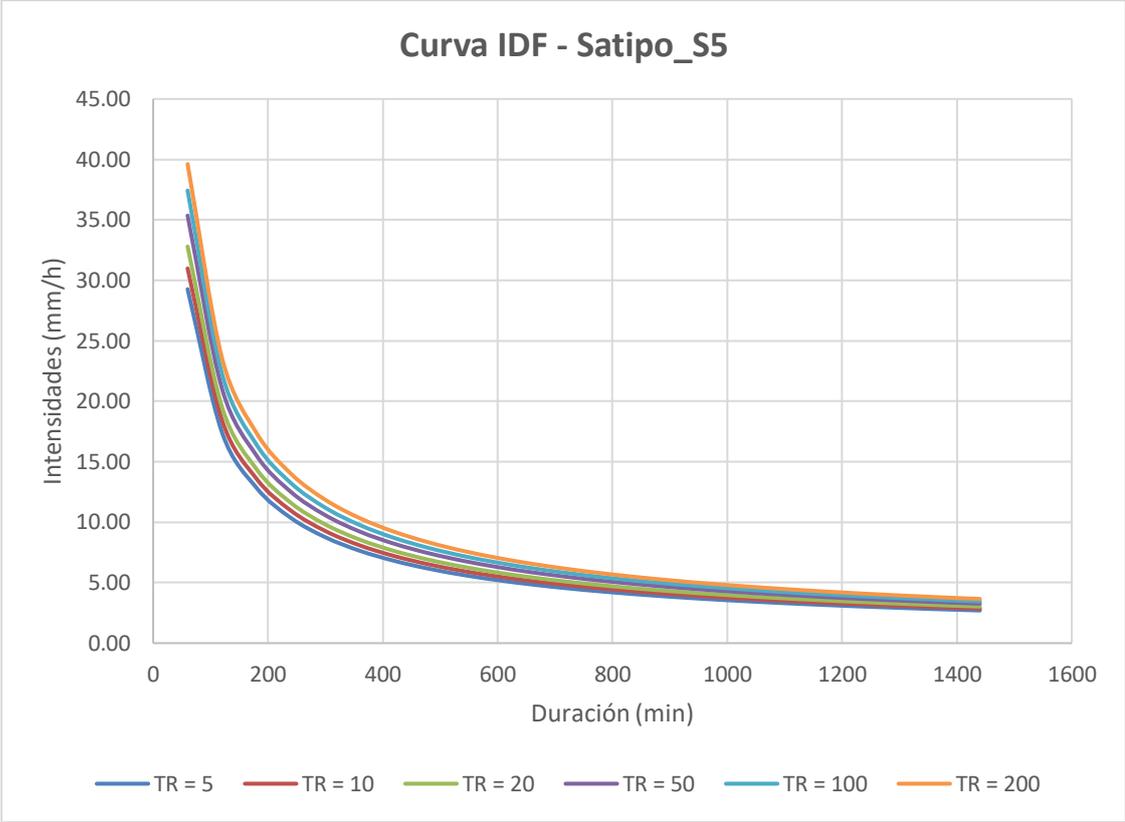
Anexo 8 – Ecuación de intensidad

<p>SATIPO_S1</p>	$I = \frac{683.67 * T^{0.067}}{D^{0.750}}$
<p>SATIPO_S2</p>	$I = \frac{614.54 * T^{0.076}}{D^{0.750}}$
<p>SATIPO_S3</p>	$I = \frac{507.31 * T^{0.086}}{D^{0.750}}$
<p>SATIPO_S4</p>	$I = \frac{470.39 * T^{0.089}}{D^{0.750}}$
<p>SATIPO_S5</p>	$I = \frac{553.06 * T^{0.082}}{D^{0.750}}$
<p>MARIA_S1</p>	$I = \frac{697.46 * T^{0.062}}{D^{0.750}}$
<p>MAYO_S1</p>	$I = \frac{692.23 * T^{0.062}}{D^{0.750}}$

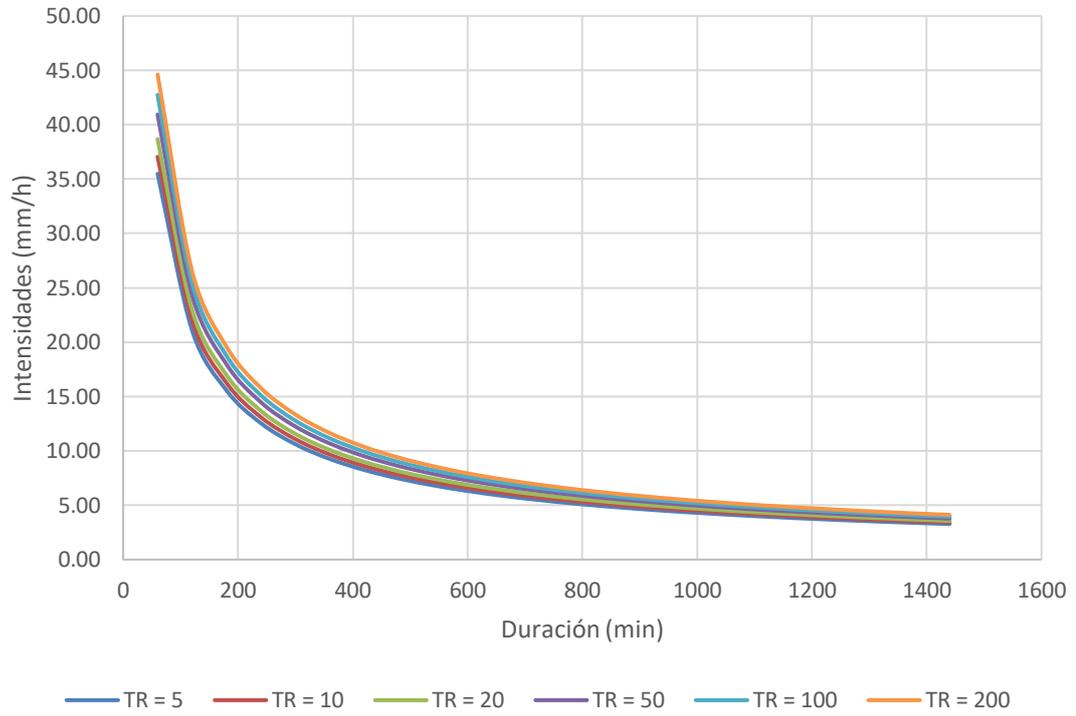
Anexo 9 – Curvas IDF







Curva IDF - Mayo_S1



Anexo 10 – Base de datos de método de bloques alternos

SATIPO_S1															
Duración (min)	Tiempo de Retorno = 05 años					Tiempo de Retorno = 10 años					Tiempo de Retorno = 20 años				
	I (mm/h)	P. Acum. (mm)	P. Incr. (mm)	Tiempo (min)	Pp (mm)	I (mm/h)	P. Acum. (mm)	P. Incr. (mm)	Tiempo (min)	Pp (mm)	I (mm/h)	P. Acum. (mm)	P. Incr. (mm)	Tiempo (min)	Pp (mm)
60	35.33	35.33	35.33	0-60	0.85	37.01	37.01	37.01	0-60	0.90	38.77	38.77	38.77	0-60	0.94
120	21.01	42.01	6.68	60-120	0.92	22.00	44.01	7.00	60-120	0.96	23.05	46.10	7.34	60-120	1.01
180	15.50	46.49	4.48	120-180	0.99	16.23	48.70	4.69	120-180	1.04	17.01	51.02	4.92	120-180	1.09
240	12.49	49.96	3.47	180-240	1.08	13.08	52.34	3.63	180-240	1.13	13.71	54.83	3.80	180-240	1.18
300	10.57	52.83	2.87	240-300	1.19	11.07	55.34	3.00	240-300	1.25	11.59	57.97	3.15	240-300	1.30
360	9.21	55.29	2.46	300-360	1.33	9.65	57.92	2.58	300-360	1.39	10.11	60.67	2.70	300-360	1.46
420	8.21	57.46	2.17	360-420	1.51	8.60	60.19	2.28	360-420	1.59	9.01	63.06	2.38	360-420	1.66
480	7.43	59.41	1.95	420-480	1.78	7.78	62.24	2.04	420-480	1.86	8.15	65.20	2.14	420-480	1.95
540	6.80	61.19	1.78	480-540	2.17	7.12	64.10	1.86	480-540	2.28	7.46	67.15	1.95	480-540	2.38
600	6.28	62.82	1.63	540-600	2.87	6.58	65.81	1.71	540-600	3.00	6.89	68.94	1.79	540-600	3.15
660	5.85	64.33	1.51	600-660	4.48	6.13	67.40	1.59	600-660	4.69	6.42	70.60	1.66	600-660	4.92
720	5.48	65.75	1.41	660-720	35.33	5.74	68.88	1.48	660-720	37.01	6.01	72.15	1.55	660-720	38.77
780	5.16	67.08	1.33	720-780	6.68	5.41	70.27	1.39	720-780	7.00	5.66	73.61	1.46	720-780	7.34
840	4.88	68.33	1.25	780-840	3.47	5.11	71.58	1.31	780-840	3.63	5.36	74.99	1.38	780-840	3.80
900	4.63	69.52	1.19	840-900	2.46	4.86	72.83	1.25	840-900	2.58	5.09	76.29	1.30	840-900	2.70
960	4.42	70.65	1.13	900-960	1.95	4.63	74.01	1.18	900-960	2.04	38.77	38.77	38.77	0-60	0.94
1020	4.22	71.73	1.08	960-1020	1.63	4.42	75.14	1.13	960-1020	1.71	23.05	46.10	7.34	60-120	1.01
1080	4.04	72.76	1.03	1020-1080	1.41	4.23	76.23	1.08	1020-1080	1.48	17.01	51.02	4.92	120-180	1.09
1140	3.88	73.75	0.99	1080-1140	1.25	4.07	77.26	1.04	1080-1140	1.31	13.71	54.83	3.80	180-240	1.18
1200	3.74	74.71	0.95	1140-1200	1.13	3.91	78.26	1.00	1140-1200	1.18	11.59	57.97	3.15	240-300	1.30
1260	3.60	75.62	0.92	1200-1260	1.03	3.77	79.22	0.96	1200-1260	1.08	10.11	60.67	2.70	300-360	1.46
1320	3.48	76.51	0.88	1260-1320	0.95	3.64	80.15	0.93	1260-1320	1.00	9.01	63.06	2.38	360-420	1.66
1380	3.36	77.36	0.85	1320-1380	0.88	3.52	81.04	0.90	1320-1380	0.93	8.15	65.20	2.14	420-480	1.95
1440	3.26	78.19	0.83	1380-1440	0.83	3.41	81.91	0.87	1380-1440	0.87	7.46	67.15	1.95	480-540	2.38

SATIPO_S1															
Duración (min)	Tiempo de Retorno = 50 años					Tiempo de Retorno = 100 años					Tiempo de Retorno = 200 años				
	I (mm/h)	P. Acum. (mm)	P. Incr. (mm)	Tiempo (min)	Pp (mm)	I (mm/h)	P. Acum. (mm)	P. Incr. (mm)	Tiempo (min)	Pp (mm)	I (mm/h)	P. Acum. (mm)	P. Incr. (mm)	Tiempo (min)	Pp (mm)
60	41.22	41.22	41.22	0-60	1.00	43.18	43.18	43.18	0-60	1.05	45.24	45.24	45.24	0-60	1.09
120	24.51	49.02	7.80	60-120	1.07	25.68	51.36	8.17	60-120	1.12	26.90	53.80	8.56	60-120	1.17
180	18.08	54.25	5.23	120-180	1.16	18.94	56.83	5.48	120-180	1.21	19.85	59.54	5.74	120-180	1.27
240	14.57	58.30	4.05	180-240	1.26	15.27	61.07	4.24	180-240	1.32	15.99	63.98	4.44	180-240	1.38
300	12.33	61.64	3.34	240-300	1.39	12.92	64.58	3.50	240-300	1.45	13.53	67.65	3.67	240-300	1.52
360	10.75	64.52	2.87	300-360	1.55	11.26	67.59	3.01	300-360	1.62	11.80	70.80	3.15	300-360	1.70
420	9.58	67.05	2.53	360-420	1.77	10.03	70.24	2.66	360-420	1.85	10.51	73.58	2.78	360-420	1.94
480	8.67	69.33	2.28	420-480	2.07	9.08	72.63	2.38	420-480	2.17	9.51	76.08	2.50	420-480	2.27
540	7.93	71.40	2.07	480-540	2.53	8.31	74.80	2.17	480-540	2.66	8.71	78.36	2.27	480-540	2.78
600	7.33	73.31	1.91	540-600	3.34	7.68	76.79	2.00	540-600	3.50	8.04	80.45	2.09	540-600	3.67
660	6.82	75.07	1.77	600-660	5.23	7.15	78.65	1.85	600-660	5.48	7.49	82.39	1.94	600-660	5.74
720	6.39	76.73	1.65	660-720	41.22	6.70	80.38	1.73	660-720	43.18	7.02	84.20	1.81	660-720	45.24
780	6.02	78.28	1.55	720-780	7.80	6.31	82.00	1.62	720-780	8.17	6.61	85.90	1.70	720-780	8.56
840	5.70	79.74	1.46	780-840	4.05	5.97	83.53	1.53	780-840	4.24	6.25	87.51	1.61	780-840	4.44
900	5.41	81.13	1.39	840-900	2.87	5.67	84.99	1.45	840-900	3.01	5.94	89.03	1.52	840-900	3.15
960	5.15	82.45	1.32	900-960	2.28	5.40	86.37	1.38	900-960	2.38	5.65	90.48	1.45	900-960	2.50
1020	4.92	83.71	1.26	960-1020	1.91	5.16	87.69	1.32	960-1020	2.00	5.40	91.86	1.38	960-1020	2.09
1080	4.72	84.91	1.20	1020-1080	1.65	4.94	88.95	1.26	1020-1080	1.73	5.18	93.18	1.32	1020-1080	1.81
1140	4.53	86.07	1.16	1080-1140	1.46	4.75	90.16	1.21	1080-1140	1.53	4.97	94.45	1.27	1080-1140	1.61
1200	4.36	87.18	1.11	1140-1200	1.32	4.57	91.32	1.16	1140-1200	1.38	4.78	95.67	1.22	1140-1200	1.45
1260	4.20	88.25	1.07	1200-1260	1.20	4.40	92.45	1.12	1200-1260	1.26	4.61	96.84	1.17	1200-1260	1.32
1320	4.06	89.28	1.03	1260-1320	1.11	4.25	93.53	1.08	1260-1320	1.16	4.45	97.98	1.13	1260-1320	1.22
1380	3.93	90.28	1.00	1320-1380	1.03	4.11	94.57	1.05	1320-1380	1.08	4.31	99.07	1.09	1320-1380	1.13
1440	3.80	91.24	0.97	1380-1440	0.97	3.98	95.58	1.01	1380-1440	1.01	4.17	100.13	1.06	1380-1440	1.06

SATIPO_S2															
Duración (min)	Tiempo de Retorno = 05 años					Tiempo de Retorno = 10 años					Tiempo de Retorno = 20 años				
	I (mm/h)	P. Acum. (mm)	P. Incr. (mm)	Tiempo (min)	Pp (mm)	I (mm/h)	P. Acum. (mm)	P. Incr. (mm)	Tiempo (min)	Pp (mm)	I (mm/h)	P. Acum. (mm)	P. Incr. (mm)	Tiempo (min)	Pp (mm)
60	32.22	32.22	32.22	0-60	0.78	33.97	33.97	33.97	0-60	0.82	35.81	35.81	35.81	0-60	0.87
120	19.16	38.32	6.10	60-120	0.84	20.20	40.39	6.43	60-120	0.88	21.29	42.58	6.78	60-120	0.93
180	14.14	42.41	4.09	120-180	0.90	14.90	44.70	4.31	120-180	0.95	15.71	47.13	4.54	120-180	1.00
240	11.39	45.57	3.16	180-240	0.98	12.01	48.04	3.33	180-240	1.04	12.66	50.64	3.51	180-240	1.09
300	9.64	48.18	2.61	240-300	1.08	10.16	50.79	2.76	240-300	1.14	10.71	53.54	2.91	240-300	1.21
360	8.40	50.43	2.25	300-360	1.21	8.86	53.16	2.37	300-360	1.28	9.34	56.04	2.50	300-360	1.35
420	7.49	52.41	1.98	360-420	1.38	7.89	55.25	2.09	360-420	1.46	8.32	58.24	2.20	360-420	1.54
480	6.77	54.19	1.78	420-480	1.62	7.14	57.13	1.88	420-480	1.71	7.53	60.22	1.98	420-480	1.80
540	6.20	55.81	1.62	480-540	1.98	6.54	58.83	1.71	480-540	2.09	6.89	62.02	1.80	480-540	2.20
600	5.73	57.30	1.49	540-600	2.61	6.04	60.40	1.57	540-600	2.76	6.37	63.68	1.66	540-600	2.91
660	5.33	58.68	1.38	600-660	4.09	5.62	61.86	1.46	600-660	4.31	5.93	65.21	1.54	600-660	4.54
720	5.00	59.97	1.29	660-720	32.22	5.27	63.22	1.36	660-720	33.97	5.55	66.65	1.43	660-720	35.81
780	4.71	61.18	1.21	720-780	6.10	4.96	64.50	1.28	720-780	6.43	5.23	67.99	1.35	720-780	6.78
840	4.45	62.33	1.14	780-840	3.16	4.69	65.70	1.21	780-840	3.33	4.95	69.26	1.27	780-840	3.51
900	4.23	63.41	1.08	840-900	2.25	4.46	66.85	1.14	840-900	2.37	4.70	70.47	1.21	840-900	2.50
960	4.03	64.44	1.03	900-960	1.78	4.25	67.93	1.09	900-960	1.88	4.48	71.61	1.15	900-960	1.98
1020	3.85	65.43	0.98	960-1020	1.49	4.06	68.97	1.04	960-1020	1.57	4.28	72.71	1.09	960-1020	1.66
1080	3.69	66.37	0.94	1020-1080	1.29	3.89	69.96	0.99	1020-1080	1.36	4.10	73.76	1.05	1020-1080	1.43
1140	3.54	67.27	0.90	1080-1140	1.14	3.73	70.92	0.95	1080-1140	1.21	3.93	74.76	1.00	1080-1140	1.27
1200	3.41	68.14	0.87	1140-1200	1.03	3.59	71.83	0.92	1140-1200	1.09	3.79	75.72	0.96	1140-1200	1.15
1260	3.28	68.98	0.84	1200-1260	0.94	3.46	72.71	0.88	1200-1260	0.99	3.65	76.65	0.93	1200-1260	1.05
1320	3.17	69.78	0.81	1260-1320	0.87	3.34	73.56	0.85	1260-1320	0.92	3.52	77.55	0.90	1260-1320	0.96
1380	3.07	70.56	0.78	1320-1380	0.81	3.23	74.39	0.82	1320-1380	0.85	3.41	78.42	0.87	1320-1380	0.90
1440	2.97	71.32	0.75	1380-1440	0.75	3.13	75.18	0.80	1380-1440	0.80	3.30	79.25	0.84	1380-1440	0.84

SATIPO_S2															
Duración (min)	Tiempo de Retorno = 50 años					Tiempo de Retorno = 100 años					Tiempo de Retorno = 200 años				
	I (mm/h)	P. Acum. (mm)	P. Incr. (mm)	Tiempo (min)	Pp (mm)	I (mm/h)	P. Acum. (mm)	P. Incr. (mm)	Tiempo (min)	Pp (mm)	I (mm/h)	P. Acum. (mm)	P. Incr. (mm)	Tiempo (min)	Pp (mm)
60	38.39	38.39	38.39	0-60	0.93	40.47	40.47	40.47	0-60	0.98	42.67	42.67	42.67	0-60	1.03
120	22.83	45.66	7.26	60-120	1.00	24.07	48.13	7.66	60-120	1.05	25.37	50.74	8.07	60-120	1.11
180	16.84	50.53	4.87	120-180	1.08	17.76	53.27	5.13	120-180	1.13	18.72	56.15	5.41	120-180	1.20
240	13.57	54.30	3.77	180-240	1.17	14.31	57.24	3.97	180-240	1.24	15.09	60.34	4.19	180-240	1.30
300	11.48	57.41	3.12	240-300	1.29	12.10	60.52	3.28	240-300	1.36	12.76	63.80	3.46	240-300	1.44
360	10.02	60.09	2.68	300-360	1.44	10.56	63.35	2.82	300-360	1.52	11.13	66.78	2.98	300-360	1.61
420	8.92	62.45	2.36	360-420	1.65	9.40	65.83	2.49	360-420	1.74	9.91	69.40	2.62	360-420	1.83
480	8.07	64.57	2.12	420-480	1.93	8.51	68.07	2.23	420-480	2.03	8.97	71.76	2.36	420-480	2.14
540	7.39	66.50	1.93	480-540	2.36	7.79	70.10	2.03	480-540	2.49	8.21	73.90	2.14	480-540	2.62
600	6.83	68.28	1.77	540-600	3.12	7.20	71.97	1.87	540-600	3.28	7.59	75.87	1.97	540-600	3.46
660	6.36	69.92	1.65	600-660	4.87	6.70	73.71	1.74	600-660	5.13	7.06	77.70	1.83	600-660	5.41
720	5.95	71.46	1.54	660-720	38.39	6.28	75.33	1.62	660-720	40.47	6.62	79.41	1.71	660-720	42.67
780	5.61	72.90	1.44	720-780	7.26	5.91	76.85	1.52	720-780	7.66	6.23	81.02	1.61	720-780	8.07
840	5.30	74.27	1.36	780-840	3.77	5.59	78.29	1.44	780-840	3.97	5.90	82.53	1.52	780-840	4.19
900	5.04	75.56	1.29	840-900	2.68	5.31	79.65	1.36	840-900	2.82	5.60	83.97	1.44	840-900	2.98
960	4.80	76.79	1.23	900-960	2.12	5.06	80.95	1.30	900-960	2.23	5.33	85.33	1.37	900-960	2.36
1020	4.59	77.96	1.17	960-1020	1.77	4.83	82.19	1.24	960-1020	1.87	5.10	86.64	1.30	960-1020	1.97
1080	4.39	79.08	1.12	1020-1080	1.54	4.63	83.37	1.18	1020-1080	1.62	4.88	87.88	1.25	1020-1080	1.71
1140	4.22	80.16	1.08	1080-1140	1.36	4.45	84.50	1.13	1080-1140	1.44	4.69	89.08	1.20	1080-1140	1.52
1200	4.06	81.19	1.03	1140-1200	1.23	4.28	85.59	1.09	1140-1200	1.30	4.51	90.23	1.15	1140-1200	1.37
1260	3.91	82.19	1.00	1200-1260	1.12	4.13	86.64	1.05	1200-1260	1.18	4.35	91.34	1.11	1200-1260	1.25
1320	3.78	83.15	0.96	1260-1320	1.03	3.98	87.66	1.01	1260-1320	1.09	4.20	92.41	1.07	1260-1320	1.15
1380	3.66	84.08	0.93	1320-1380	0.96	3.85	88.64	0.98	1320-1380	1.01	4.06	93.44	1.03	1320-1380	1.07
1440	3.54	84.98	0.90	1380-1440	0.90	3.73	89.58	0.95	1380-1440	0.95	3.93	94.44	1.00	1380-1440	1.00

SATIPO_S3															
Duración (min)	Tiempo de Retorno = 05 años					Tiempo de Retorno = 10 años					Tiempo de Retorno = 20 años				
	I (mm/h)	P. Acum. (mm)	P. Incr. (mm)	Tiempo (min)	Pp (mm)	I (mm/h)	P. Acum. (mm)	P. Incr. (mm)	Tiempo (min)	Pp (mm)	I (mm/h)	P. Acum. (mm)	P. Incr. (mm)	Tiempo (min)	Pp (mm)
60	27.03	27.03	27.03	0-60	0.65	28.70	28.70	28.70	0-60	0.69	30.46	30.46	30.46	0-60	0.74
120	16.07	32.15	5.11	60-120	0.70	17.06	34.13	5.43	60-120	0.74	18.11	36.23	5.76	60-120	0.79
180	11.86	35.58	3.43	120-180	0.76	12.59	37.77	3.64	120-180	0.80	13.36	40.09	3.86	120-180	0.85
240	9.56	38.23	2.65	180-240	0.83	10.15	40.58	2.82	180-240	0.88	10.77	43.08	2.99	180-240	0.93
300	8.08	40.42	2.19	240-300	0.91	8.58	42.91	2.33	240-300	0.97	9.11	45.55	2.47	240-300	1.03
360	7.05	42.31	1.89	300-360	1.02	7.49	44.91	2.00	300-360	1.08	7.95	47.68	2.12	300-360	1.15
420	6.28	43.97	1.66	360-420	1.16	6.67	46.68	1.76	360-420	1.23	7.08	49.55	1.87	360-420	1.31
480	5.68	45.46	1.49	420-480	1.36	6.03	48.26	1.58	420-480	1.44	6.40	51.23	1.68	420-480	1.53
540	5.20	46.82	1.36	480-540	1.66	5.52	49.70	1.44	480-540	1.76	5.86	52.76	1.53	480-540	1.87
600	4.81	48.07	1.25	540-600	2.19	5.10	51.03	1.33	540-600	2.33	5.42	54.17	1.41	540-600	2.47
660	4.48	49.23	1.16	600-660	3.43	4.75	52.26	1.23	600-660	3.64	5.04	55.48	1.31	600-660	3.86
720	4.19	50.31	1.08	660-720	27.03	4.45	53.41	1.15	660-720	28.70	4.72	56.70	1.22	660-720	30.46
780	3.95	51.33	1.02	720-780	5.11	4.19	54.49	1.08	720-780	5.43	4.45	57.84	1.15	720-780	5.76
840	3.73	52.29	0.96	780-840	2.65	3.96	55.51	1.02	780-840	2.82	4.21	58.92	1.08	780-840	2.99
900	3.55	53.20	0.91	840-900	1.89	3.76	56.47	0.97	840-900	2.00	4.00	59.95	1.03	840-900	2.12
960	3.38	54.06	0.87	900-960	1.49	3.59	57.39	0.92	900-960	1.58	3.81	60.92	0.98	900-960	1.68
1020	3.23	54.89	0.83	960-1020	1.25	3.43	58.27	0.88	960-1020	1.33	3.64	61.85	0.93	960-1020	1.41
1080	3.09	55.68	0.79	1020-1080	1.08	3.28	59.11	0.84	1020-1080	1.15	3.49	62.74	0.89	1020-1080	1.22
1140	2.97	56.44	0.76	1080-1140	0.96	3.15	59.91	0.80	1080-1140	1.02	3.35	63.60	0.85	1080-1140	1.08
1200	2.86	57.17	0.73	1140-1200	0.87	3.03	60.68	0.77	1140-1200	0.92	3.22	64.42	0.82	1140-1200	0.98
1260	2.76	57.87	0.70	1200-1260	0.79	2.93	61.43	0.74	1200-1260	0.84	3.11	65.21	0.79	1200-1260	0.89
1320	2.66	58.54	0.68	1260-1320	0.73	2.82	62.15	0.72	1260-1320	0.77	3.00	65.97	0.76	1260-1320	0.82
1380	2.57	59.20	0.65	1320-1380	0.68	2.73	62.84	0.69	1320-1380	0.72	2.90	66.71	0.74	1320-1380	0.76
1440	2.49	59.83	0.63	1380-1440	0.63	2.65	63.51	0.67	1380-1440	0.67	2.81	67.42	0.71	1380-1440	0.71

SATIPO_S3															
Duración (min)	Tiempo de Retorno = 50 años					Tiempo de Retorno = 100 años					Tiempo de Retorno = 200 años				
	I (mm/h)	P. Acum. (mm)	P. Incr. (mm)	Tiempo (min)	Pp (mm)	I (mm/h)	P. Acum. (mm)	P. Incr. (mm)	Tiempo (min)	Pp (mm)	I (mm/h)	P. Acum. (mm)	P. Incr. (mm)	Tiempo (min)	Pp (mm)
60	32.96	32.96	32.96	0-60	0.80	34.99	34.99	34.99	0-60	0.85	37.15	37.15	37.15	0-60	0.90
120	19.60	39.20	6.24	60-120	0.86	20.81	41.61	6.62	60-120	0.91	22.09	44.18	7.03	60-120	0.96
180	14.46	43.38	4.18	120-180	0.92	15.35	46.05	4.44	120-180	0.98	16.30	48.89	4.71	120-180	1.04
240	11.65	46.62	3.24	180-240	1.01	12.37	49.49	3.43	180-240	1.07	13.13	52.53	3.65	180-240	1.13
300	9.86	49.29	2.67	240-300	1.11	10.47	52.33	2.84	240-300	1.18	11.11	55.55	3.01	240-300	1.25
360	8.60	51.59	2.30	300-360	1.24	9.13	54.77	2.44	300-360	1.32	9.69	58.14	2.59	300-360	1.40
420	7.66	53.62	2.03	360-420	1.41	8.13	56.92	2.15	360-420	1.50	8.63	60.42	2.28	360-420	1.59
480	6.93	55.44	1.82	420-480	1.66	7.36	58.85	1.93	420-480	1.76	7.81	62.47	2.05	420-480	1.87
540	6.34	57.10	1.66	480-540	2.03	6.73	60.61	1.76	480-540	2.15	7.15	64.34	1.87	480-540	2.28
600	5.86	58.62	1.52	540-600	2.67	6.22	62.23	1.62	540-600	2.84	6.61	66.06	1.72	540-600	3.01
660	5.46	60.03	1.41	600-660	4.18	5.79	63.73	1.50	600-660	4.44	6.15	67.65	1.59	600-660	4.71
720	5.11	61.35	1.32	660-720	32.96	5.43	65.13	1.40	660-720	34.99	5.76	69.14	1.49	660-720	37.15
780	4.81	62.59	1.24	720-780	6.24	5.11	66.45	1.32	720-780	6.62	5.43	70.54	1.40	720-780	7.03
840	4.55	63.76	1.17	780-840	3.24	4.83	67.69	1.24	780-840	3.43	5.13	71.85	1.32	780-840	3.65
900	4.32	64.87	1.11	840-900	2.30	4.59	68.87	1.18	840-900	2.44	4.87	73.10	1.25	840-900	2.59
960	4.12	65.93	1.06	900-960	1.82	4.37	69.99	1.12	900-960	1.93	4.64	74.29	1.19	900-960	2.05
1020	3.94	66.94	1.01	960-1020	1.52	4.18	71.06	1.07	960-1020	1.62	4.44	75.43	1.13	960-1020	1.72
1080	3.77	67.90	0.96	1020-1080	1.32	4.00	72.08	1.02	1020-1080	1.40	4.25	76.51	1.09	1020-1080	1.49
1140	3.62	68.82	0.92	1080-1140	1.17	3.85	73.06	0.98	1080-1140	1.24	4.08	77.55	1.04	1080-1140	1.32
1200	3.49	69.71	0.89	1140-1200	1.06	3.70	74.00	0.94	1140-1200	1.12	3.93	78.56	1.00	1140-1200	1.19
1260	3.36	70.57	0.86	1200-1260	0.96	3.57	74.91	0.91	1200-1260	1.02	3.79	79.52	0.96	1200-1260	1.09
1320	3.25	71.39	0.83	1260-1320	0.89	3.44	75.79	0.88	1260-1320	0.94	3.66	80.45	0.93	1260-1320	1.00
1380	3.14	72.19	0.80	1320-1380	0.83	3.33	76.63	0.85	1320-1380	0.88	3.54	81.35	0.90	1320-1380	0.93
1440	3.04	72.96	0.77	1380-1440	0.77	3.23	77.45	0.82	1380-1440	0.82	3.43	82.22	0.87	1380-1440	0.87

SATIPO_S4															
Duración (min)	Tiempo de Retorno = 05 años					Tiempo de Retorno = 10 años					Tiempo de Retorno = 20 años				
	I (mm/h)	P. Acum. (mm)	P. Incr. (mm)	Tiempo (min)	Pp (mm)	I (mm/h)	P. Acum. (mm)	P. Incr. (mm)	Tiempo (min)	Pp (mm)	I (mm/h)	P. Acum. (mm)	P. Incr. (mm)	Tiempo (min)	Pp (mm)
60	25.16	25.16	25.16	0-60	0.61	26.76	26.76	26.76	0-60	0.65	28.45	28.45	28.45	0-60	0.69
120	14.96	29.93	4.76	60-120	0.65	15.91	31.82	5.06	60-120	0.69	16.92	33.84	5.38	60-120	0.74
180	11.04	33.12	3.19	120-180	0.71	11.74	35.22	3.39	120-180	0.75	12.48	37.45	3.61	120-180	0.80
240	8.90	35.59	2.47	180-240	0.77	9.46	37.84	2.63	180-240	0.82	10.06	40.24	2.79	180-240	0.87
300	7.53	37.63	2.04	240-300	0.85	8.00	40.01	2.17	240-300	0.90	8.51	42.55	2.31	240-300	0.96
360	6.56	39.39	1.75	300-360	0.95	6.98	41.88	1.87	300-360	1.01	7.42	44.53	1.98	300-360	1.07
420	5.85	40.93	1.55	360-420	1.08	6.22	43.53	1.65	360-420	1.15	6.61	46.28	1.75	360-420	1.22
480	5.29	42.32	1.39	420-480	1.26	5.63	45.00	1.48	420-480	1.34	5.98	47.86	1.57	420-480	1.43
540	4.84	43.59	1.26	480-540	1.55	5.15	46.35	1.34	480-540	1.65	5.48	49.29	1.43	480-540	1.75
600	4.48	44.75	1.16	540-600	2.04	4.76	47.59	1.24	540-600	2.17	5.06	50.60	1.32	540-600	2.31
660	4.17	45.83	1.08	600-660	3.19	4.43	48.73	1.15	600-660	3.39	4.71	51.82	1.22	600-660	3.61
720	3.90	46.84	1.01	660-720	25.16	4.15	49.80	1.07	660-720	26.76	4.41	52.96	1.14	660-720	28.45
780	3.68	47.78	0.95	720-780	4.76	3.91	50.81	1.01	720-780	5.06	4.16	54.03	1.07	720-780	5.38
840	3.48	48.68	0.89	780-840	2.47	3.70	51.76	0.95	780-840	2.63	3.93	55.04	1.01	780-840	2.79
900	3.30	49.52	0.85	840-900	1.75	3.51	52.66	0.90	840-900	1.87	3.73	56.00	0.96	840-900	1.98
960	3.15	50.33	0.81	900-960	1.39	3.34	53.52	0.86	900-960	1.48	3.56	56.91	0.91	900-960	1.57
1020	3.01	51.10	0.77	960-1020	1.16	3.20	54.34	0.82	960-1020	1.24	3.40	57.78	0.87	960-1020	1.32
1080	2.88	51.83	0.74	1020-1080	1.01	3.06	55.12	0.78	1020-1080	1.07	3.26	58.61	0.83	1020-1080	1.14
1140	2.77	52.54	0.71	1080-1140	0.89	2.94	55.87	0.75	1080-1140	0.95	3.13	59.41	0.80	1080-1140	1.01
1200	2.66	53.22	0.68	1140-1200	0.81	2.83	56.59	0.72	1140-1200	0.86	3.01	60.17	0.77	1140-1200	0.91
1260	2.57	53.87	0.65	1200-1260	0.74	2.73	57.28	0.69	1200-1260	0.78	2.90	60.91	0.74	1200-1260	0.83
1320	2.48	54.50	0.63	1260-1320	0.68	2.63	57.95	0.67	1260-1320	0.72	2.80	61.63	0.71	1260-1320	0.77
1380	2.40	55.11	0.61	1320-1380	0.63	2.55	58.60	0.65	1320-1380	0.67	2.71	62.31	0.69	1320-1380	0.71
1440	2.32	55.70	0.59	1380-1440	0.59	2.47	59.23	0.63	1380-1440	0.63	2.62	62.98	0.67	1380-1440	0.67

SATIPO_S4															
Duración (min)	Tiempo de Retorno = 50 años					Tiempo de Retorno = 100 años					Tiempo de Retorno = 200 años				
	I (mm/h)	P. Acum. (mm)	P. Incr. (mm)	Tiempo (min)	Pp (mm)	I (mm/h)	P. Acum. (mm)	P. Incr. (mm)	Tiempo (min)	Pp (mm)	I (mm/h)	P. Acum. (mm)	P. Incr. (mm)	Tiempo (min)	Pp (mm)
60	30.86	30.86	30.86	0-60	0.75	32.82	32.82	32.82	0-60	0.79	34.90	34.90	34.90	0-60	0.84
120	18.35	36.70	5.84	60-120	0.80	19.51	39.03	6.21	60-120	0.85	20.75	41.50	6.60	60-120	0.91
180	13.54	40.62	3.92	120-180	0.87	14.40	43.19	4.16	120-180	0.92	15.31	45.93	4.43	120-180	0.98
240	10.91	43.65	3.03	180-240	0.94	11.60	46.41	3.22	180-240	1.00	12.34	49.35	3.42	180-240	1.07
300	9.23	46.15	2.50	240-300	1.04	9.81	49.07	2.66	240-300	1.10	10.44	52.18	2.83	240-300	1.17
360	8.05	48.30	2.15	300-360	1.16	8.56	51.36	2.29	300-360	1.23	9.10	54.62	2.43	300-360	1.31
420	7.17	50.20	1.90	360-420	1.32	7.63	53.38	2.02	360-420	1.41	8.11	56.76	2.15	360-420	1.50
480	6.49	51.90	1.70	420-480	1.55	6.90	55.19	1.81	420-480	1.65	7.34	58.69	1.93	420-480	1.75
540	5.94	53.45	1.55	480-540	1.90	6.32	56.84	1.65	480-540	2.02	6.72	60.44	1.75	480-540	2.15
600	5.49	54.88	1.43	540-600	2.50	5.84	58.36	1.52	540-600	2.66	6.21	62.06	1.61	540-600	2.83
660	5.11	56.21	1.32	600-660	3.92	5.43	59.77	1.41	600-660	4.16	5.78	63.55	1.50	600-660	4.43
720	4.79	57.44	1.24	660-720	30.86	5.09	61.08	1.31	660-720	32.82	5.41	64.95	1.40	660-720	34.90
780	4.51	58.60	1.16	720-780	5.84	4.79	62.32	1.23	720-780	6.21	5.10	66.26	1.31	720-780	6.60
840	4.26	59.70	1.10	780-840	3.03	4.53	63.48	1.17	780-840	3.22	4.82	67.50	1.24	780-840	3.42
900	4.05	60.74	1.04	840-900	2.15	4.31	64.58	1.10	840-900	2.29	4.58	68.68	1.17	840-900	2.43
960	3.86	61.72	0.99	900-960	1.70	4.10	65.64	1.05	900-960	1.81	4.36	69.79	1.12	900-960	1.93
1020	3.69	62.67	0.94	960-1020	1.43	3.92	66.64	1.00	960-1020	1.52	4.17	70.86	1.07	960-1020	1.61
1080	3.53	63.57	0.90	1020-1080	1.24	3.76	67.60	0.96	1020-1080	1.31	3.99	71.88	1.02	1020-1080	1.40
1140	3.39	64.43	0.87	1080-1140	1.10	3.61	68.52	0.92	1080-1140	1.17	3.83	72.86	0.98	1080-1140	1.24
1200	3.26	65.27	0.83	1140-1200	0.99	3.47	69.40	0.88	1140-1200	1.05	3.69	73.80	0.94	1140-1200	1.12
1260	3.15	66.07	0.80	1200-1260	0.90	3.35	70.25	0.85	1200-1260	0.96	3.56	74.70	0.91	1200-1260	1.02
1320	3.04	66.84	0.77	1260-1320	0.83	3.23	71.07	0.82	1260-1320	0.88	3.44	75.58	0.87	1260-1320	0.94
1380	2.94	67.59	0.75	1320-1380	0.77	3.12	71.87	0.79	1320-1380	0.82	3.32	76.42	0.84	1320-1380	0.87
1440	2.85	68.31	0.72	1380-1440	0.72	3.03	72.64	0.77	1380-1440	0.77	3.22	77.24	0.82	1380-1440	0.82

SATIPO_S5															
Duración (min)	Tiempo de Retorno = 05 años					Tiempo de Retorno = 10 años					Tiempo de Retorno = 20 años				
	I (mm/h)	P. Acum. (mm)	P. Incr. (mm)	Tiempo (min)	Pp (mm)	I (mm/h)	P. Acum. (mm)	P. Incr. (mm)	Tiempo (min)	Pp (mm)	I (mm/h)	P. Acum. (mm)	P. Incr. (mm)	Tiempo (min)	Pp (mm)
60	29.27	29.27	29.27	0-60	0.71	30.99	30.99	30.99	0-60	0.75	32.80	32.80	32.80	0-60	0.79
120	17.41	34.81	5.54	60-120	0.76	18.42	36.85	5.86	60-120	0.80	19.50	39.00	6.21	60-120	0.85
180	12.84	38.53	3.71	120-180	0.82	13.59	40.78	3.93	120-180	0.87	14.39	43.16	4.16	120-180	0.92
240	10.35	41.40	2.87	180-240	0.89	10.95	43.82	3.04	180-240	0.95	11.60	46.38	3.22	180-240	1.00
300	8.75	43.77	2.38	240-300	0.99	9.27	46.33	2.51	240-300	1.04	9.81	49.04	2.66	240-300	1.10
360	7.64	45.81	2.04	300-360	1.10	8.08	48.49	2.16	300-360	1.17	8.56	51.33	2.29	300-360	1.23
420	6.80	47.61	1.80	360-420	1.26	7.20	50.40	1.91	360-420	1.33	7.62	53.35	2.02	360-420	1.41
480	6.15	49.23	1.62	420-480	1.47	6.51	52.11	1.71	420-480	1.56	6.89	55.16	1.81	420-480	1.65
540	5.63	50.70	1.47	480-540	1.80	5.96	53.67	1.56	480-540	1.91	6.31	56.81	1.65	480-540	2.02
600	5.21	52.06	1.35	540-600	2.38	5.51	55.10	1.43	540-600	2.51	5.83	58.32	1.52	540-600	2.66
660	4.85	53.31	1.26	600-660	3.71	5.13	56.43	1.33	600-660	3.93	5.43	59.73	1.41	600-660	4.16
720	4.54	54.48	1.17	660-720	29.27	4.81	57.67	1.24	660-720	30.99	5.09	61.04	1.31	660-720	32.80
780	4.28	55.58	1.10	720-780	5.54	4.53	58.84	1.17	720-780	5.86	4.79	62.28	1.23	720-780	6.21
840	4.04	56.62	1.04	780-840	2.87	4.28	59.94	1.10	780-840	3.04	4.53	63.44	1.16	780-840	3.22
900	3.84	57.61	0.99	840-900	2.04	4.07	60.98	1.04	840-900	2.16	4.30	64.54	1.10	840-900	2.29
960	3.66	58.55	0.94	900-960	1.62	3.87	61.97	0.99	900-960	1.71	4.10	65.59	1.05	900-960	1.81
1020	3.50	59.44	0.89	960-1020	1.35	3.70	62.92	0.95	960-1020	1.43	3.92	66.60	1.00	960-1020	1.52
1080	3.35	60.30	0.86	1020-1080	1.17	3.55	63.82	0.91	1020-1080	1.24	3.75	67.55	0.96	1020-1080	1.31
1140	3.22	61.12	0.82	1080-1140	1.04	3.40	64.69	0.87	1080-1140	1.10	3.60	68.47	0.92	1080-1140	1.16
1200	3.10	61.91	0.79	1140-1200	0.94	3.28	65.53	0.83	1140-1200	0.99	3.47	69.36	0.88	1140-1200	1.05
1260	2.98	62.66	0.76	1200-1260	0.86	3.16	66.33	0.80	1200-1260	0.91	3.34	70.21	0.85	1200-1260	0.96
1320	2.88	63.40	0.73	1260-1320	0.79	3.05	67.11	0.78	1260-1320	0.83	3.23	71.03	0.82	1260-1320	0.88
1380	2.79	64.11	0.71	1320-1380	0.73	2.95	67.86	0.75	1320-1380	0.78	3.12	71.82	0.79	1320-1380	0.82
1440	2.70	64.79	0.69	1380-1440	0.69	2.86	68.58	0.73	1380-1440	0.73	3.02	72.59	0.77	1380-1440	0.77

SATIPO_S5															
Duración (min)	Tiempo de Retorno = 50 años					Tiempo de Retorno = 100 años					Tiempo de Retorno = 200 años				
	I (mm/h)	P. Acum. (mm)	P. Incr. (mm)	Tiempo (min)	Pp (mm)	I (mm/h)	P. Acum. (mm)	P. Incr. (mm)	Tiempo (min)	Pp (mm)	I (mm/h)	P. Acum. (mm)	P. Incr. (mm)	Tiempo (min)	Pp (mm)
60	35.36	35.36	35.36	0-60	0.86	37.42	37.42	37.42	0-60	0.91	39.61	39.61	39.61	0-60	0.96
120	21.02	42.05	6.69	60-120	0.92	22.25	44.50	7.08	60-120	0.97	23.55	47.11	7.49	60-120	1.03
180	15.51	46.53	4.49	120-180	0.99	16.42	49.25	4.75	120-180	1.05	17.38	52.13	5.03	120-180	1.11
240	12.50	50.00	3.47	180-240	1.08	13.23	52.93	3.67	180-240	1.14	14.01	56.02	3.89	180-240	1.21
300	10.57	52.87	2.87	240-300	1.19	11.19	55.96	3.04	240-300	1.26	11.85	59.23	3.21	240-300	1.33
360	9.22	55.34	2.47	300-360	1.33	9.76	58.57	2.61	300-360	1.41	10.33	62.00	2.76	300-360	1.49
420	8.22	57.51	2.17	360-420	1.52	8.70	60.87	2.30	360-420	1.60	9.20	64.43	2.44	360-420	1.70
480	7.43	59.46	1.95	420-480	1.78	7.87	62.94	2.07	420-480	1.88	8.33	66.62	2.19	420-480	1.99
540	6.80	61.24	1.78	480-540	2.17	7.20	64.82	1.88	480-540	2.30	7.62	68.61	1.99	480-540	2.44
600	6.29	62.87	1.63	540-600	2.87	6.66	66.55	1.73	540-600	3.04	7.04	70.44	1.83	540-600	3.21
660	5.85	64.39	1.52	600-660	4.49	6.20	68.16	1.60	600-660	4.75	6.56	72.14	1.70	600-660	5.03
720	5.48	65.81	1.42	660-720	35.36	5.80	69.65	1.50	660-720	37.42	6.14	73.73	1.59	660-720	39.61
780	5.16	67.14	1.33	720-780	6.69	5.47	71.06	1.41	720-780	7.08	5.79	75.22	1.49	720-780	7.49
840	4.89	68.39	1.26	780-840	3.47	5.17	72.39	1.33	780-840	3.67	5.47	76.62	1.41	780-840	3.89
900	4.64	69.58	1.19	840-900	2.47	4.91	73.65	1.26	840-900	2.61	5.20	77.96	1.33	840-900	2.76
960	4.42	70.71	1.13	900-960	1.95	4.68	74.85	1.20	900-960	2.07	4.95	79.23	1.27	900-960	2.19
1020	4.22	71.79	1.08	960-1020	1.63	4.47	75.99	1.14	960-1020	1.73	4.73	80.44	1.21	960-1020	1.83
1080	4.05	72.83	1.03	1020-1080	1.42	4.28	77.08	1.09	1020-1080	1.50	4.53	81.59	1.16	1020-1080	1.59
1140	3.89	73.82	0.99	1080-1140	1.26	4.11	78.13	1.05	1080-1140	1.33	4.35	82.70	1.11	1080-1140	1.41
1200	3.74	74.77	0.95	1140-1200	1.13	3.96	79.14	1.01	1140-1200	1.20	4.19	83.77	1.07	1140-1200	1.27
1260	3.60	75.69	0.92	1200-1260	1.03	3.81	80.11	0.97	1200-1260	1.09	4.04	84.80	1.03	1200-1260	1.16
1320	3.48	76.57	0.89	1260-1320	0.95	3.68	81.05	0.94	1260-1320	1.01	3.90	85.79	0.99	1260-1320	1.07
1380	3.37	77.43	0.86	1320-1380	0.89	3.56	81.96	0.91	1320-1380	0.94	3.77	86.75	0.96	1320-1380	0.99
1440	3.26	78.26	0.83	1380-1440	0.83	3.45	82.83	0.88	1380-1440	0.88	3.65	87.68	0.93	1380-1440	0.93

MARIA_S1															
Duración (min)	Tiempo de Retorno = 05 años					Tiempo de Retorno = 10 años					Tiempo de Retorno = 20 años				
	I (mm/h)	P. Acum. (mm)	P. Incr. (mm)	Tiempo (min)	Pp (mm)	I (mm/h)	P. Acum. (mm)	P. Incr. (mm)	Tiempo (min)	Pp (mm)	I (mm/h)	P. Acum. (mm)	P. Incr. (mm)	Tiempo (min)	Pp (mm)
60	35.77	35.77	35.77	0-60	0.87	37.35	37.35	37.35	0-60	0.90	39.00	39.00	39.00	0-60	0.94
120	21.27	42.54	6.77	60-120	0.93	22.21	44.42	7.07	60-120	0.97	23.19	46.38	7.38	60-120	1.01
180	15.69	47.07	4.54	120-180	1.00	16.38	49.15	4.74	120-180	1.05	17.11	51.33	4.95	120-180	1.09
240	12.65	50.58	3.51	180-240	1.09	13.20	52.82	3.67	180-240	1.14	13.79	55.15	3.83	180-240	1.19
300	10.70	53.49	2.90	240-300	1.20	11.17	55.85	3.03	240-300	1.26	11.66	58.32	3.16	240-300	1.31
360	9.33	55.98	2.49	300-360	1.35	9.74	58.45	2.60	300-360	1.41	10.17	61.04	2.72	300-360	1.47
420	8.31	58.18	2.20	360-420	1.53	8.68	60.75	2.30	360-420	1.60	9.06	63.44	2.40	360-420	1.67
480	7.52	60.16	1.98	420-480	1.80	7.85	62.81	2.06	420-480	1.88	8.20	65.59	2.15	420-480	1.96
540	6.88	61.95	1.80	480-540	2.20	7.19	64.69	1.88	480-540	2.30	7.51	67.55	1.96	480-540	2.40
600	6.36	63.61	1.65	540-600	2.90	6.64	66.42	1.73	540-600	3.03	6.94	69.35	1.80	540-600	3.16
660	5.92	65.14	1.53	600-660	4.54	6.18	68.02	1.60	600-660	4.74	6.46	71.02	1.67	600-660	4.95
720	5.55	66.57	1.43	660-720	35.77	5.79	69.51	1.50	660-720	37.35	6.05	72.59	1.56	660-720	39.00
780	5.22	67.92	1.35	720-780	6.77	5.46	70.92	1.41	720-780	7.07	5.70	74.05	1.47	720-780	7.38
840	4.94	69.19	1.27	780-840	3.51	5.16	72.25	1.33	780-840	3.67	5.39	75.44	1.38	780-840	3.83
900	4.69	70.39	1.20	840-900	2.49	4.90	73.50	1.26	840-900	2.60	5.12	76.75	1.31	840-900	2.72
960	4.47	71.54	1.14	900-960	1.98	4.67	74.70	1.20	900-960	2.06	4.87	78.00	1.25	900-960	2.15
1020	4.27	72.63	1.09	960-1020	1.65	4.46	75.84	1.14	960-1020	1.73	4.66	79.19	1.19	960-1020	1.80
1080	4.09	73.68	1.05	1020-1080	1.43	4.27	76.93	1.09	1020-1080	1.50	4.46	80.33	1.14	1020-1080	1.56
1140	3.93	74.68	1.00	1080-1140	1.27	4.10	77.98	1.05	1080-1140	1.33	4.29	81.42	1.09	1080-1140	1.38
1200	3.78	75.64	0.96	1140-1200	1.14	3.95	78.98	1.01	1140-1200	1.20	4.12	82.47	1.05	1140-1200	1.25
1260	3.65	76.57	0.93	1200-1260	1.05	3.81	79.95	0.97	1200-1260	1.09	3.98	83.49	1.01	1200-1260	1.14
1320	3.52	77.47	0.90	1260-1320	0.96	3.68	80.89	0.94	1260-1320	1.01	3.84	84.46	0.98	1260-1320	1.05
1380	3.41	78.33	0.87	1320-1380	0.90	3.56	81.79	0.90	1320-1380	0.94	3.71	85.41	0.94	1320-1380	0.98
1440	3.30	79.17	0.84	1380-1440	0.84	3.44	82.67	0.87	1380-1440	0.87	3.60	86.32	0.91	1380-1440	0.91

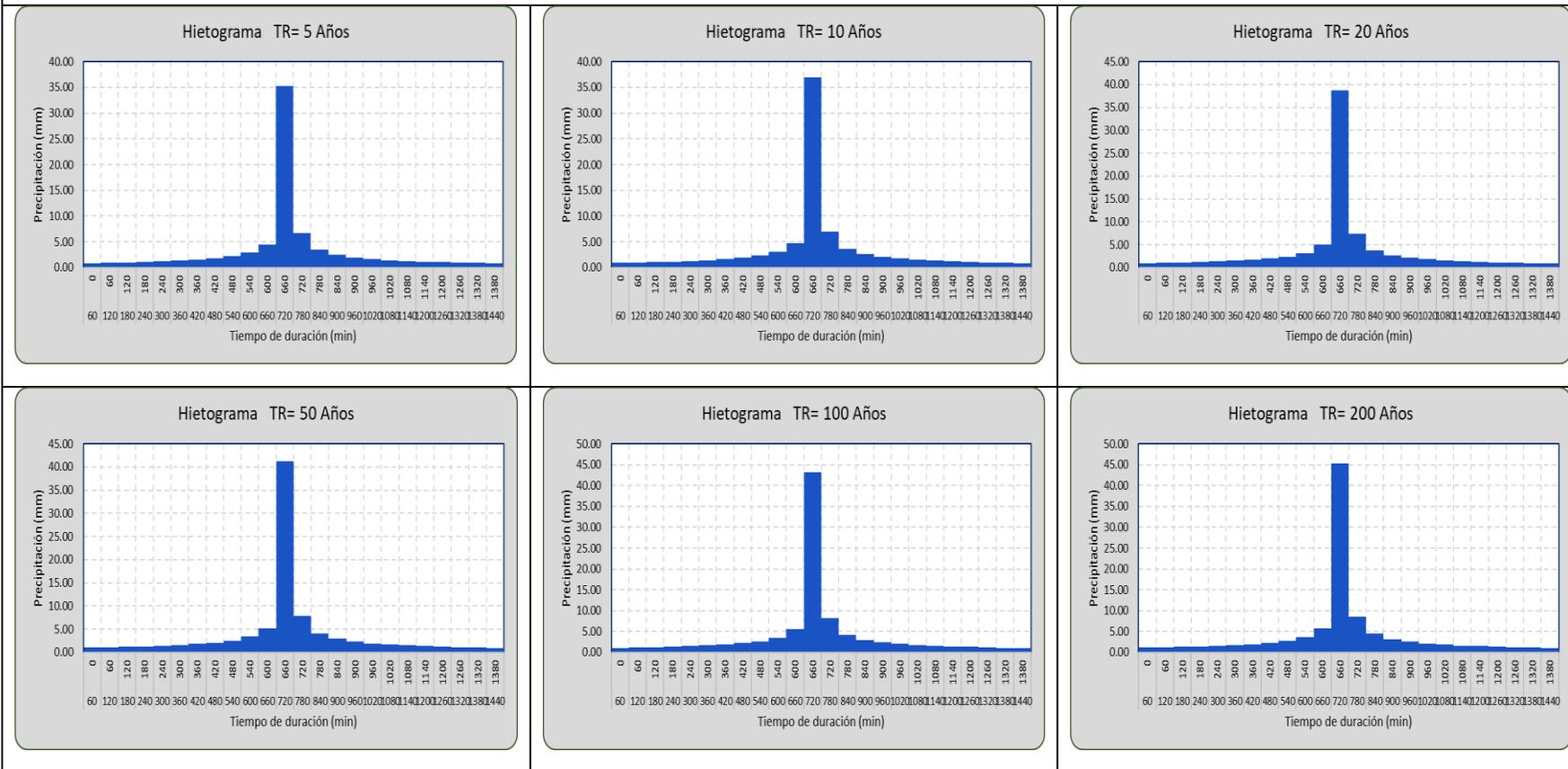
MARIA_S1															
Duración (min)	Tiempo de Retorno = 50 años					Tiempo de Retorno = 100 años					Tiempo de Retorno = 200 años				
	I (mm/h)	P. Acum. (mm)	P. Incr. (mm)	Tiempo (min)	Pp (mm)	I (mm/h)	P. Acum. (mm)	P. Incr. (mm)	Tiempo (min)	Pp (mm)	I (mm/h)	P. Acum. (mm)	P. Incr. (mm)	Tiempo (min)	Pp (mm)
60	41.29	41.29	41.29	0-60	1.00	43.12	43.12	43.12	0-60	1.04	45.02	45.02	45.02	0-60	1.09
120	24.55	49.11	7.81	60-120	1.07	25.64	51.28	8.16	60-120	1.12	26.77	53.54	8.52	60-120	1.17
180	18.12	54.35	5.24	120-180	1.16	18.92	56.75	5.47	120-180	1.21	19.75	59.25	5.71	120-180	1.26
240	14.60	58.40	4.05	180-240	1.26	15.24	60.98	4.23	180-240	1.32	15.92	63.67	4.42	180-240	1.38
300	12.35	61.75	3.35	240-300	1.39	12.90	64.48	3.50	240-300	1.45	13.46	67.32	3.65	240-300	1.52
360	10.77	64.63	2.88	300-360	1.55	11.25	67.48	3.01	300-360	1.62	11.74	70.46	3.14	300-360	1.69
420	9.60	67.17	2.54	360-420	1.77	10.02	70.13	2.65	360-420	1.85	10.46	73.23	2.77	360-420	1.93
480	8.68	69.45	2.28	420-480	2.08	9.06	72.52	2.38	420-480	2.17	9.46	75.72	2.49	420-480	2.26
540	7.95	71.52	2.08	480-540	2.54	8.30	74.68	2.17	480-540	2.65	8.66	77.98	2.26	480-540	2.77
600	7.34	73.43	1.91	540-600	3.35	7.67	76.68	1.99	540-600	3.50	8.01	80.06	2.08	540-600	3.65
660	6.84	75.20	1.77	600-660	5.24	7.14	78.52	1.85	600-660	5.47	7.45	81.99	1.93	600-660	5.71
720	6.40	76.86	1.65	660-720	41.29	6.69	80.25	1.73	660-720	43.12	6.98	83.80	1.80	660-720	45.02
780	6.03	78.41	1.55	720-780	7.81	6.30	81.87	1.62	720-780	8.16	6.58	85.49	1.69	720-780	8.52
840	5.71	79.88	1.47	780-840	4.05	5.96	83.40	1.53	780-840	4.23	6.22	87.09	1.60	780-840	4.42
900	5.42	81.26	1.39	840-900	2.88	5.66	84.86	1.45	840-900	3.01	5.91	88.60	1.52	840-900	3.14
960	5.16	82.59	1.32	900-960	2.28	5.39	86.24	1.38	900-960	2.38	5.63	90.05	1.44	900-960	2.49
1020	4.93	83.85	1.26	960-1020	1.91	5.15	87.55	1.32	960-1020	1.99	5.38	91.42	1.38	960-1020	2.08
1080	4.73	85.05	1.21	1020-1080	1.65	4.93	88.81	1.26	1020-1080	1.73	5.15	92.74	1.32	1020-1080	1.80
1140	4.54	86.21	1.16	1080-1140	1.47	4.74	90.02	1.21	1080-1140	1.53	4.95	94.00	1.26	1080-1140	1.60
1200	4.37	87.32	1.11	1140-1200	1.32	4.56	91.18	1.16	1140-1200	1.38	4.76	95.21	1.21	1140-1200	1.44
1260	4.21	88.40	1.07	1200-1260	1.21	4.40	92.30	1.12	1200-1260	1.26	4.59	96.38	1.17	1200-1260	1.32
1320	4.07	89.43	1.03	1260-1320	1.11	4.24	93.38	1.08	1260-1320	1.16	4.43	97.51	1.13	1260-1320	1.21
1380	3.93	90.43	1.00	1320-1380	1.03	4.11	94.43	1.04	1320-1380	1.08	4.29	98.60	1.09	1320-1380	1.13
1440	3.81	91.40	0.97	1380-1440	0.97	3.98	95.44	1.01	1380-1440	1.01	4.15	99.65	1.05	1380-1440	1.05

MAYO_S1															
Duración (min)	Tiempo de Retorno = 05 años					Tiempo de Retorno = 10 años					Tiempo de Retorno = 20 años				
	I (mm/h)	P. Acum. (mm)	P. Incr. (mm)	Tiempo (min)	Pp (mm)	I (mm/h)	P. Acum. (mm)	P. Incr. (mm)	Tiempo (min)	Pp (mm)	I (mm/h)	P. Acum. (mm)	P. Incr. (mm)	Tiempo (min)	Pp (mm)
60	35.48	35.48	35.48	0-60	0.86	37.04	37.04	37.04	0-60	0.90	38.67	38.67	38.67	0-60	0.94
120	21.10	42.20	6.71	60-120	0.92	22.03	44.05	7.01	60-120	0.96	23.00	45.99	7.32	60-120	1.00
180	15.57	46.70	4.50	120-180	0.99	16.25	48.75	4.70	120-180	1.04	16.97	50.90	4.91	120-180	1.08
240	12.55	50.18	3.48	180-240	1.08	13.10	52.39	3.64	180-240	1.13	13.67	54.69	3.80	180-240	1.18
300	10.61	53.06	2.88	240-300	1.19	11.08	55.39	3.01	240-300	1.25	11.57	57.83	3.14	240-300	1.30
360	9.26	55.54	2.47	300-360	1.33	9.66	57.98	2.58	300-360	1.39	10.09	60.53	2.70	300-360	1.45
420	8.25	57.72	2.18	360-420	1.52	8.61	60.26	2.28	360-420	1.59	8.99	62.91	2.38	360-420	1.66
480	7.46	59.68	1.96	420-480	1.78	7.79	62.30	2.05	420-480	1.86	8.13	65.04	2.14	420-480	1.94
540	6.83	61.46	1.78	480-540	2.18	7.13	64.16	1.86	480-540	2.28	7.44	66.98	1.94	480-540	2.38
600	6.31	63.10	1.64	540-600	2.88	6.59	65.88	1.71	540-600	3.01	6.88	68.77	1.79	540-600	3.14
660	5.87	64.62	1.52	600-660	4.50	6.13	67.46	1.59	600-660	4.70	6.40	70.43	1.66	600-660	4.91
720	5.50	66.04	1.42	660-720	35.48	5.75	68.95	1.48	660-720	37.04	6.00	71.98	1.55	660-720	38.67
780	5.18	67.38	1.33	720-780	6.71	5.41	70.34	1.39	720-780	7.01	5.65	73.43	1.45	720-780	7.32
840	4.90	68.64	1.26	780-840	3.48	5.12	71.66	1.32	780-840	3.64	5.34	74.81	1.37	780-840	3.80
900	4.66	69.83	1.19	840-900	2.47	4.86	72.90	1.25	840-900	2.58	5.07	76.11	1.30	840-900	2.70
960	4.44	70.97	1.14	900-960	1.96	4.63	74.09	1.19	900-960	2.05	4.83	77.35	1.24	900-960	2.14
1020	4.24	72.05	1.08	960-1020	1.64	4.42	75.22	1.13	960-1020	1.71	4.62	78.53	1.18	960-1020	1.79
1080	4.06	73.09	1.04	1020-1080	1.42	4.24	76.30	1.08	1020-1080	1.48	4.43	79.66	1.13	1020-1080	1.55
1140	3.90	74.08	0.99	1080-1140	1.26	4.07	77.34	1.04	1080-1140	1.32	4.25	80.74	1.08	1080-1140	1.37
1200	3.75	75.04	0.96	1140-1200	1.14	3.92	78.34	1.00	1140-1200	1.19	4.09	81.79	1.04	1140-1200	1.24
1260	3.62	75.96	0.92	1200-1260	1.04	3.78	79.30	0.96	1200-1260	1.08	3.94	82.79	1.00	1200-1260	1.13
1320	3.49	76.85	0.89	1260-1320	0.96	3.65	80.23	0.93	1260-1320	1.00	3.81	83.76	0.97	1260-1320	1.04
1380	3.38	77.71	0.86	1320-1380	0.89	3.53	81.13	0.90	1320-1380	0.93	3.68	84.69	0.94	1320-1380	0.97
1440	3.27	78.54	0.83	1380-1440	0.83	3.42	81.99	0.87	1380-1440	0.87	3.57	85.60	0.91	1380-1440	0.91

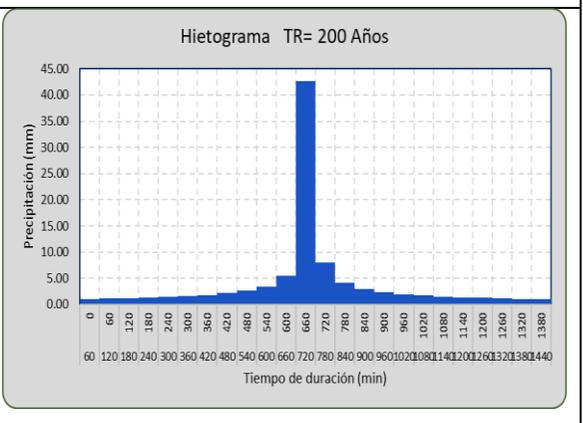
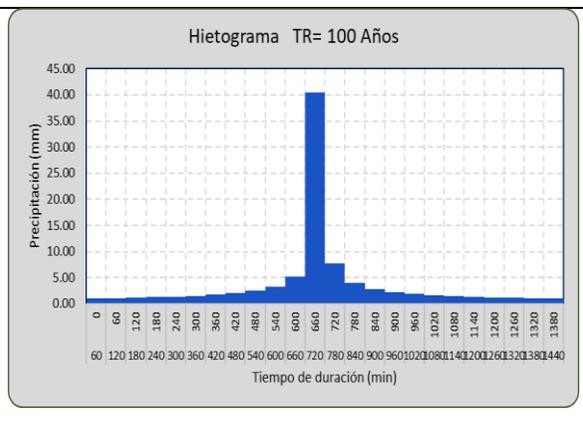
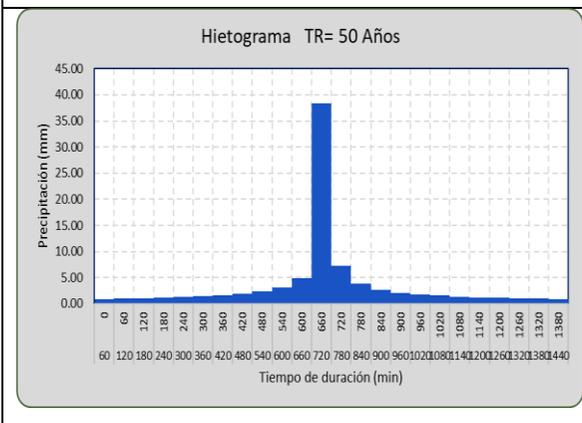
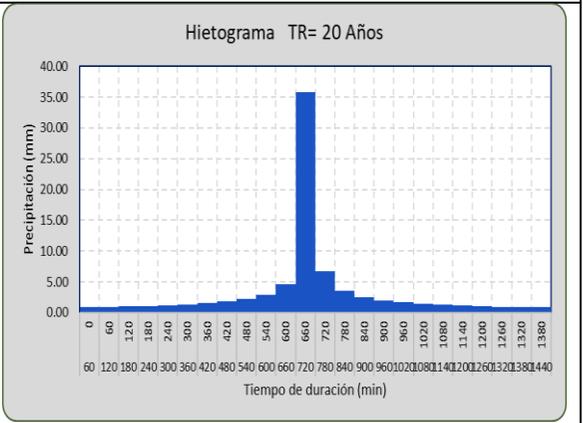
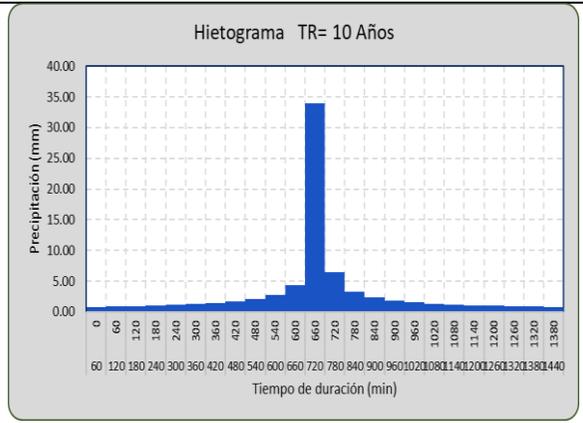
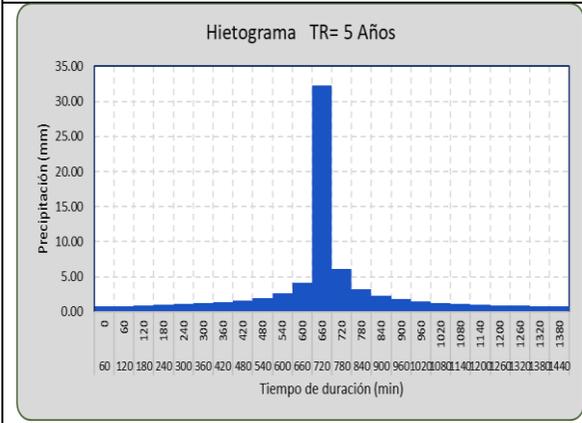
MAYO_S1															
Duración (min)	Tiempo de Retorno = 50 años					Tiempo de Retorno = 100 años					Tiempo de Retorno = 200 años				
	I (mm/h)	P. Acum. (mm)	P. Incr. (mm)	Tiempo (min)	Pp (mm)	I (mm/h)	P. Acum. (mm)	P. Incr. (mm)	Tiempo (min)	Pp (mm)	I (mm/h)	P. Acum. (mm)	P. Incr. (mm)	Tiempo (min)	Pp (mm)
60	40.94	40.94	40.94	0-60	0.99	42.74	42.74	42.74	0-60	1.03	44.62	44.62	44.62	0-60	1.08
120	24.34	48.68	7.75	60-120	1.06	25.41	50.82	8.09	60-120	1.11	26.53	53.06	8.44	60-120	1.16
180	17.96	53.88	5.19	120-180	1.15	18.75	56.25	5.42	120-180	1.20	19.57	58.72	5.66	120-180	1.25
240	14.47	57.89	4.02	180-240	1.25	15.11	60.44	4.19	180-240	1.31	15.77	63.10	4.38	180-240	1.36
300	12.24	61.22	3.32	240-300	1.38	12.78	63.91	3.47	240-300	1.44	13.34	66.72	3.62	240-300	1.50
360	10.68	64.07	2.85	300-360	1.54	11.15	66.89	2.98	300-360	1.61	11.64	69.83	3.11	300-360	1.68
420	9.51	66.59	2.52	360-420	1.76	9.93	69.52	2.63	360-420	1.83	10.37	72.57	2.74	360-420	1.91
480	8.61	68.85	2.26	420-480	2.06	8.98	71.88	2.36	420-480	2.15	9.38	75.04	2.46	420-480	2.24
540	7.88	70.91	2.06	480-540	2.52	8.22	74.02	2.15	480-540	2.63	8.59	77.28	2.24	480-540	2.74
600	7.28	72.80	1.89	540-600	3.32	7.60	76.00	1.98	540-600	3.47	7.93	79.34	2.06	540-600	3.62
660	6.78	74.55	1.76	600-660	5.19	7.08	77.83	1.83	600-660	5.42	7.39	81.26	1.91	600-660	5.66
720	6.35	76.19	1.64	660-720	40.94	6.63	79.54	1.71	660-720	42.74	6.92	83.04	1.79	660-720	44.62
780	5.98	77.73	1.54	720-780	7.75	6.24	81.15	1.61	720-780	8.09	6.52	84.72	1.68	720-780	8.44
840	5.66	79.19	1.45	780-840	4.02	5.90	82.67	1.52	780-840	4.19	6.16	86.31	1.58	780-840	4.38
900	5.37	80.57	1.38	840-900	2.85	5.61	84.11	1.44	840-900	2.98	5.85	87.81	1.50	840-900	3.11
960	5.12	81.88	1.31	900-960	2.26	5.34	85.48	1.37	900-960	2.36	5.58	89.24	1.43	900-960	2.46
1020	4.89	83.13	1.25	960-1020	1.89	5.10	86.78	1.31	960-1020	1.98	5.33	90.60	1.36	960-1020	2.06
1080	4.68	84.32	1.20	1020-1080	1.64	4.89	88.03	1.25	1020-1080	1.71	5.11	91.90	1.30	1020-1080	1.79
1140	4.50	85.47	1.15	1080-1140	1.45	4.70	89.23	1.20	1080-1140	1.52	4.90	93.15	1.25	1080-1140	1.58
1200	4.33	86.57	1.10	1140-1200	1.31	4.52	90.38	1.15	1140-1200	1.37	4.72	94.35	1.20	1140-1200	1.43
1260	4.17	87.64	1.06	1200-1260	1.20	4.36	91.49	1.11	1200-1260	1.25	4.55	95.51	1.16	1200-1260	1.30
1320	4.03	88.66	1.03	1260-1320	1.10	4.21	92.56	1.07	1260-1320	1.15	4.39	96.63	1.12	1260-1320	1.20
1380	3.90	89.65	0.99	1320-1380	1.03	4.07	93.59	1.03	1320-1380	1.07	4.25	97.71	1.08	1320-1380	1.12
1440	3.78	90.61	0.96	1380-1440	0.96	3.94	94.60	1.00	1380-1440	1.00	4.11	98.76	1.05	1380-1440	1.05

Anexo 11 – Hietogramas de precipitación

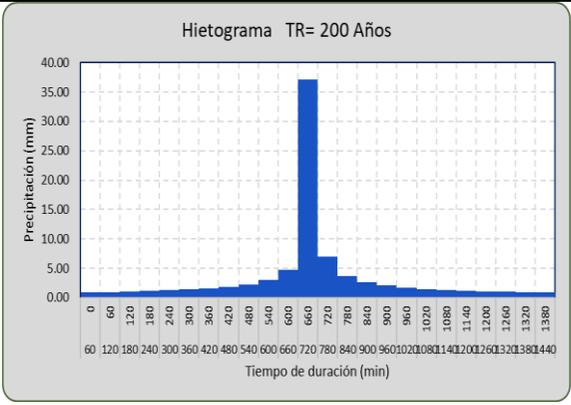
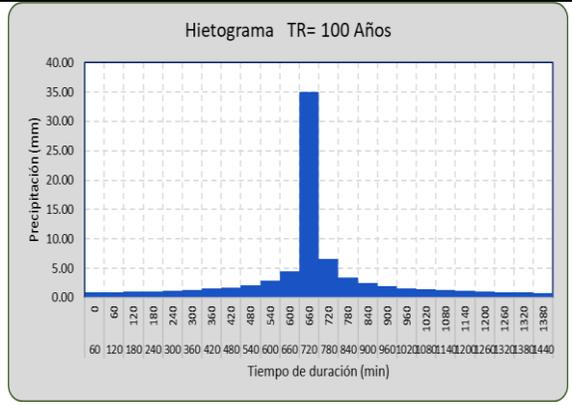
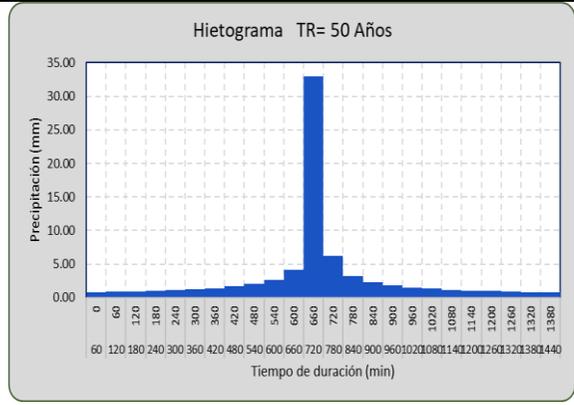
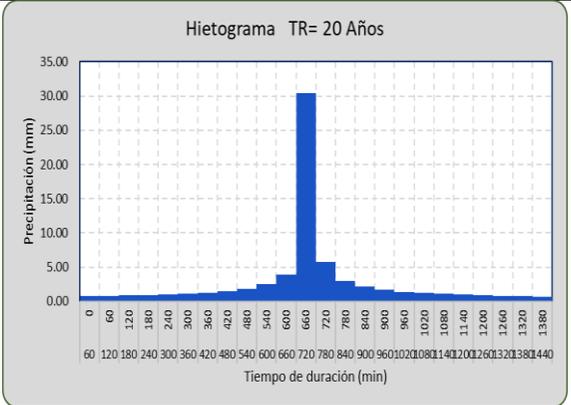
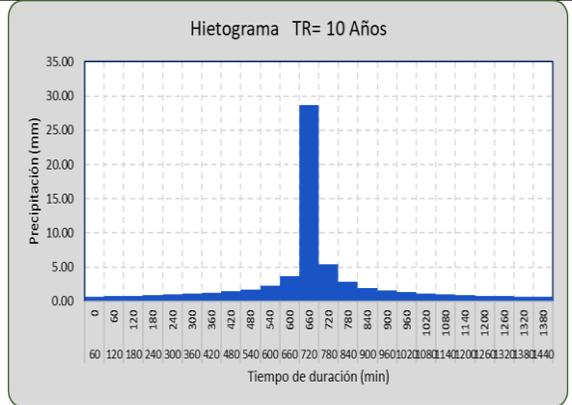
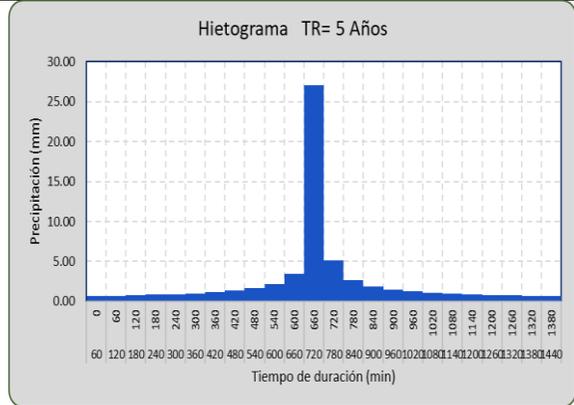
SATIPO_S1



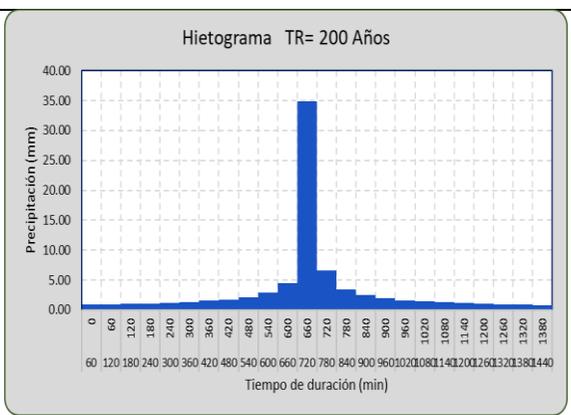
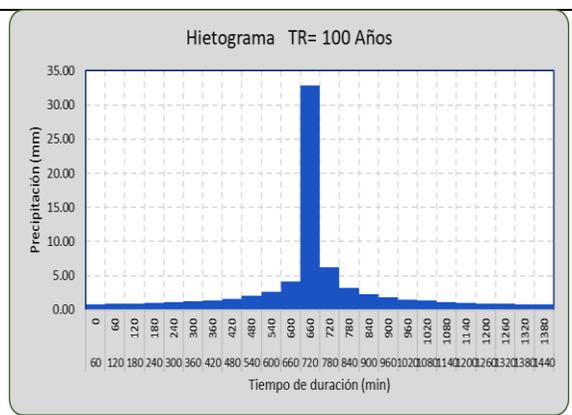
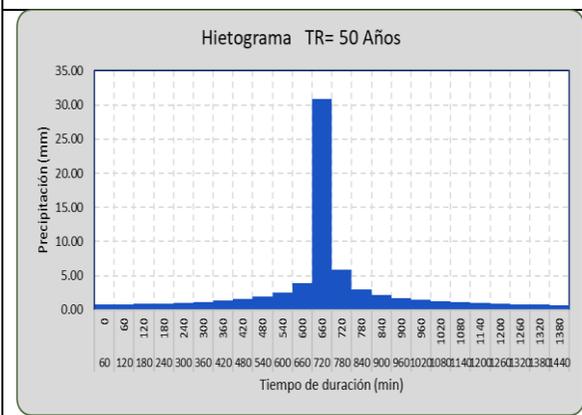
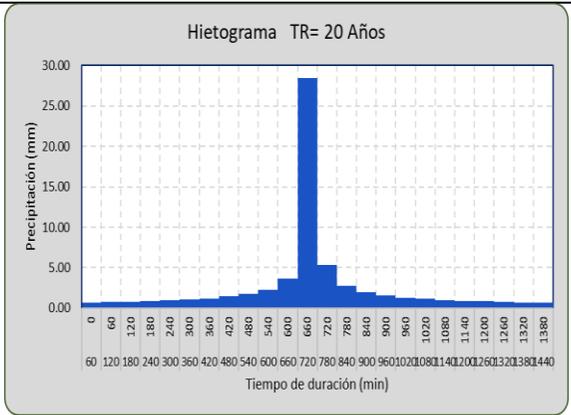
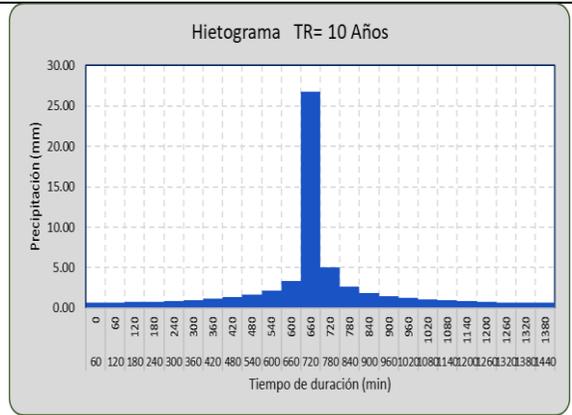
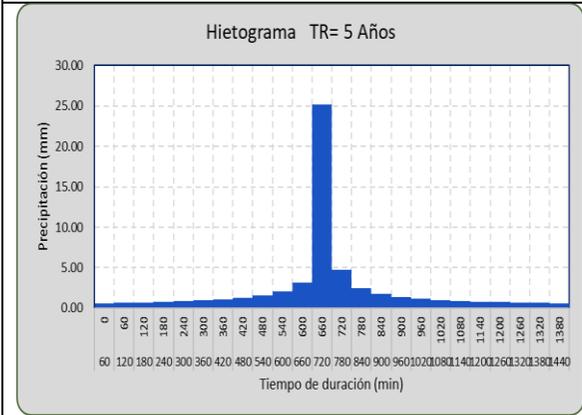
SATIPO_S2



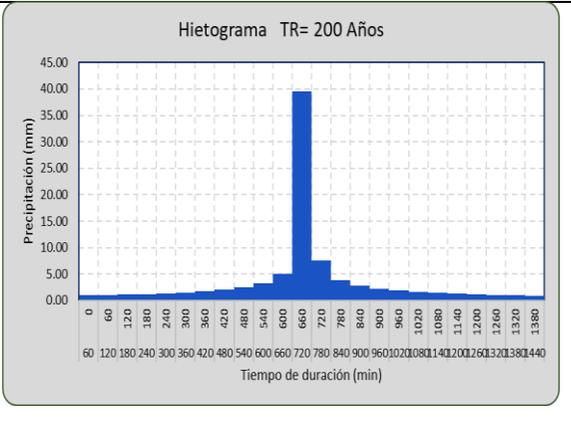
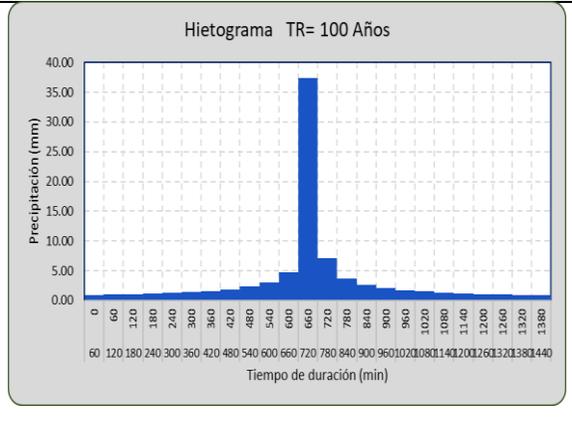
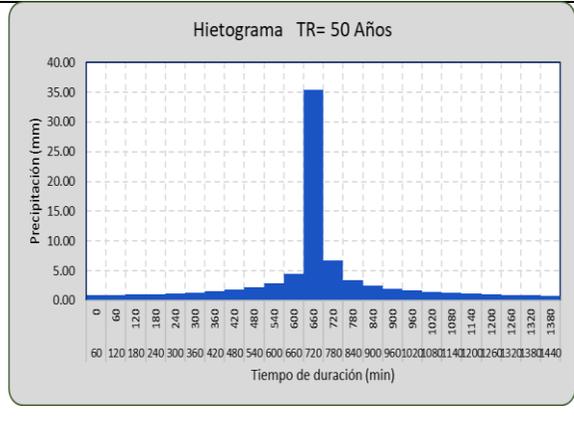
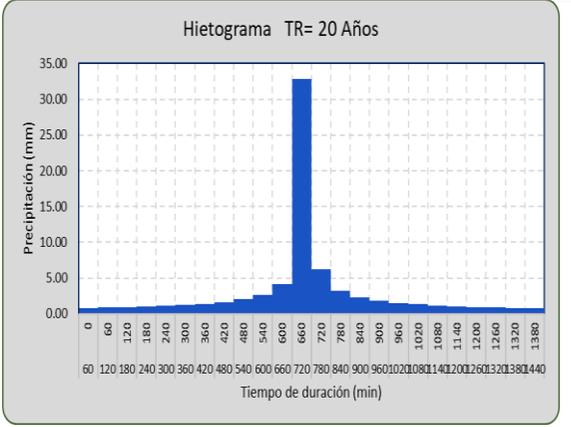
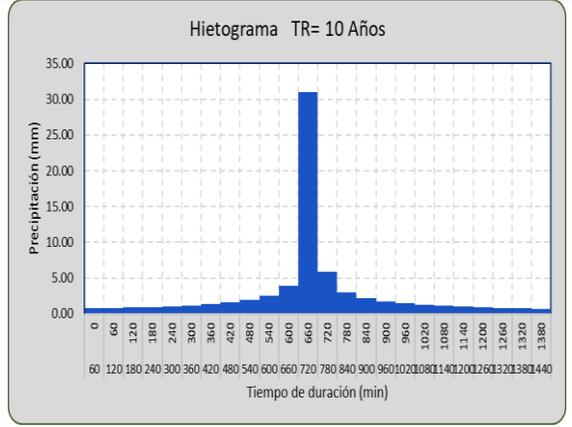
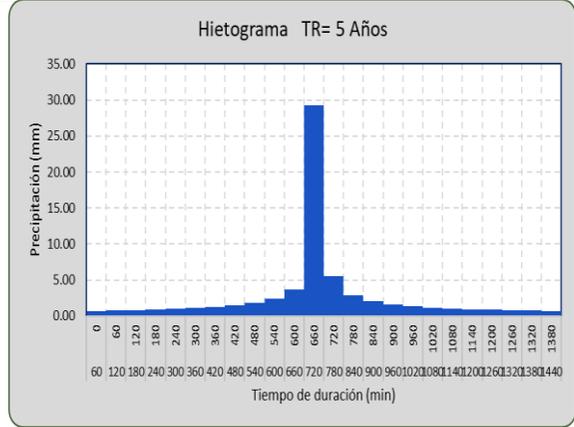
SATIPO_S3



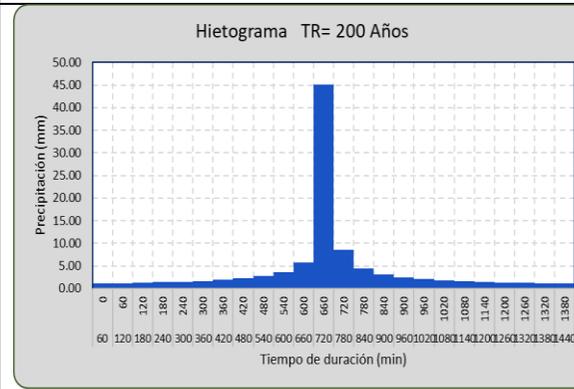
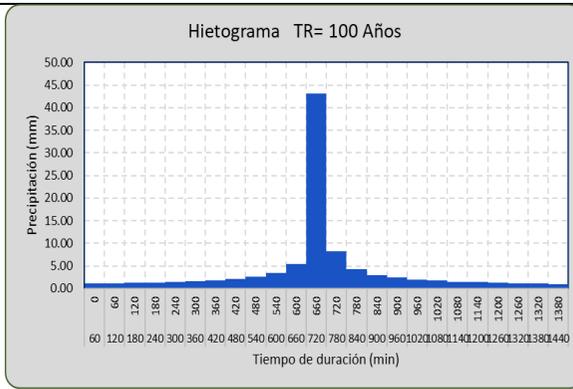
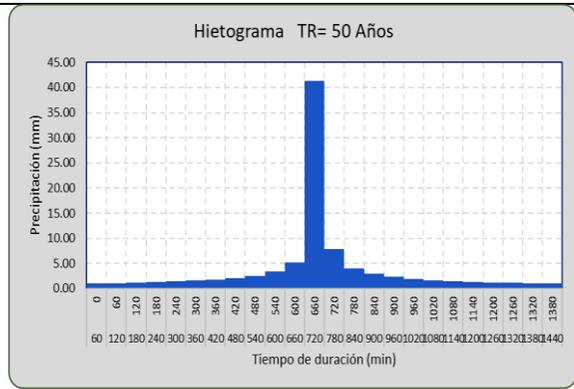
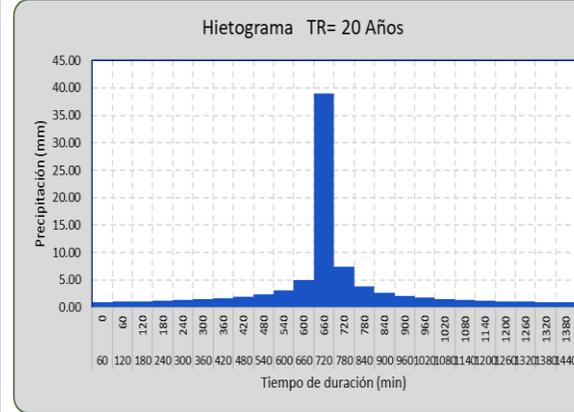
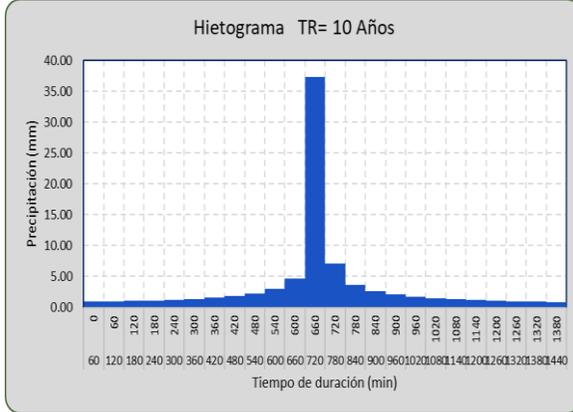
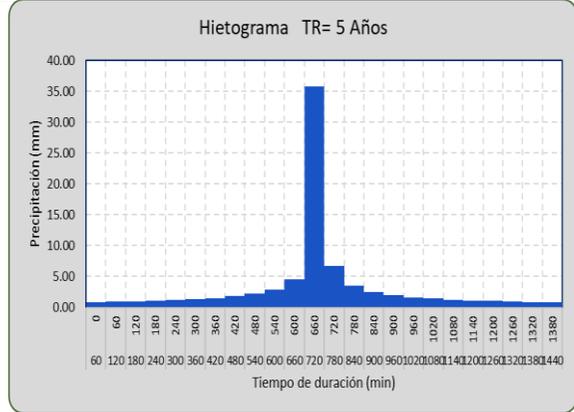
SATIPO_S4



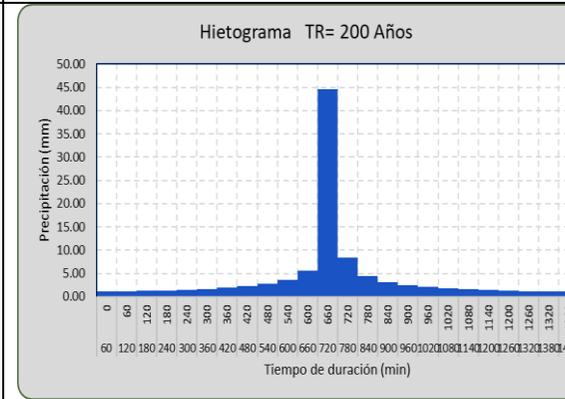
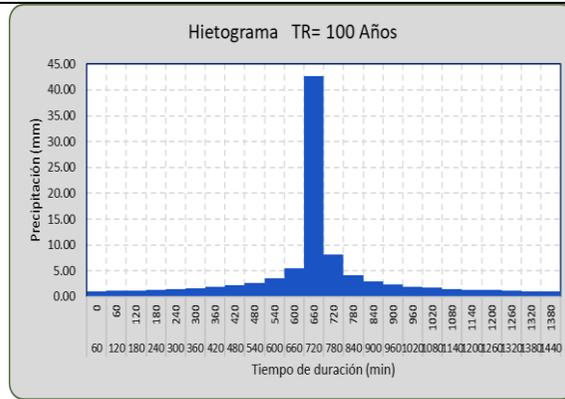
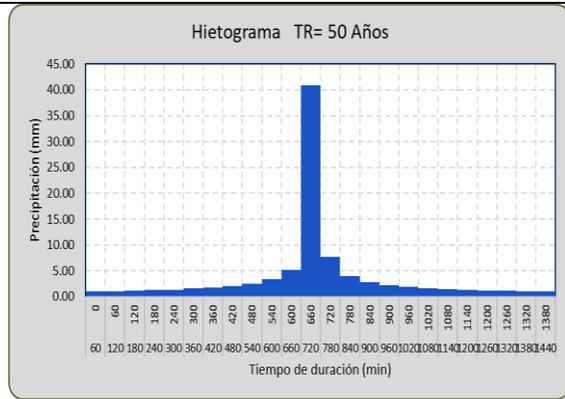
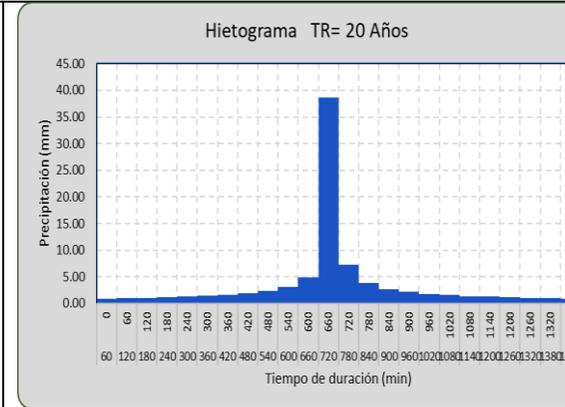
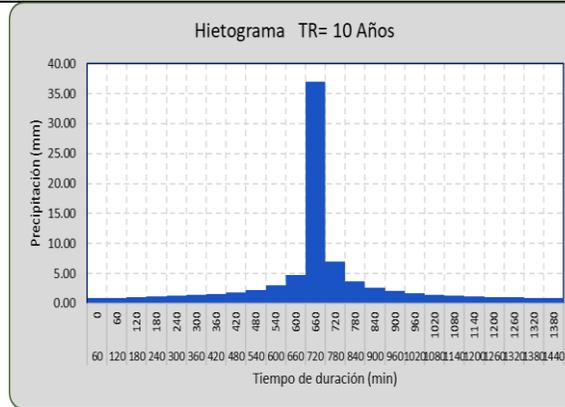
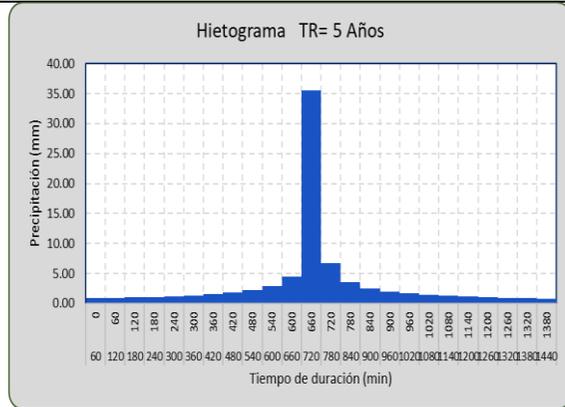
SATIPO_S5



MARIA_S1

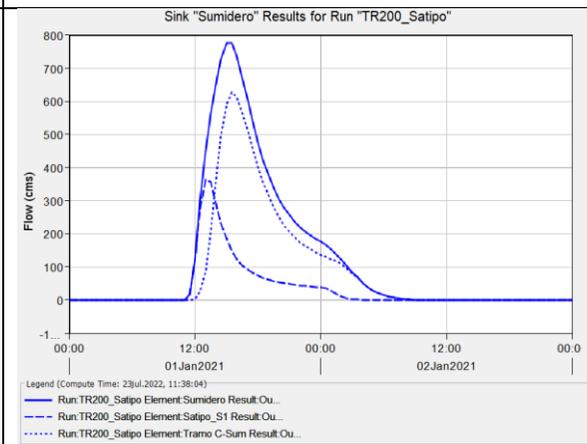
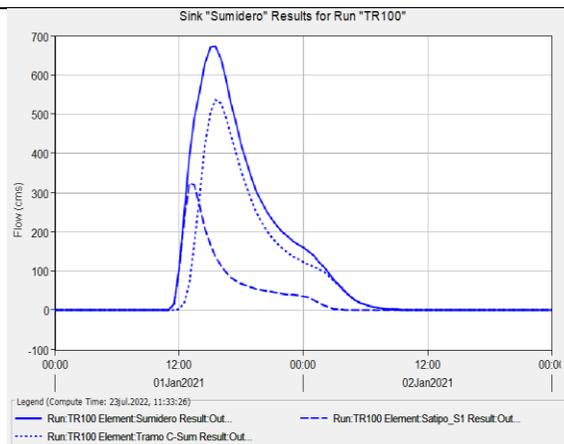
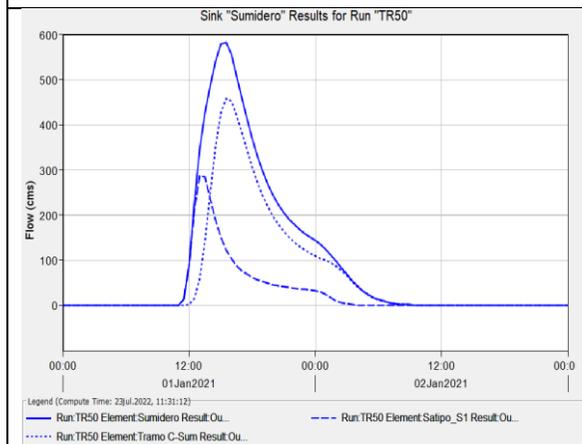
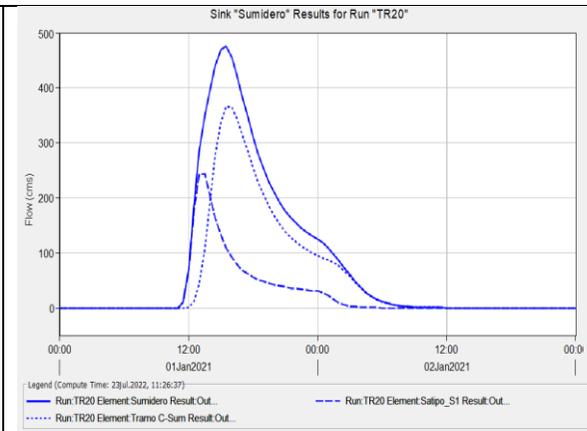
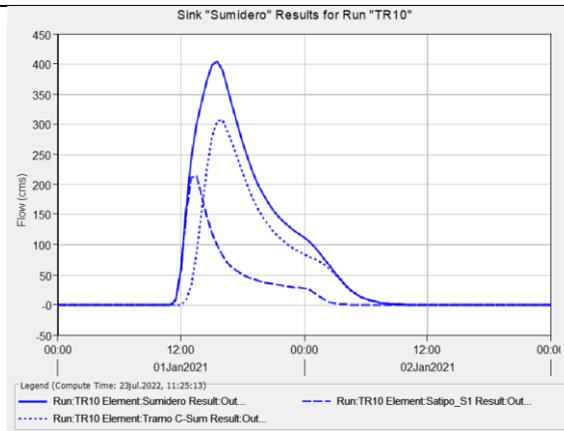
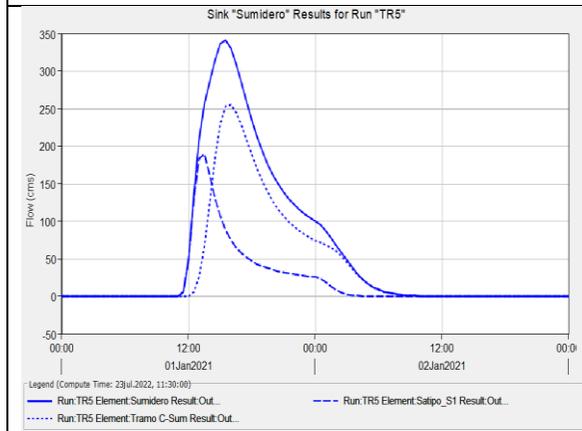


MAYO_S1

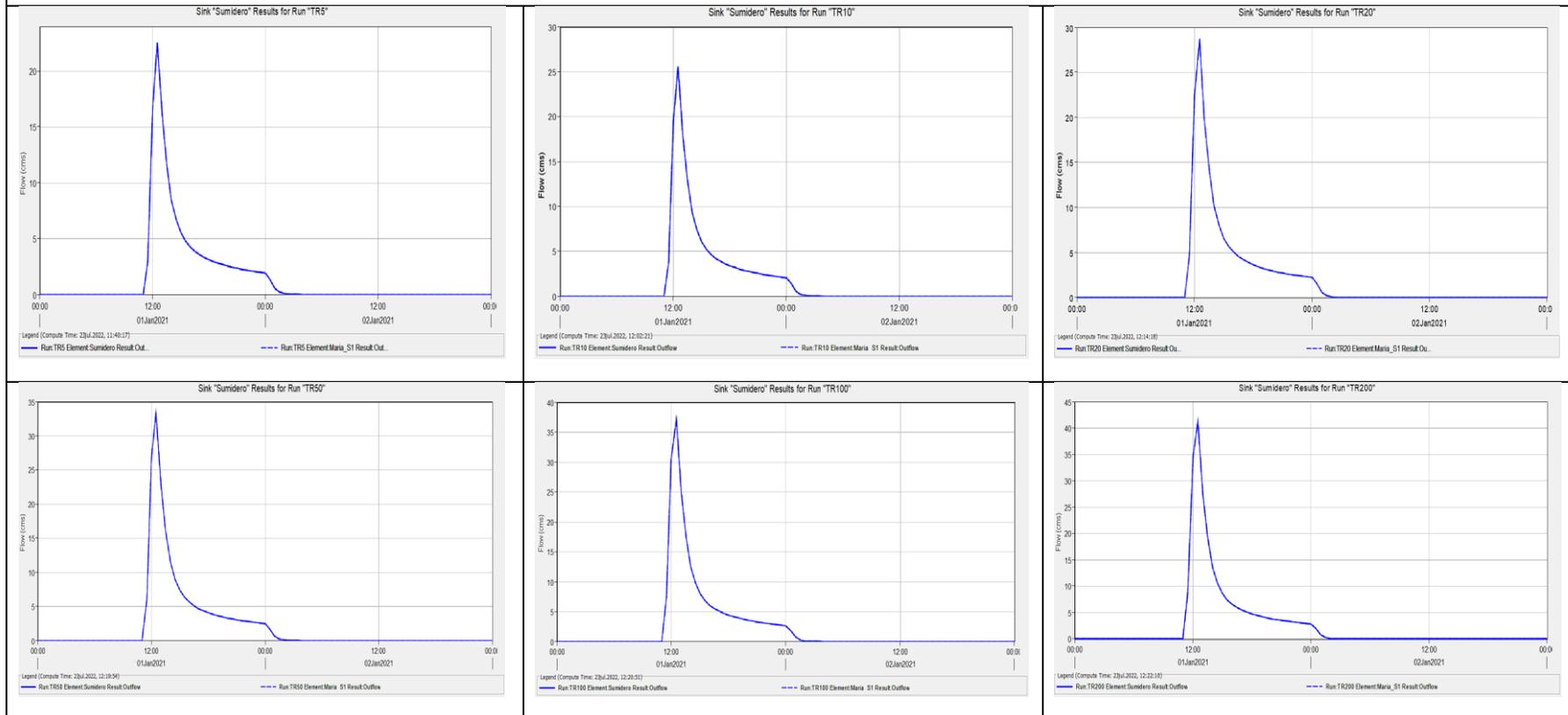


Anexo 12 – Hidrogramas de diseño

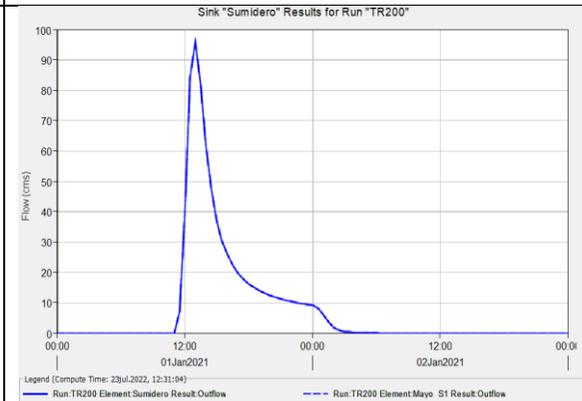
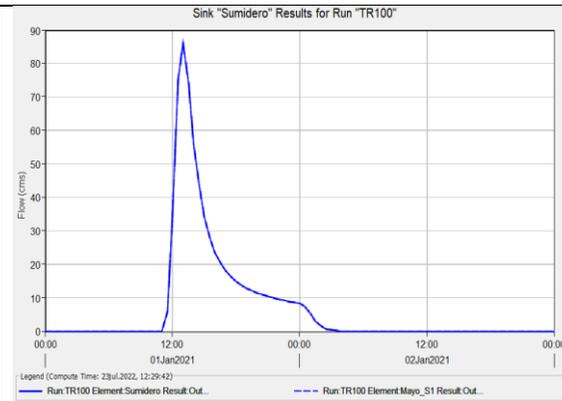
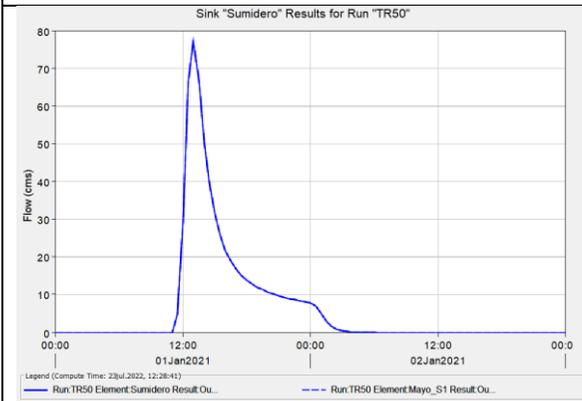
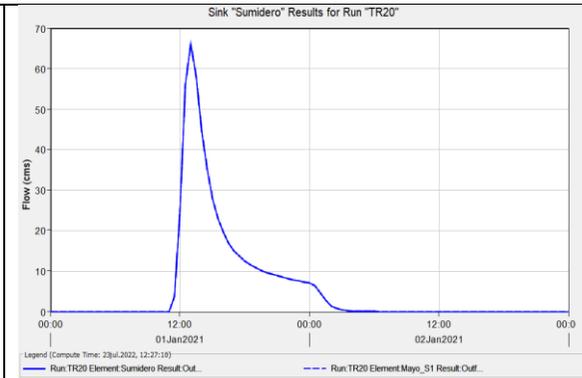
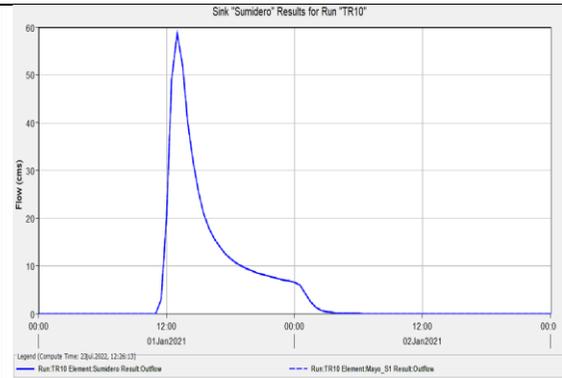
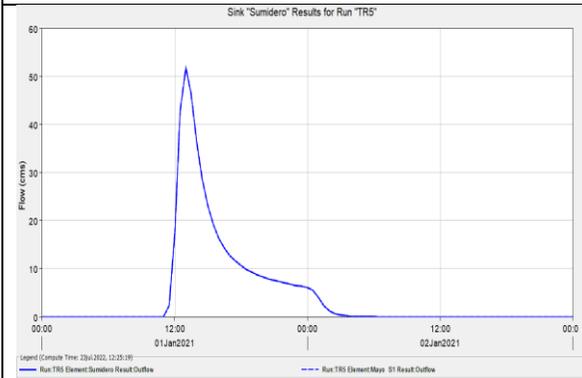
SUBCUENCA SATIPO



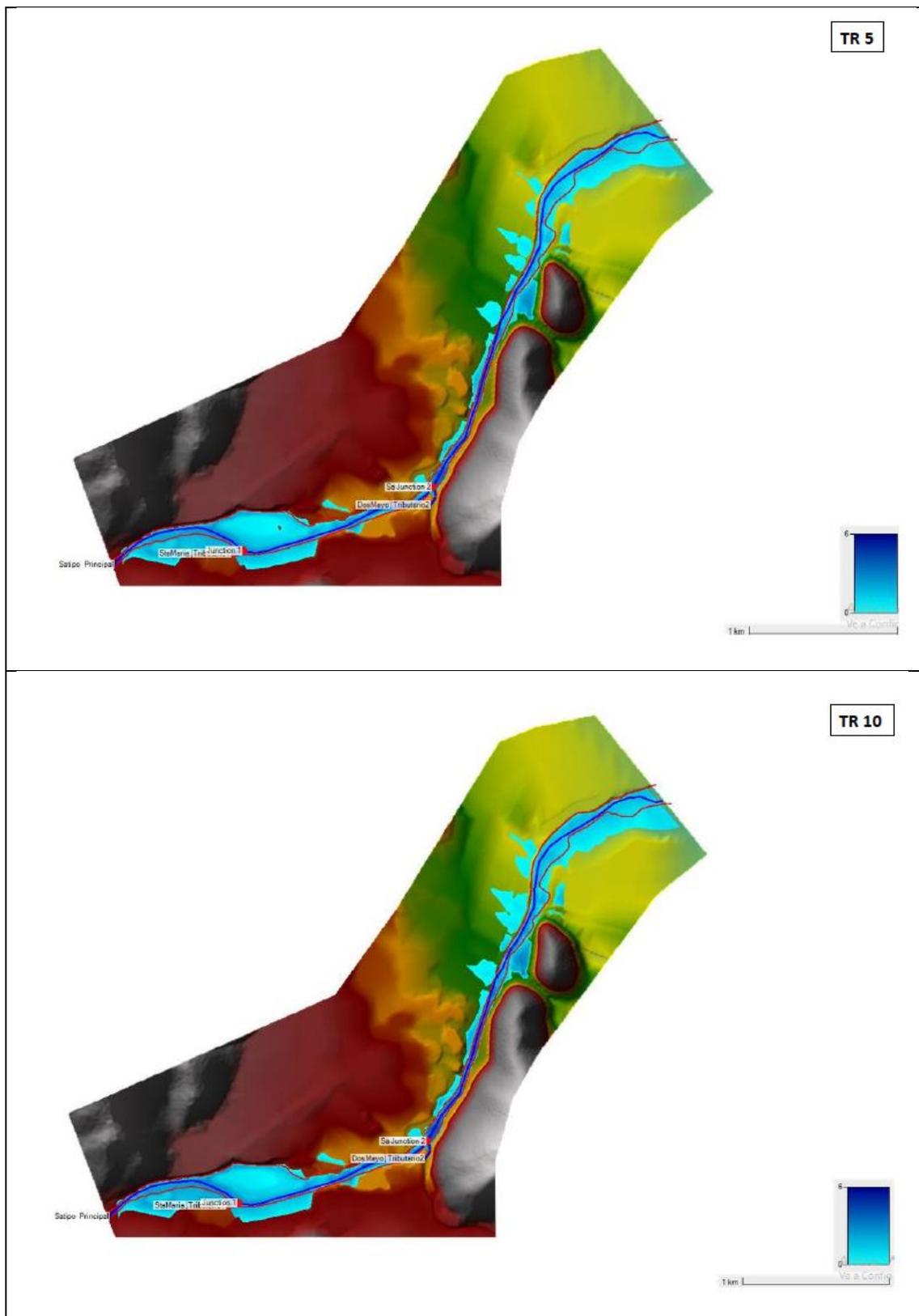
SUBCUENCA SANTA MARIA

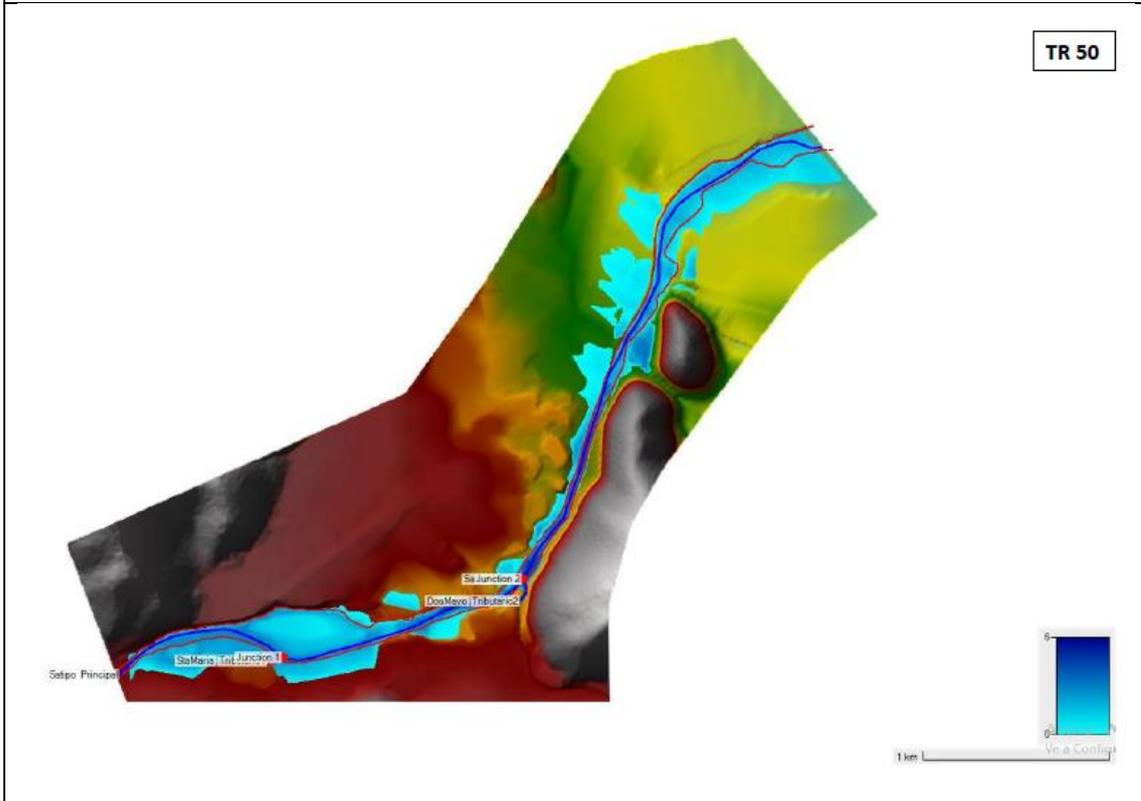
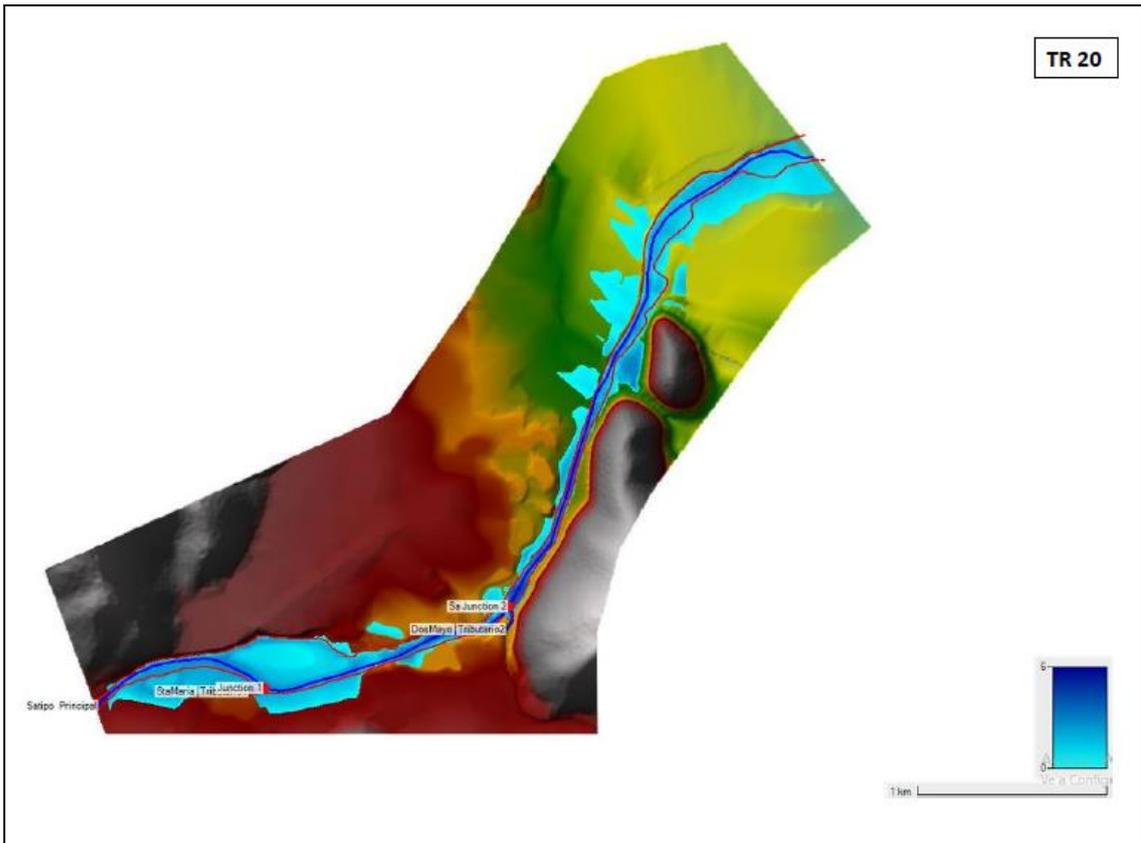


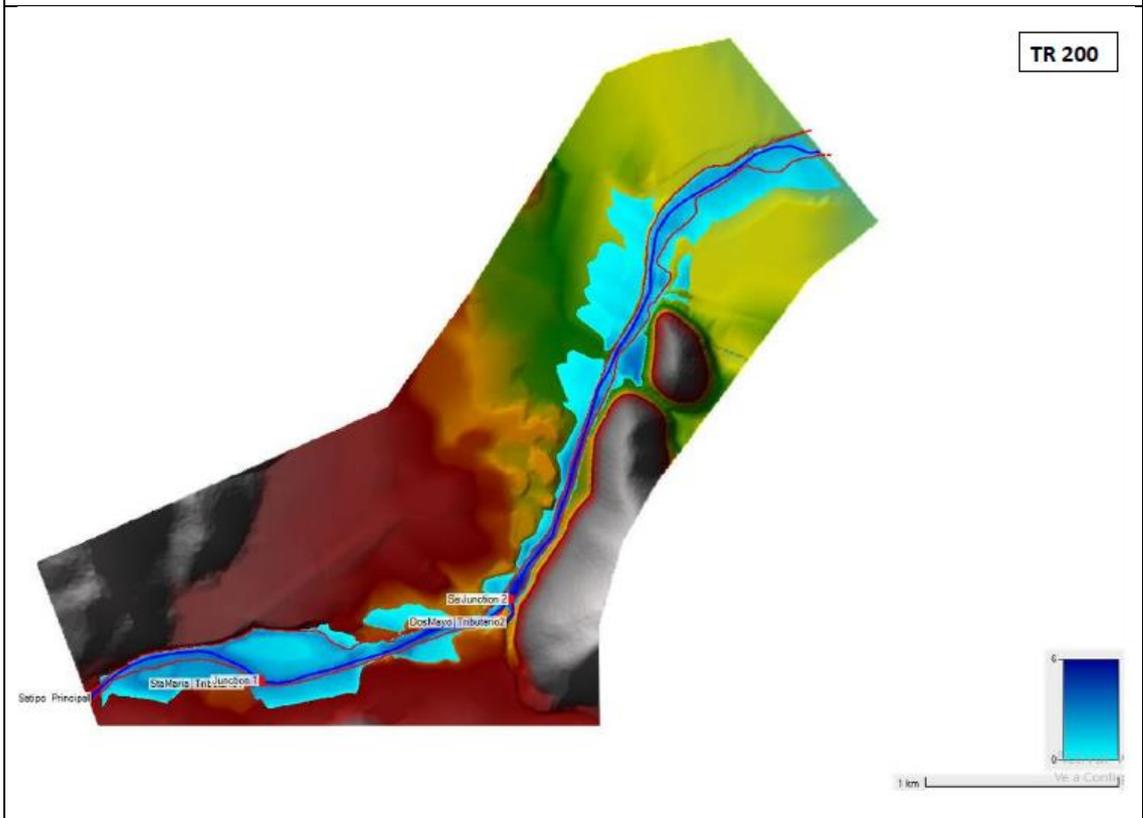
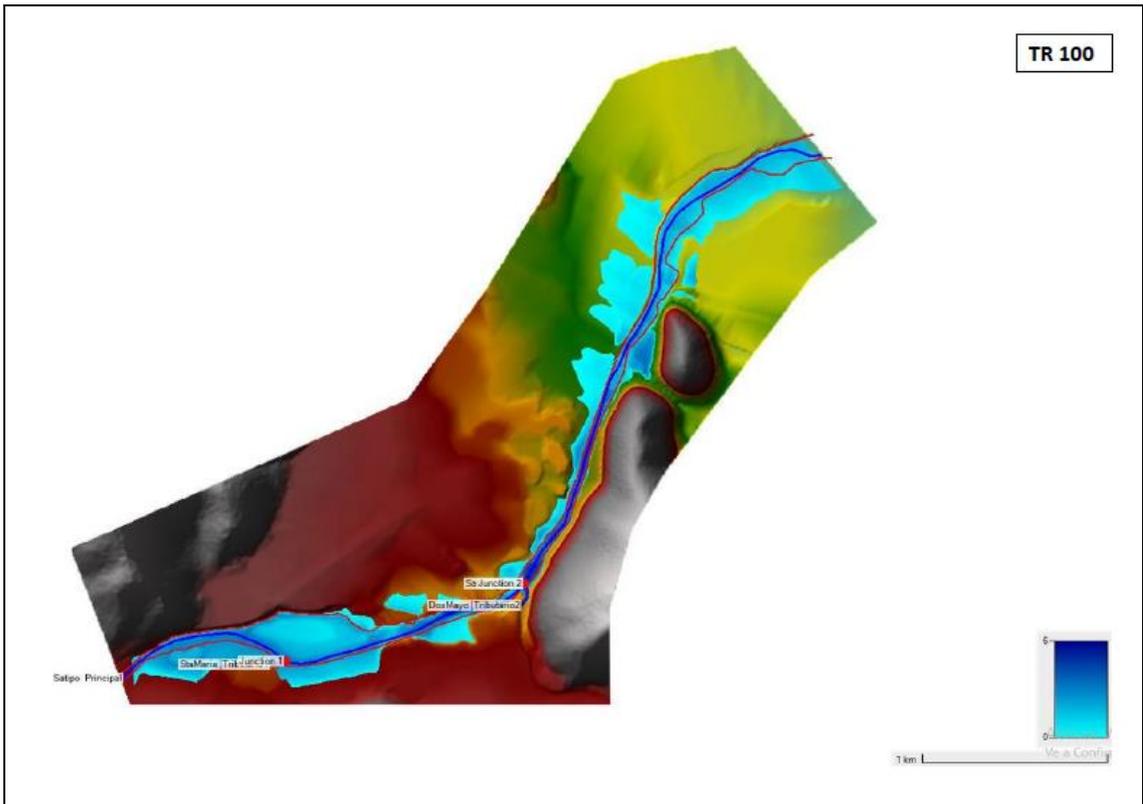
SUBCUENCA DOS DE MAYO



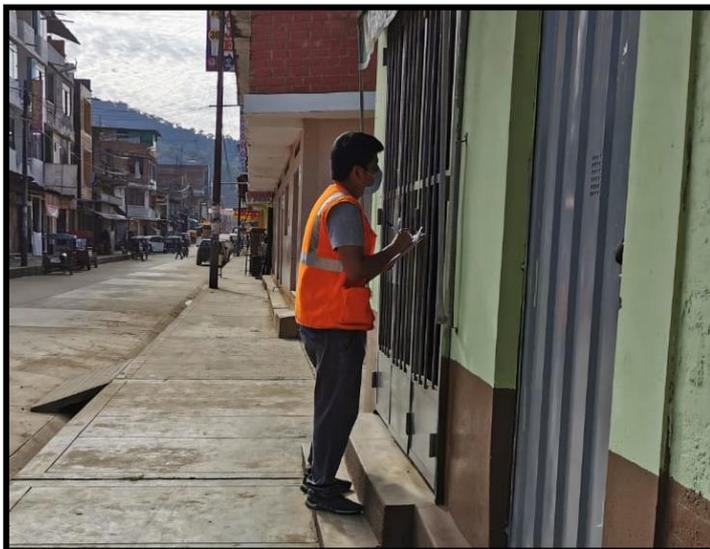
Anexo 13 – Modelos para diferentes tiempos de retorno (TR)

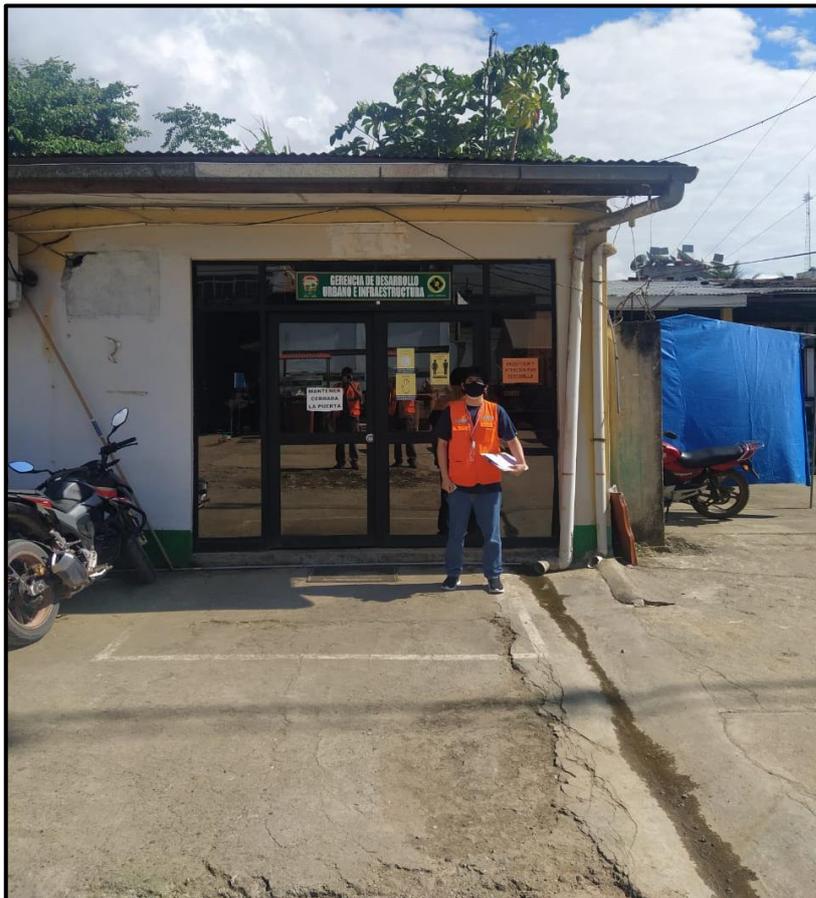






Anexo 14 – Registro fotográfico de campo









Anexo 15 – Encuestas para determinar los niveles de vulnerabilidad

ENCUESTA PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIÓN FLUVIAL EN LA CIUDAD DE SATIPO		
1. Datos del Entrevistado		
Apellidos y Nombres: <u>CARDENAS MARTINEZ Beatriz</u>		
DNI: <u>43425351</u> Edad: <u>36</u> Sexo: F(<input checked="" type="checkbox"/>) M() Ocupación: <u>NEGOCIANTE</u>		
Dirección: <u>Jr Los Incas 132</u>		
2. Datos del centro poblacional		
Nombre del Centro Poblacional <u>LOS INCAS</u>		
2.1. Categoría		
<input type="checkbox"/> Centro Poblado	<input type="checkbox"/> H.U	<input checked="" type="checkbox"/> Urbanización
<input type="checkbox"/> Asentamiento Humano	<input type="checkbox"/> A.D.V.	
3. Datos de la vivienda		
3.1. Material predominante de las viviendas		
<input type="checkbox"/> Estera/cartón	<input type="checkbox"/> Madera	<input type="checkbox"/> Quincha (caña con barro)
<input type="checkbox"/> Adobe o tapia	<input type="checkbox"/> Adobe o tapia	<input checked="" type="checkbox"/> Ladrillo o bloque de cemento
<input type="checkbox"/> Otros. Especificar _____		
3.2. Antigüedad de la edificación		
<input type="checkbox"/> Mayor a 40 años	<input type="checkbox"/> De 31 a 40 años	<input type="checkbox"/> De 21 a 30 años
<input type="checkbox"/> De 11 a 20 años	<input checked="" type="checkbox"/> Hasta 10 años	
3.3. Número de pisos		
<input type="checkbox"/> 5 pisos o más	<input type="checkbox"/> 4 pisos	<input type="checkbox"/> 3 pisos
<input type="checkbox"/> 2 pisos	<input checked="" type="checkbox"/> 1 piso	
4. Datos del hogar		
4.1. ¿Cómo está integrada su familia?		
N°	Grupo etario	N° Personas
1	18 a 40	02
2	13 a 17	01
3	41 a 60	01
4	6 a 12 / 61 a 65	03
5	0 a 5 / mayor a 65	—
4.2. ¿Cuál es su ingreso familiar promedio mensual?		
<input checked="" type="checkbox"/> ≤ S/ 930	<input type="checkbox"/> S/ 931 – S/ 1500	
<input type="checkbox"/> S/ 1501 – S/ 2000	<input type="checkbox"/> S/ 2001 – S/ 2500	
<input type="checkbox"/> > 2500		
5. Conocimiento y capacitaciones sobre desastres		
5.1. ¿Tiene conocimiento de la extracción de materiales para la construcción en este sector del río?		
<input type="checkbox"/> Si, diariamente salen camiones con materiales	<input type="checkbox"/> Si, he visto camiones y maquinarias trabajar semanalmente	
<input type="checkbox"/> Si, más no ingresan al río por esta zona	<input type="checkbox"/> Esporádicamente vienen por esta zona	
<input checked="" type="checkbox"/> Rara vez he visto esa actividad	<input type="checkbox"/> No tengo conocimiento	

ENCUESTA PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIÓN FLUVIAL EN LA CIUDAD DE SATIPO

1. Datos del Entrevistado

Apellidos y Nombres: Moya Gabino
 DNI: 20 997451 Edad: 74 Sexo: F () M (X) Ocupación: Independiente
 Dirección: Av. Malecon 1322

2. Datos del centro poblacional

Nombre del Centro Poblacional San Jorge Chavez

2.1. Categoría

- Centro Poblado H.U. Urbanización
 Asentamiento Humano A.D.V.

3. Datos de la vivienda

3.1. Material predominante de las viviendas

- Estera/cartón Madera Quincha (caña con barro)
 Adobe o tapia Adobe o tapia Ladrillo o bloque de cemento
 Otros. Especificar _____

3.2. Antigüedad de la edificación

- Mayor a 40 años De 31 a 40 años De 21 a 30 años
 De 11 a 20 años Hasta 10 años

3.3. Número de pisos

- 5 pisos o más 4 pisos 3 pisos
 2 pisos 1 piso

4. Datos del hogar

4.1. ¿Cómo está integrada su familia?

N°	Grupo etario	N° Personas
1	18 a 40	-
2	13 a 17	-
3	41 a 60	-
4	6 a 12 / 61 a 65	-
5	0 a 5 / mayor a 65	2

4.2. ¿Cuál es su ingreso familiar promedio mensual?

- ≤ S/ 930 S/ 931 – S/ 1500
 S/ 1501 – S/ 2000 S/ 2001 – S/ 2500
 > 2500

5. Conocimiento y capacitaciones sobre desastres

5.1. ¿Tiene conocimiento de la extracción de materiales para la construcción en este sector del río?

- Si, diariamente salen camiones con materiales Si, he visto camiones y maquinarias trabajar semanalmente
 Si, más no ingresan al río por esta zona Esporádicamente vienen por esta zona
 Rara vez he visto esa actividad No tengo conocimiento

5.2. ¿Dónde arroja los residuos sólidos de su vivienda?

Camión recolector Vía pública
 Los entierra Cerca del río
 En el propio río Otros. Especificar _____

5.3. ¿Tiene conocimiento heredado sobre explotación de recursos?

Si tengo conocimiento y lo aplico Si tengo conocimiento; sin embargo, no lo aplico
 No tengo conocimiento

5.4. ¿Qué tan frecuentemente recibe capacitación en temas de gestión del riesgo?

Nunca Anualmente
 Semestralmente Trimestralmente
 Mensualmente
 Describa las capacitaciones: _____

5.5. ¿Tiene usted conocimiento sobre las causas de los desastres?

Si tengo conocimiento. Especifique: _____
 No tengo conocimiento

5.6. ¿Cuál es su nivel de preparación ante la ocurrencia de un desastre? (Marcar acorde a la respuesta)

Muy preparado, con conocimiento en respuesta ante emergencias, evacuación y participación en simulacros.
 Preparado, con conocimiento en evacuación y participación en simulacros.
 Parcialmente preparado, conocimiento en evacuación, riesgos y desastres
 Escasamente preparado, con conocimiento básico sobre riesgo y desastre
 Sin preparación

5.7. ¿Existe difusión sobre temas de gestión del riesgo por parte de los medios de comunicación local?

No existe difusión Escasa difusión
 Difusión masiva y poco frecuente. Difusión masiva y frecuente, existiendo conocimiento.
 Difusión masiva y frecuente, existiendo conocimiento y participación.

5.8. ¿Qué tan frecuentemente recibe capacitación en conservación del medio ambiente?

Nunca Anualmente
 Semestralmente Trimestralmente
 Mensualmente

5.9. ¿Tiene conocimiento de cuantas veces hubo inundaciones?

Todos los años sufrimos inundación
 Es la tercera vez en 10 años
 Cada 2 años sufrimos de inundación
 Recuerdo que hubo inundaciones hace 5 años
 No tiene conocimiento

**ENCUESTA PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIÓN
FLUVIAL EN LA CIUDAD DE SATIPO**

1. Datos del Entrevistado

Apellidos y Nombres: Silva Aguayo Javier
 DNI: 41664572 Edad: 39 Sexo: F () M (x) Ocupación: Independiente
 Dirección: Prolong. Francisco Inozola 271

2. Datos del centro poblacional

Nombre del Centro Poblacional Villa Muncabel

2.1. Categoría

- Centro Poblado H.U Urbanización
 Asentamiento Humano A.D.V.

3. Datos de la vivienda

3.1. Material predominante de las viviendas

- Estera/cartón Madera Quincha (caña con barro)
 Adobe o tapia Adobe o tapia Ladrillo o bloque de cemento
 Otros. Especificar _____

3.2. Antigüedad de la edificación

- Mayor a 40 años De 31 a 40 años De 21 a 30 años
 De 11 a 20 años Hasta 10 años

3.3. Número de pisos

- 5 pisos o más 4 pisos 3 pisos
 2 pisos 1 piso

4. Datos del hogar

4.1. ¿Cómo está integrada su familia?

Nº	Grupo etario	Nº Personas
1	18 a 40	02
2	13 a 17	01
3	41 a 60	—
4	6 a 12 / 61 a 65	02
5	0 a 5 / mayor a 65	01

4.2. ¿Cuál es su ingreso familiar promedio mensual?

- ≤ S/ 930 S/ 931 – S/ 1500
 S/ 1501 – S/ 2000 S/ 2001 – S/ 2500
 > 2500

5. Conocimiento y capacitaciones sobre desastres

5.1. ¿Tiene conocimiento de la extracción de materiales para la construcción en este sector del río?

- Si, diariamente salen camiones con materiales Si, he visto camiones y maquinarias trabajar semanalmente
 Si, más no ingresan al río por esta zona Esporádicamente vienen por esta zona
 Rara vez he visto esa actividad No tengo conocimiento

5.2. ¿Dónde arroja los residuos sólidos de su vivienda?

- Camión recolector [] Vía pública
[] Los entierra [] Cerca del río
[] En el propio río [] Otros. Especificar _____

5.3. ¿Tiene conocimiento heredado sobre explotación de recursos?

- [] Si tengo conocimiento y lo aplico [] Si tengo conocimiento; sin embargo, no lo aplico
 No tengo conocimiento

5.4. ¿Qué tan frecuentemente recibe capacitación en temas de gestión del riesgo?

- Nunca [] Anualmente
[] Semestralmente [] Trimestralmente
[] Mensualmente
Describa las capacitaciones: _____

5.5. ¿Tiene usted conocimiento sobre las causas de los desastres?

- [] Si tengo conocimiento. Especifique: _____
 No tengo conocimiento

5.6. ¿Cuál es su nivel de preparación ante la ocurrencia de un desastre? (Marcar acorde a la respuesta)

- [] Muy preparado, con conocimiento en respuesta ante emergencias, evacuación y participación en simulacros.
[] Preparado, con conocimiento en evacuación y participación en simulacros.
[] Parcialmente preparado, conocimiento en evacuación, riesgos y desastres
 Escasamente preparado, con conocimiento básico sobre riesgo y desastre
[] Sin preparación

5.7. ¿Existe difusión sobre temas de gestión del riesgo por parte de los medios de comunicación local?

- [] No existe difusión Escasa difusión
[] Difusión masiva y poco frecuente. [] Difusión masiva y frecuente, existiendo conocimiento.
[] Difusión masiva y frecuente, existiendo conocimiento y participación.

5.8. ¿Qué tan frecuentemente recibe capacitación en conservación del medio ambiente?

- [] Nunca Anualmente
[] Semestralmente [] Trimestralmente
[] Mensualmente

5.9. ¿Tiene conocimiento de cuantas veces hubo inundaciones?

- Todos los años sufrimos inundación
[] Es la tercera vez en 10 años
[] Cada 2 años sufrimos de inundación
[] Recuerdo que hubo inundaciones hace 5 años
[] No tiene conocimiento

Anexo 16 – Matrices de ponderación Saaty

GRUPO ETAREO	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	De 6 a 12 años y de 61 a 65 años	De 13 a 17 años	De 41 a 60 años	De 18 a 40 años
De 0 a 5 años y mayor a 65 años	1.00	2.00	4.00	6.00	9.00
De 6 a 12 años y de 61 a 65 años	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
De 13 a 17 años	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
De 41 a 60 años	0.17	0.25	0.50	1.00	2.00
De 18 a 40 años	0.11	0.17	0.25	0.50	1.00
Índice de Consistencia					0.0083
Relación de Consistencia					0.0075

NUMERO DE PERSONAS	> 10 personas	7 - 10 personas	5 - 6 personas	3 - 4 personas	< 3 personas
> 10 personas	1.00	2.00	4.00	6.00	9.00
7 - 10 personas	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
5 - 6 personas	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
3 - 4 personas	0.17	0.25	0.50	1.00	2.00
< 3 personas	0.11	0.17	0.25	0.50	1.00
Índice de Consistencia					0.0083
Relación de Consistencia					0.0075

SERVICIOS EDUCATIVOS	>75% del servicio educativo expuesto	≤ 75% y > 50% del servicio educativo expuesto	≤ 50% y > 25% del servicio educativo expuesto	≤ 25% y > 10% del servicio educativo expuesto	≤ 10% del servicio educativo expuesto
>75% del servicio educativo expuesto	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
≤ 75% y > 50% del servicio educativo expuesto	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
≤ 50% y > 25% del servicio educativo expuesto	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
≤ 25% y > 10% del servicio educativo expuesto	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
≤ 10% del servicio educativo expuesto	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
Índice de Consistencia					0.0607
Relación de Consistencia					0.0544

SERVICIOS DE SALUD	>60% del servicio de salud expuesto	≤ 60% y > 35% del servicio educativo expuesto	≤ 35% y > 20% del servicio educativo expuesto	≤ 20% y > 10% del servicio educativo expuesto	≤ 10% del servicio educativo expuesto
>60% del servicio de salud expuesto	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
≤ 60% y > 35% del servicio educativo expuesto	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
≤ 35% y > 20% del servicio educativo expuesto	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
≤ 20% y > 10% del servicio educativo expuesto	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
≤ 10% del servicio educativo expuesto	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
Índice de Consistencia					0.0607
Relación de Consistencia					0.0544

MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	Estera / Cartón/ Calamina	Madera	Quincha (caña con barro)	Adobe o tapia	Ladrillo o bloque de cemento
Estera / Cartón/ Calamina	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Madera	0.33	1.00	2.00	4.00	6.00
Quincha (caña con barro)	0.20	0.50	1.00	2.00	4.00
Adobe o tapia	0.14	0.25	0.50	1.00	2.00
Ladrillo o bloque de cemento	0.11	0.17	0.25	0.50	1.00
Índice de Consistencia					0.0196
Relación de Consistencia					0.0175

ANTIGÜEDAD DE LA EDIFICACION	> 40 años	31 - 40 años	21 - 30 años	11 - 20 años	≤ 10 años
> 40 años	1.00	2.00	5.00	7.00	8.00
31 - 40 años	0.50	1.00	2.00	5.00	7.00
21 - 30 años	0.20	0.50	1.00	2.00	5.00
11 - 20 años	0.14	0.20	0.50	1.00	2.00
≤ 10 años	0.13	0.14	0.20	0.50	1.00
Índice de Consistencia					0.0265
Relación de Consistencia					0.0238

NÚMERO DE PISOS	5 o más pisos	4 pisos	3 pisos	2 pisos	1 piso
5 o más pisos	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
4 pisos	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
3 pisos	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
2 pisos	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
1 piso	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
Índice de Consistencia					0.0607
Relación de Consistencia					0.0544

CAPACITACIÓN EN GRD	Nunca	Anualmente	Semestralmente	Trimestralmente	Mensualmente
Nunca	1.00	5.00	6.00	7.00	9.00
Anualmente	0.20	1.00	2.00	4.00	6.00
Semestralmente	0.17	0.50	1.00	3.00	5.00
Trimestralmente	0.14	0.25	0.33	1.00	3.00
Mensualmente	0.11	0.17	0.20	0.33	1.00
Índice de Consistencia					0.0743
Relación de Consistencia					0.0667

CONOCIMIENTO DE DESASTRES	Desconocimiento de toda la población sobre causas de los desastres (0%)	Escaso conocimiento de la población sobre las causas de los desastres (0% < 30 %)	Regular conocimiento de la población sobre las causas de los desastres (30% < 70%)	La mayoría de la población tiene conocimiento sobre las causas de los desastres (70% < 100%)	Toda la población tiene conocimiento sobre las causas de los desastres
Desconocimiento de toda la población sobre causas de los desastres (0%)	1.00	5.00	6.00	7.00	9.00
Escaso conocimiento de la población sobre las causas de los desastres (0% < 30 %)	0.20	1.00	2.00	4.00	6.00
Regular conocimiento de la población sobre las causas de los desastres (30% < 70%)	0.17	0.50	1.00	3.00	5.00
La mayoría de la población tiene conocimiento sobre las causas de los desastres (70% < 100%)	0.14	0.25	0.33	1.00	3.00
Toda la población tiene conocimiento sobre las causas de los desastres	0.11	0.17	0.20	0.33	1.00
Índice de Consistencia					0.0743
Relación de Consistencia					0.0667

NIVEL DE PREPARACIÓN ANTE DESASTRES	Sin preparación	Escasamente preparado, con conocimiento en riesgos y desastres	Parcialmente preparado, conocimiento en evacuación, riesgos y desastres	Preparado, con conocimiento en evacuación y participación en simulacros	Muy preparado, con conocimiento en respuesta ante emergencias, evacuación y participación en simulacros
Sin preparación	1.00	5.00	6.00	7.00	9.00
Escasamente preparado, con conocimiento en riesgos y desastres	0.20	1.00	3.00	5.00	7.00
Parcialmente preparado, conocimiento en evacuación, riesgos y desastres	0.17	0.33	1.00	3.00	5.00
Preparado, con conocimiento en evacuación y participación en simulacros	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Muy preparado, con conocimiento en respuesta ante emergencias, evacuación y participación en simulacros	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
Índice de Consistencia					0.0970
Relación de Consistencia					0.0870

DIFUSIÓN SOBRE GRD	No existe difusión	Escasa difusión	Difusión masiva y poco frecuente	Difusión masiva y frecuente, existiendo conocimiento	Difusión masiva y frecuente, existiendo conocimiento y participación
No existe difusión	1.00	5.00	6.00	7.00	9.00
Escasa difusión	0.20	1.00	3.00	5.00	7.00
Difusión masiva y poco frecuente	0.17	0.33	1.00	3.00	5.00
Difusión masiva y frecuente, existiendo conocimiento	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Difusión masiva y frecuente, existiendo conocimiento y participación	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
Índice de Consistencia					0.0970
Relación de Consistencia					0.0870

LOCALIZACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	Muy cercano 0 - 0.2 km	Cercano 0.2 - 1 km	Medianamente cerca 1 - 3 km	Alejada 3 - 5 km	Muy alejada > 5 km
Muy cercano 0 - 0.2 km	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Cercano 0.2 - 1 km	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Medianamente cerca 1 - 3 km	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Alejada 3 - 5 km	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Muy alejada > 5 km	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
Índice de Consistencia					0.0607
Relación de Consistencia					0.0544

INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA	> 75 % del servicio expuesto	> 50% y ≤ 75% del servicio expuesto	> 25% y ≤ 50% del servicio expuesto	> 10% y ≤ 25% del servicio expuesto	≤ 10% del servicio expuesto
> 75 % del servicio expuesto	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
> 50% y ≤ 75% del servicio expuesto	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
> 25% y ≤ 50% del servicio expuesto	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
> 10% y ≤ 25% del servicio expuesto	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
≤ 10% del servicio expuesto	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
Índice de Consistencia					0.0607
Relación de Consistencia					0.0544

PENDIENTE	80% ≥ P > 50%	50% ≥ P > 30%	30% ≥ P > 20%	20% ≥ P > 10%	10% ≥ P
80% ≥ P > 50%	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
50% ≥ P > 30%	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
30% ≥ P > 20%	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
20% ≥ P > 10%	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
10% ≥ P	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
Índice de Consistencia					0.0607
Relación de Consistencia					0.0544

INGRESO PROMEDIO	≤ S/ 930	S/ 931 - S/ 1500	S/ 1501 - S/ 2000	S/ 2001 - S/ 2500	> 2500
≤ S/ 930	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
S/ 931 - S/ 1500	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
S/ 1501 - S/ 2000	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
S/ 2001 - S/ 2500	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
> 2500	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
Índice de Consistencia					0.0607
Relación de Consistencia					0.0544

CAPACITACIÓN EN GRD	Nunca	Anualmente	Semestralmente	Trimestralmente	Mensualmente
Nunca	1.00	5.00	6.00	7.00	9.00
Anualmente	0.20	1.00	2.00	4.00	6.00
Semestralmente	0.17	0.50	1.00	3.00	5.00
Trimestralmente	0.14	0.25	0.33	1.00	3.00
Mensualmente	0.11	0.17	0.20	0.33	1.00
Índice de Consistencia					0.0743
Relación de Consistencia					0.0667

DEFORESTACION	Áreas urbanas	Áreas de cultivo	Tierras dedicadas al cultivo de pastos	Terrenos con Bosque
Áreas urbanas	1.00	5.00	7.00	9.00
Áreas de cultivo	0.20	1.00	3.00	5.00
Tierras dedicadas al cultivo de pastos	0.14	0.33	1.00	3.00
Terrenos con Bosque	0.11	0.20	0.33	1.00
Índice de Consistencia				0.0580
Relación de Consistencia				0.0658

PERDIDA DE SUELO	> 200 Ton/ha/año	100 - 200	10 - 100	0.50 - 10	0 - 0.50
> 200 Ton/ha/año	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
100 - 200	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
10 - 100	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
0.50 - 10	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
0 - 0.50	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
Índice de Consistencia					0.0607
Relación de Consistencia					0.0544

EXPLOTACIÓN DE RECURSOS NATURALES	Prácticas negligentes e intensas de degradación en el cauce	Prácticas negligentes estacionales de degradación en el cauce	Prácticas de degradación del cauce de baja intensidad	Prácticas de consumo/uso del cauce con asesoramiento técnico	Prácticas de consumo/uso del cauce con asesoramiento técnico permanente bajo criterios de sostenibilidad
Prácticas negligentes e intensas de degradación en el cauce	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Prácticas negligentes estacionales de degradación en el cauce	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Prácticas de degradación del cauce de baja intensidad	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Prácticas de consumo/uso del cauce con asesoramiento técnico	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Prácticas de consumo/uso del cauce con asesoramiento técnico permanente bajo criterios de sostenibilidad	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
Índice de Consistencia					0.0607
Relación de Consistencia					0.0544

OCURRENCIA PASADA DE INUNDACIONES	Todos los años	Cada 2 años	Tres veces cada 10 años	Hace 5 años
Todos los años	1.00	3.00	5.00	7.00
Cada 2 años	0.33	1.00	3.00	5.00
Tres veces cada 10 años	0.20	0.33	1.00	3.00
Hace 5 años	0.14	0.20	0.33	1.00
Índice de Consistencia				0.0395
Relación de Consistencia				0.0448

CONOCIMIENTO HEREDADO EN EXPLOTACIÓN DE RECURSOS	La población en su totalidad ha perdido los conocimientos (0%)	Algunos pobladores poseen y aplican sus conocimientos (0%<>30%)	Parte de la población posee y aplica sus conocimientos (30%<>70%)	La población mayoritariamente posee y aplica sus conocimientos (70%<>100%)	La población en su totalidad posee y aplica sus conocimientos (100%)
La población en su totalidad ha perdido los conocimientos (0%)	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Algunos pobladores poseen y aplican sus conocimientos (0%<>30%)	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Parte de la población posee y aplica sus conocimientos (30%<>70%)	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
La población mayoritariamente posee y aplica sus conocimientos (70%<>100%)	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
La población en su totalidad posee y aplica sus conocimientos (100%)	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
Índice de Consistencia					0.0607
Relación de Consistencia					0.0544

CAPACITACIÓN EN TEMAS DE CONSERVACION AMBIENTAL	Nunca	Anualmente	Semestralmente	Trimestralmente	Mensualmente
Nunca	1.00	5.00	6.00	7.00	9.00
Anualmente	0.20	1.00	2.00	4.00	6.00
Semestralmente	0.17	0.50	1.00	3.00	5.00
Trimestralmente	0.14	0.25	0.33	1.00	3.00
Mensualmente	0.11	0.17	0.20	0.33	1.00
Índice de Consistencia					0.0743
Relación de Consistencia					0.0667

Anexo 17 – Cálculo de niveles de vulnerabilidad

EXPOSICIÓN																
SOCIAL								ECONOMICO				AMBIENTAL				VALOR DE EXPOSICIÓN
G. ETAREO		N. PERSONAS		S. EDUCATIVOS		S. SALUD		L. EDIFICACION		S. ELECTRICO		DEFORESTACION		P. SUELO		
Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	
0.250	0.475	0.250	0.475	0.250	0.503	0.250	0.503	0.500	0.503	0.500	0.503	0.500	0.643	0.500	0.503	0.521
0.250	0.266	0.250	0.266	0.250	0.260	0.250	0.260	0.500	0.260	0.500	0.260	0.500	0.208	0.500	0.260	0.252
0.250	0.142	0.250	0.142	0.250	0.134	0.250	0.134	0.500	0.134	0.500	0.134	0.500	0.101	0.500	0.134	0.130
0.250	0.075	0.250	0.075	0.250	0.068	0.250	0.068	0.500	0.068	0.500	0.068	0.500	0.048	0.500	0.068	0.066
0.250	0.042	0.250	0.042	0.250	0.035	0.250	0.035	0.500	0.035	0.500	0.035	0.500	0.000	0.500	0.035	0.030

FRAGILIDAD																			
SOCIAL						ECONOMICO								AMBIENTAL				VALOR DE FRAGILIDAD	
M. CONSTRUCCION		A. CONSTRUCCION		# PISOS		M. CONSTRUCCION		A. CONSTRUCCION		T. TERRENO		# PISOS		E. RECURSOS		O. INUNDACIONES			
Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc		
0.333	0.527	0.333	0.481	0.333	0.503	0.250	0.527	0.250	0.481	0.250	0.503	0.250	0.503	0.500	0.503	0.500	0.558	0.512	
0.333	0.233	0.333	0.274	0.333	0.260	0.250	0.233	0.250	0.274	0.250	0.260	0.250	0.260	0.500	0.260	0.500	0.263	0.258	
0.333	0.130	0.333	0.139	0.333	0.134	0.250	0.130	0.250	0.139	0.250	0.134	0.250	0.134	0.500	0.134	0.500	0.122	0.132	
0.333	0.070	0.333	0.067	0.333	0.068	0.250	0.070	0.250	0.067	0.250	0.068	0.250	0.068	0.500	0.068	0.500	0.057	0.066	
0.333	0.041	0.333	0.040	0.333	0.035	0.250	0.041	0.250	0.040	0.250	0.035	0.250	0.035	0.500	0.035	0.500	0.000	0.031	

RESILIENCIA																
SOCIAL								ECONOMICO				AMBIENTAL				VALOR DE RESILIENCIA
C. GRD		C. DESASTRES		N. PREPARACION		C.D. GRD		I. PROMEDIO		C. GRD		C. EXPLOTACION RRNN		C. CONSERVACION AMB		
Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	
0.250	0.560	0.250	0.560	0.250	0.545	0.250	0.545	0.500	0.503	0.500	0.560	0.500	0.503	0.500	0.560	0.538
0.250	0.198	0.250	0.198	0.250	0.229	0.250	0.229	0.500	0.260	0.500	0.198	0.500	0.260	0.500	0.198	0.224
0.250	0.137	0.250	0.137	0.250	0.126	0.250	0.126	0.500	0.134	0.500	0.137	0.500	0.134	0.500	0.137	0.134
0.250	0.070	0.250	0.070	0.250	0.066	0.250	0.066	0.500	0.068	0.500	0.070	0.500	0.068	0.500	0.070	0.069
0.250	0.035	0.250	0.035	0.250	0.034	0.250	0.034	0.500	0.035	0.500	0.035	0.500	0.035	0.500	0.035	0.035

EXPOSICIÓN	FRAGILIDAD	RESILIENCIA	VULNERABILIDAD
0.521	0.512	0.538	0.524
0.252	0.258	0.224	0.245
0.130	0.132	0.134	0.132
0.066	0.066	0.069	0.067
0.030	0.031	0.035	0.032

Anexo 18 – Matriz de evaluación de riesgos

N°	Propietario	Valor de Peligro (P)	Vulnerabilidad									Valor de Vulnerabilidad (V)	Valor de Riesgo (VxP)	NIVEL DE RIESGO
			Dimensión Social			Dimensión Económica			Dimensión ambiental					
			Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Exposición	Fragilidad	Resiliencia			
1	AGUSTIN IDELFONSO SUAREZ	0.250	0.051	0.057	0.368	0.363	0.050	0.262	0.413	0.088	0.229	0.209	0.326	MUY ALTO
2	AIDA SANTOMA	1.121	0.044	0.047	0.368	0.363	0.050	0.350	0.413	0.054	0.410	0.233	0.265	MUY ALTO
3	ALBERTA TOPALAYA	0.062	0.124	0.145	0.447	0.363	0.135	0.520	0.413	0.088	0.410	0.294	0.036	ALTO
4	ALCIDES SALVADOR ESPINOZA	0.043	0.064	0.047	0.368	0.363	0.044	0.262	0.413	0.088	0.410	0.229	0.011	MEDIO
5	ALDO ESPIRITU VARGAS	3.838	0.051	0.039	0.447	0.363	0.038	0.350	0.413	0.088	0.410	0.244	1.035	MUY ALTO
6	ALEJANDRA MOYA GARCIA	1.216	0.051	0.047	0.368	0.363	0.044	0.262	0.413	0.088	0.410	0.227	0.042	ALTO
7	ALEX HUAMAN MONTES	1.504	0.058	0.047	0.142	0.363	0.044	0.066	0.413	0.088	0.199	0.158	0.364	MUY ALTO
8	ALICIA JAVES ALCANTARA	0.107	0.044	0.047	0.447	0.363	0.044	0.262	0.413	0.088	0.410	0.235	0.027	ALTO
9	AMANCIO CAMPOS LAURIANO	1.121	0.051	0.077	0.447	0.363	0.070	0.350	0.413	0.388	0.410	0.285	0.265	MUY ALTO
10	ANA ROJAS TAIPE	2.368	0.051	0.049	0.447	0.363	0.045	0.350	0.413	0.054	0.410	0.242	0.541	MUY ALTO
11	ANATOLIA MENDOZA BENITO	1.694	0.044	0.057	0.368	0.363	0.050	0.350	0.413	0.088	0.410	0.238	0.354	MUY ALTO
12	ANDRES AVILA CORDOVA	0.242	0.051	0.039	0.447	0.363	0.045	0.520	0.413	0.211	0.410	0.278	0.057	ALTO
13	ANDRES VILCA SUAREZ	0.250	0.051	0.057	0.447	0.363	0.095	0.262	0.413	0.054	0.410	0.239	0.326	MUY ALTO
14	ANTONIA LAZO FLORES	1.219	0.044	0.039	0.342	0.363	0.045	0.262	0.413	0.088	0.410	0.223	0.646	MUY ALTO
15	ANTONIO RAMOS ORIHUELA	0.165	0.064	0.047	0.173	0.363	0.044	0.153	0.413	0.088	0.229	0.175	0.030	ALTO
16	ARISTIDES LLAVE SALAS	0.044	0.051	0.057	0.447	0.363	0.050	0.262	0.413	0.088	0.410	0.238	0.014	MEDIO
17	ARTURO RUDAS MANRIQUE	1.666	0.051	0.079	0.368	0.363	0.110	0.262	0.413	0.088	0.410	0.238	0.088	MUY ALTO
18	BARTOLOME PACCORI INCA	2.542	0.103	0.057	0.368	0.363	0.050	0.350	0.413	0.088	0.410	0.245	0.652	MUY ALTO
19	BASILIO LAGUNA MONTES	0.128	0.089	0.049	0.368	0.363	0.045	0.350	0.413	0.127	0.410	0.246	0.036	ALTO
20	BEATRIZ CARDENAS MARTINEZ	0.017	0.058	0.039	0.252	0.363	0.038	0.412	0.413	0.211	0.229	0.224	0.005	MEDIO
21	BEKER PAUCAR CAMARENA	0.337	0.051	0.047	0.447	0.363	0.089	0.350	0.413	0.054	0.410	0.247	0.394	MUY ALTO
22	BENEDICTA ROMERO CASTRO	0.197	0.064	0.057	0.263	0.363	0.050	0.216	0.413	0.088	0.410	0.214	0.089	MUY ALTO
23	BENIGNA ZUÑIGA SAEZ	2.639	0.044	0.039	0.447	0.363	0.038	0.350	0.413	0.211	0.410	0.257	0.754	MUY ALTO
24	CARLOS AUQUI LAURA	0.103	0.051	0.039	0.368	0.363	0.038	0.350	0.413	0.088	0.410	0.235	0.022	ALTO
25	CARLOS DIAZ HUAYTA	0.961	0.051	0.049	0.237	0.363	0.052	0.193	0.413	0.054	0.229	0.182	0.185	MUY ALTO
26	CARMEN CASO VELEZ	0.242	0.044	0.047	0.447	0.363	0.064	0.520	0.413	0.054	0.410	0.262	0.057	ALTO
27	CARMEN MOYA ZEVALLOS	1.016	0.051	0.057	0.173	0.363	0.050	0.241	0.413	0.088	0.229	0.185	0.229	MUY ALTO
28	CARMEN TUNCAR MUÑOZ	2.913	0.051	0.057	0.368	0.363	0.050	0.350	0.413	0.088	0.410	0.239	0.722	MUY ALTO
29	CESAR FLORES ALANYA	2.548	0.051	0.039	0.447	0.363	0.038	0.520	0.413	0.088	0.410	0.263	0.624	MUY ALTO
30	CESAR TORRES ALEJO	0.197	0.064	0.047	0.447	0.363	0.050	0.350	0.413	0.211	0.410	0.262	0.089	MUY ALTO
31	CIRILO MOLLA SURCO	0.197	0.051	0.057	0.368	0.363	0.057	0.350	0.413	0.088	0.410	0.240	0.089	MUY ALTO
32	CLEYTON OCHOA CASTILLO	1.029	0.051	0.124	0.368	0.363	0.121	0.520	0.413	0.088	0.410	0.273	0.230	MUY ALTO
33	CONSTANTINA REY HUAMAN	0.109	0.064	0.079	0.277	0.193	0.065	0.241	0.413	0.127	0.229	0.188	0.020	ALTO
34	CRISTINA PEREZ BARZOLA	0.242	0.064	0.124	0.368	0.363	0.121	0.520	0.413	0.054	0.410	0.271	0.057	ALTO
35	DANIEL QUISPE OHA	2.085	0.064	0.057	0.289	0.363	0.050	0.262	0.413	0.088	0.229	0.202	0.569	MUY ALTO
36	DOMINGO LIZARRAGA LOROÑA	0.044	0.051	0.124	0.368	0.363	0.121	0.520	0.413	0.088	0.410	0.273	0.014	MEDIO
37	DOMINICA ZARATE LIZARRAGA	0.110	0.051	0.116	0.368	0.363	0.115	0.520	0.413	0.088	0.410	0.271	0.020	ALTO
38	DONATO ROMERO CARHUALLANQUI	0.109	0.051	0.039	0.447	0.363	0.038	0.350	0.413	0.054	0.410	0.240	0.020	ALTO
39	EDGAR CHUCO PONGO	0.242	0.051	0.124	0.368	0.363	0.140	0.350	0.413	0.088	0.410	0.256	0.057	ALTO
40	EDILBERTO RODRIGUEZ HUAMANLAZO	0.109	0.051	0.057	0.368	0.363	0.050	0.262	0.413	0.127	0.410	0.233	0.020	ALTO

N°	Propietario	Valor de Peligro (P)	Vulnerabilidad									Valor de Vulnerabilidad (V)	Valor de Riesgo (VxP)	NIVEL DE RIESGO
			Dimensión Social			Dimensión Económica			Dimensión ambiental					
			Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Exposición	Fragilidad	Resiliencia			
41	EDILVIRA CASTRO GARAY	0.250	0.064	0.057	0.368	0.363	0.070	0.262	0.413	0.088	0.410	0.233	0.326	MUY ALTO
42	EDUARDO TRAVESAÑO AYQUIPA	0.044	0.044	0.057	0.263	0.363	0.050	0.216	0.413	0.088	0.229	0.191	0.014	MEDIO
43	EDWIN CARDENAS	1.251	0.044	0.069	0.447	0.363	0.058	0.350	0.413	0.211	0.410	0.263	0.311	MUY ALTO
44	EDWIN FLORES DE LA CRUZ	0.110	0.044	0.047	0.368	0.363	0.050	0.350	0.413	0.088	0.410	0.237	0.020	ALTO
45	EDWIN NANA DE LA CRUZ	0.128	0.051	0.057	0.368	0.363	0.050	0.193	0.413	0.054	0.410	0.218	0.036	ALTO
46	ELIANA BAZOLA MOLIEDA	3.934	0.051	0.171	0.447	0.363	0.127	0.350	0.413	0.088	0.410	0.269	0.973	MUY ALTO
47	ELIDA UNCHUPAICA QUISHUA	3.122	0.064	0.039	0.368	0.363	0.045	0.520	0.413	0.088	0.410	0.257	0.646	MUY ALTO
48	ELIZABETH ESPINOZA ORE	0.909	0.051	0.057	0.342	0.363	0.057	0.193	0.413	0.088	0.410	0.219	0.497	MUY ALTO
49	ELVIS MAYTA BUENDIA	2.920	0.044	0.098	0.368	0.363	0.078	0.350	0.413	0.088	0.410	0.246	0.727	MUY ALTO
50	ERASMO MAURO AYMA SAUÑI	1.707	0.051	0.057	0.368	0.363	0.050	0.350	0.413	0.088	0.410	0.239	0.433	MUY ALTO
51	ESTEBAN CAMARGO LIMAS	0.044	0.051	0.057	0.447	0.363	0.070	0.350	0.413	0.088	0.410	0.250	0.014	MEDIO
52	ESTHER MOLLEDA SANCHEZ	1.666	0.064	0.057	0.173	0.363	0.050	0.153	0.413	0.088	0.229	0.177	0.088	MUY ALTO
53	ESTRELLA ORTIZ PANDURO	3.737	0.051	0.116	0.368	0.363	0.135	0.350	0.413	0.088	0.410	0.255	1.209	MUY ALTO
54	EUFEMIA ALANYA HUAMANYAURI	0.028	0.131	0.047	0.447	0.363	0.044	0.520	0.413	0.211	0.410	0.287	0.020	ALTO
55	EUSEBIO INGA VILCAPOMA	0.071	0.051	0.047	0.447	0.363	0.044	0.350	0.413	0.211	0.410	0.260	0.006	MEDIO
56	EVER SANCHEZ FLORES	0.197	0.051	0.057	0.173	0.363	0.057	0.153	0.413	0.088	0.229	0.176	0.089	MUY ALTO
57	FELICIONA GOMEZ GASPAR	2.185	0.051	0.039	0.447	0.363	0.038	0.520	0.413	0.388	0.410	0.297	0.521	MUY ALTO
58	FELIX TAMBINI ROBLES	3.844	0.051	0.057	0.252	0.363	0.050	0.153	0.413	0.088	0.410	0.204	0.917	MUY ALTO
59	FIDEL CARDENAS MERCADO	1.666	0.064	0.116	0.368	0.363	0.115	0.520	0.413	0.054	0.410	0.269	0.088	MUY ALTO
60	FIDEL MANRIQUE MELGAREJO	0.073	0.051	0.039	0.447	0.363	0.038	0.350	0.413	0.088	0.410	0.244	0.020	ALTO
61	FLAVIANA MONTERO MEZA	0.103	0.064	0.057	0.173	0.363	0.095	0.153	0.413	0.088	0.229	0.182	0.022	ALTO
62	FLOR AQUINO EUGENIO	0.433	0.051	0.039	0.447	0.363	0.038	0.262	0.413	0.211	0.410	0.248	0.088	MUY ALTO
63	FLOR YARIN CARHUALLANQUI	0.342	0.051	0.057	0.368	0.363	0.057	0.350	0.413	0.088	0.410	0.240	0.078	MUY ALTO
64	FRANCISCO PIZARRO VELIZ	1.136	0.051	0.057	0.447	0.363	0.050	0.350	0.413	0.054	0.410	0.244	0.289	MUY ALTO
65	FRANCISCO YACE VARGAS	1.694	0.044	0.057	0.368	0.363	0.057	0.262	0.413	0.088	0.229	0.209	0.354	MUY ALTO
66	FRANCISCO ZEGARRA MONTALVO	1.379	0.051	0.057	0.368	0.363	0.050	0.262	0.413	0.088	0.229	0.209	0.352	MUY ALTO
67	GABINO MOYA	0.250	0.124	0.080	0.368	0.363	0.115	0.520	0.413	0.088	0.410	0.276	0.326	MUY ALTO
68	GONZALO JARA GARCIA	1.146	0.051	0.047	0.368	0.363	0.044	0.350	0.413	0.088	0.410	0.237	0.266	MUY ALTO
69	GRACIELA RIBBECK ESTRADA	0.023	0.038	0.233	0.447	0.193	0.233	0.350	0.413	0.211	0.229	0.261	0.004	BAJO
70	GRACIELA YARANGA LAZARO	0.044	0.051	0.057	0.368	0.363	0.050	0.520	0.413	0.088	0.410	0.258	0.015	MEDIO
71	GUILLERMINA LAPA LOPEZ	1.610	0.131	0.059	0.447	0.363	0.055	0.520	0.413	0.088	0.410	0.276	0.407	MUY ALTO
72	GUILLERMINA PARIACHI	0.075	0.064	0.186	0.263	0.363	0.162	0.520	0.413	0.127	0.229	0.259	0.017	ALTO
73	HAYDE DE HUAMAN LAZO	1.817	0.051	0.039	0.447	0.363	0.038	0.350	0.413	0.088	0.410	0.244	0.444	MUY ALTO
74	HAYDE SANDOVAL YANCON	2.919	0.131	0.069	0.447	0.363	0.058	0.350	0.413	0.088	0.410	0.259	0.676	MUY ALTO
75	HECTOR SALOME MANTARI	1.269	0.064	0.116	0.368	0.363	0.115	0.520	0.413	0.054	0.410	0.269	0.393	MUY ALTO
76	HERMELINDA CANO GARAY	0.044	0.051	0.057	0.447	0.363	0.050	0.520	0.413	0.054	0.410	0.263	0.014	MEDIO
77	HERMELINDA LEON VILLANO	0.110	0.051	0.124	0.368	0.363	0.121	0.520	0.413	0.088	0.410	0.273	0.020	ALTO
78	HERMINIA PASTRANA CAMARGO	1.666	0.103	0.119	0.277	0.363	0.092	0.241	0.413	0.088	0.229	0.214	0.088	MUY ALTO
79	HERNESTO SANCHEZ PONCE	0.075	0.103	0.124	0.368	0.363	0.121	0.262	0.413	0.054	0.410	0.246	0.017	ALTO
80	HEVER LIZARRAGA LORONA	1.121	0.051	0.049	0.368	0.363	0.065	0.350	0.413	0.088	0.410	0.240	0.265	MUY ALTO
81	INES BUENDIA USCAMAYTA	0.110	0.058	0.079	0.368	0.363	0.065	0.520	0.413	0.088	0.410	0.262	0.020	ALTO
82	INGRID PALOMINO MACHUCA	0.005	0.051	0.057	0.368	0.363	0.050	0.520	0.413	0.088	0.410	0.258	0.016	MEDIO
83	ISABEL MOYA MONTERO	1.465	0.058	0.047	0.368	0.363	0.044	0.350	0.413	0.211	0.199	0.228	0.341	MUY ALTO

N°	Propietario	Valor de Peligro (P)	Vulnerabilidad									Valor de Vulnerabilidad (V)	Valor de Riesgo (VxP)	NIVEL DE RIESGO
			Dimensión Social			Dimensión Económica			Dimensión ambiental					
			Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Exposición	Fragilidad	Resiliencia			
84	ISABEL ROMERO CARHUALLANQUI	1.663	0.051	0.039	0.447	0.363	0.038	0.520	0.413	0.211	0.410	0.277	0.435	MUY ALTO
85	ITALO MENDEZ DE LA CRUZ	4.227	0.044	0.047	0.157	0.363	0.044	0.223	0.413	0.088	0.410	0.199	0.840	MUY ALTO
86	JACINTO HINOJOSA	0.242	0.044	0.049	0.368	0.363	0.090	0.350	0.413	0.054	0.410	0.238	0.057	ALTO
87	JAVIER MARCELO AMES	0.433	0.051	0.049	0.173	0.363	0.052	0.107	0.413	0.088	0.229	0.169	0.088	MUY ALTO
88	JAVIER QUIÑONES RAMOS	0.044	0.051	0.079	0.368	0.363	0.071	0.262	0.413	0.088	0.410	0.234	0.014	MEDIO
89	JAVIER SILVA ALFARO	3.123	0.058	0.039	0.289	0.363	0.038	0.193	0.413	0.388	0.229	0.223	0.698	MUY ALTO
90	JESICA CARDENAS CAMPOS	2.805	0.044	0.069	0.447	0.363	0.062	0.520	0.413	0.088	0.410	0.268	0.664	MUY ALTO
91	JHONATHAN SULLCARAY ESCOBAR	1.659	0.058	0.057	0.198	0.363	0.050	0.153	0.413	0.088	0.229	0.179	0.403	MUY ALTO
92	JORGE HURTADO SOTO	0.165	0.051	0.057	0.368	0.363	0.057	0.193	0.413	0.088	0.410	0.222	0.030	ALTO
93	JORGE QUINTANA MEZA	1.069	0.058	0.039	0.447	0.363	0.038	0.350	0.413	0.088	0.410	0.245	0.248	MUY ALTO
94	JORGE SANCHEZ MARQUELI	2.291	0.064	0.057	0.368	0.363	0.050	0.350	0.413	0.088	0.410	0.240	0.543	MUY ALTO
95	JOSE ANGO ALHUAY	0.250	0.051	0.057	0.368	0.363	0.095	0.262	0.413	0.088	0.410	0.234	0.326	MUY ALTO
96	JOSE SURICHAQUI RAMO	1.016	0.044	0.057	0.263	0.363	0.050	0.216	0.413	0.088	0.410	0.212	0.229	MUY ALTO
97	JOSE TORRES CAMPOS	2.367	0.044	0.039	0.447	0.363	0.045	0.350	0.413	0.211	0.410	0.258	0.601	MUY ALTO
98	JOSUE VELASQUEZ VICENTE	0.197	0.044	0.057	0.263	0.363	0.057	0.520	0.413	0.054	0.410	0.242	0.089	MUY ALTO
99	JUAN HUANAY BERNARDO	1.666	0.051	0.047	0.447	0.363	0.050	0.350	0.413	0.088	0.410	0.247	0.088	MUY ALTO
100	JUANA LEON GUTIERREZ	0.197	0.051	0.145	0.211	0.363	0.135	0.363	0.413	0.088	0.148	0.213	0.089	MUY ALTO
101	JUANITO HUAMAN MEZA	0.023	0.051	0.134	0.368	0.363	0.127	0.520	0.413	0.054	0.410	0.271	0.004	BAJO
102	JULIO MALVARTE CAJA	0.075	0.044	0.049	0.263	0.363	0.045	0.350	0.413	0.127	0.410	0.229	0.017	ALTO
103	JULIO MELLADO ROLDAN	2.847	0.131	0.039	0.447	0.363	0.038	0.350	0.413	0.211	0.410	0.267	0.865	MUY ALTO
104	JULISSA RONCAL LLANCO	0.044	0.124	0.119	0.447	0.363	0.092	0.520	0.413	0.054	0.410	0.282	0.014	MEDIO
105	JUSTINA ALARCON BARRIOS	0.909	0.131	0.116	0.289	0.363	0.122	0.520	0.413	0.054	0.229	0.248	0.497	MUY ALTO
106	JUSTINA ALARCON BARRIOS	0.909	0.131	0.116	0.289	0.363	0.122	0.520	0.413	0.054	0.229	0.248	0.497	MUY ALTO
107	JUSTINA PAITAN	2.124	0.051	0.057	0.263	0.363	0.050	0.262	0.413	0.088	0.410	0.217	0.482	MUY ALTO
108	KEVIN CAMPOS	2.359	0.058	0.069	0.447	0.363	0.058	0.520	0.413	0.088	0.410	0.269	0.491	MUY ALTO
109	LIDA GUTIERREZ LEON	0.075	0.051	0.059	0.368	0.363	0.055	0.350	0.413	0.088	0.410	0.240	0.017	ALTO
110	LIDIA BARZOLA SUAREZ	1.121	0.051	0.181	0.132	0.363	0.133	0.412	0.413	0.088	0.410	0.242	0.265	MUY ALTO
111	LOURDES MONTERO RODRIGUEZ	0.545	0.064	0.057	0.263	0.363	0.050	0.216	0.413	0.127	0.229	0.198	0.108	MUY ALTO
112	LUCIANO ORE CAMARGO	2.622	0.051	0.049	0.368	0.363	0.045	0.350	0.413	0.054	0.410	0.234	0.616	MUY ALTO
113	LUCIANO TORRES OSORIO	0.250	0.064	0.049	0.158	0.363	0.065	0.084	0.413	0.088	0.229	0.168	0.326	MUY ALTO
114	LUCIO LAUREANO CERRON	1.142	0.064	0.079	0.368	0.193	0.065	0.262	0.413	0.088	0.410	0.216	0.252	MUY ALTO
115	LUCIO LEON SEDANO	3.468	0.051	0.057	0.368	0.363	0.050	0.350	0.413	0.054	0.410	0.235	0.858	MUY ALTO
116	LUIS TOBAR GARCIA	4.294	0.044	0.079	0.222	0.363	0.065	0.520	0.413	0.054	0.229	0.221	0.957	MUY ALTO
117	LUIS MOYA ZEVALLOS	3.701	0.051	0.077	0.368	0.363	0.064	0.262	0.413	0.088	0.410	0.233	0.904	MUY ALTO
118	LUIS PANTOJA LOPEZ	1.030	0.051	0.057	0.368	0.363	0.050	0.350	0.413	0.088	0.410	0.239	0.242	MUY ALTO
119	LUIS SALAZAR MEZA	1.016	0.083	0.049	0.368	0.363	0.045	0.193	0.413	0.088	0.410	0.223	0.229	MUY ALTO
120	LUIS SAMANIEGO NIEVA	0.433	0.051	0.057	0.447	0.363	0.057	0.216	0.413	0.054	0.410	0.230	0.088	MUY ALTO
121	LUZ INGA POMA	0.555	0.083	0.049	0.263	0.363	0.052	0.520	0.413	0.088	0.410	0.249	0.124	MUY ALTO
122	LUZ MARTINEZ GOMEZ	0.337	0.051	0.258	0.289	0.363	0.255	0.520	0.413	0.088	0.410	0.294	0.394	MUY ALTO
123	LUZ PALOMINO MACHURA	1.462	0.124	0.047	0.368	0.363	0.044	0.350	0.413	0.054	0.410	0.241	0.380	MUY ALTO
124	MAGDALENA YUPANQUI MENDIZABAL	1.666	0.044	0.057	0.447	0.363	0.070	0.350	0.413	0.088	0.410	0.249	0.088	MUY ALTO
125	MALENA RAMON SANCHEZ	0.109	0.051	0.083	0.447	0.363	0.079	0.350	0.413	0.127	0.410	0.258	0.020	ALTO
126	MARCELINO RETUERTO CARRANZA	0.037	0.124	0.047	0.368	0.193	0.044	0.520	0.413	0.088	0.410	0.245	0.009	MEDIO

N°	Propietario	Valor de Peligro (P)	Vulnerabilidad									Valor de Vulnerabilidad (V)	Valor de Riesgo (VxP)	NIVEL DE RIESGO
			Dimensión Social			Dimensión Económica			Dimensión ambiental					
			Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Exposición	Fragilidad	Resiliencia			
127	MARIA AMANCAY QUINTO	3.313	0.051	0.057	0.368	0.363	0.050	0.520	0.413	0.088	0.410	0.258	0.832	MUY ALTO
128	MARIA REYES TORPOCO	0.909	0.044	0.057	0.263	0.363	0.050	0.262	0.413	0.088	0.410	0.217	0.497	MUY ALTO
129	MARINA QUISPE HUAMAN	1.159	0.051	0.057	0.342	0.363	0.050	0.216	0.413	0.088	0.410	0.221	0.030	ALTO
130	MARITZA ALIPAZAGA GRADOS	1.016	0.051	0.079	0.289	0.363	0.065	0.262	0.413	0.088	0.410	0.224	0.229	MUY ALTO
131	MARITZA RODRIGUEZ MERCADO	0.109	0.044	0.049	0.447	0.193	0.045	0.262	0.413	0.088	0.410	0.217	0.020	ALTO
132	MARLENY VICENTE TORRES	1.068	0.051	0.116	0.368	0.363	0.115	0.520	0.413	0.088	0.410	0.271	0.256	MUY ALTO
133	MARTIN ARCA PAUCAR	0.103	0.044	0.057	0.447	0.363	0.050	0.350	0.413	0.088	0.410	0.247	0.022	ALTO
134	MARCELO MARTINEZ OLLO	1.016	0.051	0.039	0.447	0.193	0.038	0.350	0.413	0.088	0.410	0.225	0.229	MUY ALTO
135	MATDA TORRES VILCHEZ	0.250	0.044	0.069	0.263	0.363	0.065	0.520	0.413	0.388	0.229	0.262	0.326	MUY ALTO
136	MAURICIO CASTILLO	0.083	0.089	0.233	0.447	0.363	0.233	0.520	0.413	0.054	0.410	0.307	0.025	ALTO
137	MAX HUAMAN LAZO HUALLULLO	3.186	0.051	0.039	0.368	0.363	0.038	0.262	0.413	0.211	0.410	0.239	0.779	MUY ALTO
138	MAX VARGAS EVANGELISTA	0.197	0.044	0.124	0.289	0.363	0.121	0.520	0.413	0.127	0.410	0.268	0.089	MUY ALTO
139	MAXIMA PARIACHI CONTRERAS	0.043	0.051	0.047	0.173	0.363	0.044	0.241	0.413	0.088	0.229	0.183	0.011	MEDIO
140	MAXIMILIANO PEREZ VILLANUEVA	0.337	0.051	0.047	0.263	0.363	0.064	0.350	0.413	0.127	0.410	0.232	0.394	MUY ALTO
141	MAXIMO CUYO ATENCIO	1.068	0.083	0.069	0.289	0.363	0.058	0.193	0.413	0.088	0.410	0.218	0.256	MUY ALTO
142	MEDALI LAIME CORTEZ	3.553	0.051	0.039	0.368	0.363	0.045	0.520	0.413	0.088	0.410	0.255	0.958	MUY ALTO
143	MEDALID ALIAGA ESPINOZA	0.197	0.131	0.109	0.263	0.363	0.085	0.520	0.413	0.054	0.229	0.241	0.089	MUY ALTO
144	MICAELA ECHEVARRIA PALOMINO	0.044	0.051	0.057	0.368	0.363	0.050	0.262	0.413	0.088	0.410	0.229	0.014	MEDIO
145	MIDALI POMA GILBANIO	0.071	0.058	0.047	0.158	0.363	0.044	0.363	0.413	0.127	0.199	0.197	0.006	MEDIO
146	MIRZA ESPINOZA LEANDRO	1.249	0.051	0.057	0.173	0.363	0.050	0.084	0.413	0.088	0.229	0.167	0.300	MUY ALTO
147	MISAEAL JAVES ALCANTARA	0.107	0.064	0.057	0.289	0.363	0.050	0.193	0.413	0.088	0.410	0.214	0.027	ALTO
148	MOISES QUINONEZ SUAREZ	1.496	0.064	0.057	0.368	0.363	0.050	0.262	0.413	0.054	0.410	0.227	0.369	MUY ALTO
149	NATIVIDAD MELLADO AVILA	2.914	0.051	0.039	0.447	0.363	0.038	0.350	0.413	0.211	0.410	0.258	0.654	MUY ALTO
150	NAZARIO DELGADILLO TAPIA	2.310	0.064	0.057	0.263	0.363	0.050	0.350	0.413	0.088	0.229	0.209	0.527	MUY ALTO
151	NEGER CAMARENA ORE	1.917	0.064	0.057	0.237	0.363	0.050	0.216	0.413	0.088	0.229	0.191	0.464	MUY ALTO
152	NELLY PAUCAR ROSAS	0.197	0.051	0.057	0.447	0.363	0.050	0.350	0.413	0.054	0.410	0.244	0.089	MUY ALTO
153	OLGA GARCIA PACHECO	2.108	0.051	0.057	0.368	0.363	0.050	0.350	0.413	0.088	0.410	0.239	0.544	MUY ALTO
154	ORFELINDO CARRION HUAMAN	2.531	0.089	0.079	0.368	0.363	0.065	0.520	0.413	0.088	0.410	0.266	0.593	MUY ALTO
155	ORLANDO PACHECO	0.107	0.044	0.057	0.368	0.363	0.050	0.262	0.413	0.088	0.410	0.228	0.027	ALTO
156	OSWALDO LLAVE SALAS	0.044	0.051	0.057	0.368	0.363	0.057	0.350	0.413	0.088	0.410	0.240	0.014	MEDIO
157	OVIDIO PIZARRO CAMARENA	0.044	0.064	0.057	0.368	0.363	0.050	0.262	0.413	0.088	0.410	0.231	0.014	MEDIO
158	PABLO ROMERO ROMERO	0.107	0.044	0.077	0.368	0.363	0.064	0.216	0.413	0.088	0.410	0.227	0.027	ALTO
159	PAULA PACONI ORTIZ	1.124	0.051	0.057	0.342	0.363	0.050	0.350	0.413	0.088	0.410	0.236	0.260	MUY ALTO
160	PEDRO LLALLICO ZARATE	0.067	0.064	0.057	0.368	0.363	0.057	0.262	0.413	0.054	0.410	0.227	0.010	MEDIO
161	PILAR CASIMIRO	0.242	0.044	0.069	0.368	0.363	0.078	0.520	0.413	0.088	0.410	0.261	0.057	ALTO
162	RAQUEL VIVANCO	0.098	0.058	0.059	0.447	0.363	0.055	0.520	0.413	0.088	0.410	0.268	0.023	ALTO
163	RAROLEY MENDEZ SOTO	2.429	0.083	0.047	0.132	0.363	0.044	0.241	0.413	0.211	0.229	0.196	0.563	MUY ALTO
164	RAUL CAMPOSANTO CAPCHA	0.110	0.051	0.124	0.263	0.363	0.121	0.262	0.413	0.088	0.410	0.233	0.020	ALTO
165	REINALDA TABOADA CHINCHON	0.337	0.064	0.079	0.368	0.363	0.110	0.350	0.413	0.088	0.410	0.249	0.394	MUY ALTO
166	ROCIO MONTES HUAMAN	1.469	0.051	0.057	0.368	0.363	0.050	0.520	0.413	0.088	0.410	0.258	0.376	MUY ALTO
167	RODECINDO NAUPARI CASTRO	1.265	0.051	0.039	0.447	0.363	0.038	0.350	0.413	0.211	0.410	0.258	0.329	MUY ALTO
168	ROSALIA FLORES CHAVEZ	0.103	0.044	0.039	0.147	0.363	0.038	0.153	0.413	0.054	0.229	0.164	0.022	ALTO
169	RUSSEL RETUENTO CANCHAYA	0.044	0.044	0.057	0.158	0.363	0.050	0.153	0.413	0.088	0.229	0.173	0.014	MEDIO

N°	Propietario	Valor de Peligro (P)	Vulnerabilidad									Valor de Vulnerabilidad (V)	Valor de Riesgo (VxP)	NIVEL DE RIESGO
			Dimensión Social			Dimensión Económica			Dimensión ambiental					
			Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Exposición	Fragilidad	Resiliencia			
170	SABINO GOSMI BALCON	4.933	0.124	0.039	0.289	0.363	0.038	0.520	0.413	0.088	0.410	0.254	1.250	MUY ALTO
171	SANTIAGO MOYA TORENTINO	1.121	0.051	0.057	0.447	0.363	0.057	0.262	0.413	0.054	0.410	0.235	0.265	MUY ALTO
172	SEBASTIANA MERCADO JAUREGUI	1.033	0.051	0.057	0.368	0.363	0.050	0.262	0.413	0.088	0.410	0.229	0.230	MUY ALTO
173	SEGUNDA PATIÑO FLORES	0.075	0.044	0.124	0.368	0.363	0.121	0.520	0.413	0.088	0.410	0.272	0.017	ALTO
174	SERGIO PARIONA TORRES	2.267	0.064	0.057	0.368	0.363	0.050	0.262	0.413	0.088	0.410	0.231	0.595	MUY ALTO
175	SEVERO RONCAL IRCAÑAUPA	0.128	0.064	0.047	0.117	0.363	0.044	0.412	0.413	0.088	0.229	0.197	0.036	ALTO
176	SIDLIA ANTESANA CASIMIRA	0.103	0.038	0.047	0.447	0.363	0.050	0.520	0.413	0.054	0.410	0.260	0.022	ALTO
177	SILVERIA BUENDIA PAEZ	1.381	0.051	0.057	0.342	0.363	0.050	0.520	0.413	0.388	0.410	0.288	0.355	MUY ALTO
178	SILVIO TAIPE CASIMIRO	1.147	0.051	0.057	0.158	0.193	0.050	0.107	0.413	0.088	0.410	0.170	0.256	MUY ALTO
179	SIMEON CISNEROS CANCHARI	1.181	0.051	0.057	0.368	0.363	0.050	0.262	0.413	0.088	0.410	0.229	0.259	MUY ALTO
180	SIMON FLORES TICSIHUA	3.929	0.051	0.057	0.263	0.363	0.050	0.350	0.413	0.088	0.229	0.207	0.794	MUY ALTO
181	SINAEDA SUAREZ BECERRA	0.024	0.051	0.047	0.368	0.363	0.044	0.520	0.413	0.088	0.410	0.256	0.004	BAJO
182	SISI HUARACHA TORRES	0.044	0.051	0.039	0.368	0.363	0.038	0.262	0.413	0.088	0.410	0.226	0.014	MEDIO
183	SOFIA FERNANDEZ FLORES	0.057	0.044	0.057	0.289	0.193	0.050	0.216	0.413	0.088	0.410	0.195	0.013	MEDIO
184	SOLEDAD RUDAS MANRIQUE	1.993	0.064	0.057	0.447	0.363	0.050	0.350	0.413	0.088	0.410	0.249	0.088	MUY ALTO
185	SUCESION FELIX HUAMAN	0.242	0.064	0.057	0.447	0.363	0.050	0.350	0.413	0.054	0.410	0.245	0.057	ALTO
186	SUCESION ROJAS PEREYRA	0.242	0.051	0.039	0.447	0.363	0.058	0.350	0.413	0.211	0.410	0.260	0.057	ALTO
187	SUPICIO NEIRA SALAZAR	8.733	0.051	0.039	0.447	0.363	0.038	0.520	0.413	0.211	0.410	0.277	2.336	MUY ALTO
188	TEODISIA PAUCA ROSAS	0.197	0.064	0.039	0.447	0.363	0.038	0.350	0.413	0.054	0.410	0.242	0.089	MUY ALTO
189	TEODORA PARIACHI BARZOLA	1.105	0.051	0.134	0.368	0.363	0.127	0.520	0.413	0.088	0.410	0.275	0.282	MUY ALTO
190	TEOFILA RAMOS FLORES	1.496	0.051	0.057	0.368	0.363	0.050	0.520	0.413	0.088	0.410	0.258	0.391	MUY ALTO
191	TEOFILO HUAMAN GUTIERREZ	0.103	0.051	0.039	0.447	0.363	0.058	0.350	0.413	0.211	0.410	0.260	0.022	ALTO
192	TEOFILO QUIQUIN LOZANO	0.044	0.064	0.057	0.368	0.363	0.070	0.262	0.413	0.088	0.410	0.233	0.014	MEDIO
193	TERESA MORALES	0.909	0.131	0.109	0.447	0.363	0.105	0.520	0.413	0.088	0.410	0.287	0.497	MUY ALTO
194	UBALDINA OBISPO MARAVI	0.043	0.051	0.039	0.173	0.363	0.038	0.241	0.413	0.088	0.410	0.202	0.005	MEDIO
195	VICENTE NAVARRO HURTADO	0.197	0.051	0.057	0.289	0.363	0.050	0.262	0.413	0.088	0.410	0.220	0.089	MUY ALTO
196	VICTOR LOBATO FERNANDEZ	1.016	0.131	0.079	0.368	0.363	0.065	0.350	0.413	0.088	0.410	0.252	0.229	MUY ALTO
197	VICTOR MADUENO TOLENTINO	1.121	0.051	0.057	0.173	0.363	0.057	0.107	0.413	0.088	0.229	0.171	0.265	MUY ALTO
198	VICTOR ROMERO LEIVA	1.209	0.051	0.057	0.368	0.363	0.050	0.262	0.413	0.088	0.410	0.229	0.267	MUY ALTO
199	VILMA CATALINA FLORES	0.197	0.051	0.047	0.447	0.363	0.050	0.350	0.413	0.211	0.410	0.260	0.089	MUY ALTO
200	WILMER ALIAGA VALERA	0.165	0.044	0.049	0.173	0.363	0.052	0.153	0.413	0.088	0.229	0.174	0.030	ALTO
201	YENET SALOME BALTAZAR	0.074	0.051	0.124	0.368	0.363	0.121	0.520	0.413	0.054	0.410	0.269	0.013	MEDIO
202	YISELY SUELDO GUTIERREZ	0.076	0.058	0.116	0.447	0.363	0.115	0.520	0.413	0.054	0.410	0.277	0.018	ALTO
203	YOLANDA ZUNIGA TUPALAYA	0.062	0.044	0.057	0.263	0.363	0.070	0.262	0.413	0.088	0.229	0.199	0.036	ALTO
204	YULY PEREZ GILBANIO	0.017	0.044	0.039	0.237	0.363	0.038	0.350	0.413	0.088	0.229	0.200	0.003	BAJO
205	YURI POMA GILBANIO	0.071	0.058	0.039	0.141	0.363	0.038	0.203	0.413	0.388	0.165	0.201	0.006	MEDIO