



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA
Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

TEMA

**EVALUACIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN UTILIZANDO ANÁLISIS
HIDROGRÁFICO EN SAN JUAN DE LAS CUCARACHAS, MANABÍ**

TUTOR

PHD. MARCIAL SEBASTIAN CALERO AMORES

AUTOR

**PAMELA SELENA MÁRQUEZ MERA
GUAYAQUIL**

2023

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO Y SUBTÍTULO:

Evaluación del riesgo de inundación utilizando análisis hidrográfico en San Juan de las Cucarachas, Manabí

AUTOR/ES:

Márquez Mera Pamela Selena

REVISORES O TUTORES:

Calero Amores Marcial Sebastián

INSTITUCIÓN:

Universidad Laica VICENTE
ROCAFUERTE de Guayaquil

Grado obtenido:

Ingeniero Civil

FACULTAD:

Facultad De Ingeniería, Industria
y Construcción

CARRERA:

Ingeniería Civil

FECHA DE PUBLICACIÓN:

25 de septiembre de 2023

N. DE PAGS:

134

ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción

PALABRAS CLAVE: Riesgos naturales, precipitación, hidrografía, inundación, ordenamiento urbano.

KEYWORDS: Natural hazards, precipitation, hydrography, flood, territorial ordering

RESUMEN:

El presente trabajo de titulación posee como objetivo evaluar el riesgo de inundación de la comunidad San Juan de las Cucarachas, el cual fue evaluado a través de las variables amenaza y vulnerabilidad para la planificación territorial. Mediante su alcance exploratorio pretende acondicionar el terreno en términos académicos para el desarrollo de futuros estudios en beneficio de la comunidad. Es posible la gestión del riesgo de inundación gracias a procedimientos mediante el análisis de datos meteorológicos y caracterización hidrográfica del área de interés. Mediante la interpretación de datos hidrológicos y meteorológicos, utilizando como técnica la observación, para la recolección de los datos se utilizó como población las estaciones meteorológicas que poseen incidencia en la cuenca del Guayas, y además utilizando un muestreo por conveniencia, escogiendo las estaciones más cercanas a la cuenca mediante triangulación. Se determinó que como amenaza las precipitaciones, tiempo de concentración, duración, el tipo de cuenca, sinuosidad del río y la localización de cuenca de San Juan en referencia a la cuenca del Guayas. Además, entre las vulnerabilidades se identificó las características morfológicas de la cuenca, topografía y la altimetría del cauce.

N. DE REGISTRO (en base de datos):**N. DE CLASIFICACIÓN:****DIRECCIÓN URL (tesis en la web):****ADJUNTO PDF:****SI****NO****CONTACTO CON AUTOR/ES:**

Márquez Mera Pamela Selena

Teléfono:

098 243 8014

E-mail:pmarquezm@ulvr.edu.ec**CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:**

Mgr. Genaro Raymundo Gaibor Espín

	<p>Decano</p> <p>Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción.</p> <p>Teléfono: (04)259 6500 Ext. 210</p> <p>E-mail: ggaibore@ulvr.edu.ec</p> <p>Mg. Alexis Wladimir Valle Benítez</p> <p>Director de la Carrera de Ingeniería Civil.</p> <p>Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción.</p> <p>Teléfono: (04)259 6500 Ext. 242</p> <p>E-mail: avalleb@ulvr.edu.ec</p>
--	--

CERTIFICADO DE SIMILITUD

EVALUACIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN UTILIZANDO ANÁLISIS HIDROGRÁFICO EN SAN JUAN DE LAS CUCARACHAS, MANABÍ

INFORME DE ORIGINALIDAD

4%	4%	1%	1%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.eluniverso.com Fuente de Internet	1%
2	www.bcsnoticias.mx Fuente de Internet	<1%
3	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1%
4	Submitted to Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil Trabajo del estudiante	<1%
5	repositorio.unal.edu.co Fuente de Internet	<1%
6	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1%
7	ri.ues.edu.sv Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	<1%

9	livrosdeamor.com.br Fuente de Internet	<1 %
10	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
11	fce.unse.edu.ar Fuente de Internet	<1 %
12	www.ical.es Fuente de Internet	<1 %
13	repository.udistrital.edu.co Fuente de Internet	<1 %
14	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	doku.pub Fuente de Internet	<1 %
16	www.pisos.com Fuente de Internet	<1 %
17	"Applications and Usability of Interactive TV", Springer Science and Business Media LLC, 2019 Publicación	<1 %
18	opac.fmoues.edu.sv Fuente de Internet	<1 %
19	newsstand.joomag.com Fuente de Internet	<1 %

20	eelalnx01.epn.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
21	civilgeeks.com Fuente de Internet	<1 %
22	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
23	es.unionpedia.org Fuente de Internet	<1 %
24	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas Activo Excluir coincidencias < 15 words
 Excluir bibliografía Activo

Firma:



PhD. Marcial Sebastián Calero Amores

C.C. 0905197869

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

La estudiante egresada Pamela Selena Márquez Mera, declara bajo juramento, que la autoría del presente proyecto de investigación, Evaluación del riesgo de inundación utilizando análisis hidrográfico en San Juan de las Cucarachas, Manabí, corresponde totalmente a la suscrita y me responsabilizo con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedo los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

Autora



Firma:

Pamela Selena Márquez Mera

C.I. 0929829562

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación **Evaluación del riesgo de inundación utilizando análisis hidrográfico en San Juan de las Cucarachas, Manabí**, designado por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería Industria y Construcción de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: Evaluación del riesgo de inundación utilizando análisis hidrográfico en San Juan de las Cucarachas, Manabí, presentado por la estudiante **Pamela Selena Márquez Mera** como requisito previo, para optar al Título de **Ingeniero Civil** encontrándose apto para su sustentación.

Firma:



MARCIAL SEBASTIAN
CALERO AMORES

PhD. Marcial Sebastián Calero Amores

C.C. 0905197869

AGRADECIMIENTO

Estimada universidad y docentes, a través de estas líneas deseo expresar mi más sincero agradecimiento por la invaluable contribución que han tenido en mi formación académica. Ha sido un viaje de aprendizaje y crecimiento, y no podía estar más agradecida por el apoyo y el conocimiento que me han brindado durante mi tiempo en esta institución. Asimismo, quiero expresar mi gratitud a mi tutor, cuyo apoyo y orientación han sido fundamentales para mi desarrollo académico y para la culminación exitosa de mi proyecto de investigación. Su paciencia, aliento y comentarios constructivos han sido un pilar fundamental en mi camino hacia la excelencia. Gracias por brindarme una experiencia educativa enriquecedora y llena de aprendizajes significativos. Estoy segura de que los valores y el conocimiento adquiridos aquí me acompañarán a lo largo de toda mi vida. Me siento orgullosa de haber sido parte de esta comunidad académica y llevaré siempre conmigo el orgullo de ser egresada de esta prestigiosa universidad.

DEDICATORIA

Esta tesis representa mucho más que un logro académico; es el resultado de un apoyo incondicional y amoroso que me han brindado a lo largo de este emocionante viaje. Sin su aliento, paciencia y comprensión, este sueño no habría sido posible. A ustedes, mis amados padres, les agradezco por ser mis pilares y guías en cada paso que he dado. Su constante apoyo y palabras de aliento han sido mi motivación para superar los desafíos y perseverar en este camino hacia la realización de mis metas. Su amor incondicional ha sido mi mayor fortaleza. A ti, mi querido esposo, te agradezco por ser mi cómplice y mi mayor soporte. Tu apoyo incondicional y tu paciencia han sido fundamentales en los momentos de dedicación intensa y arduo trabajo. Gracias por estar siempre a mi lado, compartiendo este camino conmigo y alentándome a alcanzar cada una de mis metas. A ti, mi preciosa hija Alejandra, quiero dedicarte este logro. Eres mi mayor inspiración y motivación para seguir adelante en la búsqueda de mis sueños. Cada paso que doy es pensando en un futuro lleno de oportunidades y un legado de esfuerzo y superación para ti.

RESUMEN

El presente trabajo de titulación posee como objetivo evaluar el riesgo de inundación de la comunidad San Juan de las Cucarachas, el cual fue evaluado a través de las variables amenaza y vulnerabilidad para la planificación territorial. Mediante su alcance exploratorio pretende acondicionar el terreno en términos académicos para el desarrollo de futuros estudios en beneficio de la comunidad. Es posible la gestión del riesgo de inundación gracias a procedimientos mediante el análisis de datos meteorológicos y caracterización hidrográfica del área de interés. Mediante la interpretación de datos hidrológicos y meteorológicos, utilizando como técnica la observación, para la recolección de los datos se utilizó como población las estaciones meteorológicas que poseen incidencia en la cuenca del Guayas, y además utilizando un muestreo por conveniencia, escogiendo las estaciones más cercanas a la cuenca mediante triangulación. Se determinó que como amenaza las precipitaciones, tiempo de concentración, duración, el tipo de cuenca, sinuosidad del río y la localización de cuenca de San Juan en referencia a la cuenca del Guayas. Además, entre las vulnerabilidades se identificó las características morfológicas de la cuenca, topografía y la altimetría del cauce.

PALABRAS CLAVE: Riesgos naturales, precipitación, hidrografía, inundación, ordenamiento urbano.

ABSTRACT

The objective of this degree work is to evaluate the flood risk of the San Juan de las Cucarachas community, which was evaluated through the variables threat and vulnerability for territorial planning. Through its exploratory scope, it intends to condition the land in academic terms for the development of future studies for the benefit of the community. Flood risk management is possible thanks to procedures through the analysis of meteorological data and hydrographic characterization of the area of interest. Through the interpretation of hydrological and meteorological data, using observation as a technique, the population used for data collection was the meteorological stations that have an impact on the Guayas basin, and also using a convenience sampling, choosing the stations closest to the basin through triangulation. It was determined that precipitation, time of concentration, duration, type of basin, river sinuosity and the location of the San Juan basin in reference to the Guayas basin were identified as threats. In addition, among the vulnerabilities, the morphological characteristics of the basin, topography and the altimetry of the riverbed were identified.

KEYWORDS: Natural hazards, precipitation, hydrography, flood, territorial ordering

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO DE SIMILITUD.....	v
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES	viii
CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR	ix
AGRADECIMIENTO	x
DEDICATORIA	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT	xii
ÍNDICE GENERAL	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	2
Enfoque de la Propuesta	2
1.1 Tema.....	2
1.2 Planteamiento del Problema	2
1.3 Formulación del Problema	3
1.4 Objetivo General	3
1.5 Objetivos Específicos.....	3
1.6 Hipótesis	4
1.7 Línea de Investigación Institucional/Facultad.....	4

CAPÍTULO II.....	5
Marco Referencial.....	5
2.2 Marco Teórico:	5
2.2.1 Antecedentes	5
2.2.2 Ciclo hidrológico	14
2.2.2.1 Evaporación.....	14
2.2.2.2 Transpiración.....	14
2.2.2.3 Precipitación.	15
2.2.2.4 Intersección.....	16
2.2.2.5 Escurrimiento superficial.....	16
2.2.2.6 Inter flujo o flujo superficial.	16
2.2.2.7 Infiltración.	16
2.2.2.8 Percolación.....	17
2.2.3 Cuenca hidrográfica	17
2.2.3.1 Tipos de Cuenca hidrográfica.....	17
2.2.3.2 Curvas de Nivel.....	18
2.2.3.3 Modelos digitales del terreno.	18
2.2.3.4 Divisoria.....	18
2.2.3.5 Cauce principal.....	18
2.2.3.6 Corrientes de agua.....	19

2.2.4 Caracterización hidrográfica	19
2.2.4.1 Clasificación por el tamaño de la cuenca.....	19
2.2.4.2 Tipificación por su drenaje final.....	20
2.2.4.3 Identificación de la divisoria.	22
2.2.4.4 Clasificación de los cursos de agua.....	22
2.2.4.5 Identificación del área de drenaje.	23
2.2.4.6 Identificación de la forma de la cuenca.....	23
2.2.4.7 Identificación del orden de las corrientes de agua..	24
2.2.4.8 Identificación de la densidad de drenaje.....	24
2.2.4.9 Identificación de la extensión media de la esorrentía superficial.	24
2.2.4.10 Determinación la sinuosidad de la corriente de agua	25
2.2.4.11 Identificación de pendientes.....	25
2.2.4.12 Generación de la curva hipsométrica.....	25
2.2.4.13 Determinación de la elevación media de la cuenca.	25
2.2.4.14 Determinación de la pendiente de la corriente principal o cauce.	26
2.2.4.15 Determinación de las propiedades físicas, químicas y mecánicas del suelo.....	26
2.2.5 Análisis hidrográfico	26
2.2.5.1 Análisis meteorológico.....	27
2.2.5.2 Análisis morfológico.....	27

2.2.5.3 Análisis hidrológico.	27
2.2.6 Riesgo de inundación	27
2.2.6.1 Amenazas climatológicas	28
2.2.6.2 Amenazas hidrográficas.	28
2.2.6.3 Vulnerabilidades territoriales.....	28
2.3 Marco Legal	28
2.3.1 Constitución de la República del Ecuador	29
2.3.2 La Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión de Suelo.....	29
2.3.3 Ley de Seguridad Pública y del Estado	30
2.3.4 Código Orgánico Organización Territorial y Autonomía Descentralización (COOTAD).	30
2.3.5 Reglamento a la Ley de Seguridad Pública y del Estado.	31
CAPÍTULO III.....	32
Marco Metodológico	32
3.1 Enfoque de la investigación	32
3.2 Alcance de la investigación.....	32
3.3 Técnica e instrumentos para obtener los datos:.....	33
Técnica.....	33
3.3.2 Instrumento	33
3.4 Población y muestra	34

3.4.1 Población.....	34
3.4.2 Muestra	36
3.5 Tipos de muestra en investigación cualitativa	37
3.5.1 Muestreo de conveniencia.....	37
CAPÍTULO IV	38
4.1 Presentación y análisis de resultados	38
4.1.1 Georreferencia del lugar del estudio	38
4.1.2 Identificación del cauce principal.....	39
4.1.3 Altimetría del cauce principal	40
4.1.4 Sinuosidad del cauce principal.....	45
4.1.5 Delimitación de la cuenca hidrográfica.....	47
4.1.6 Topografía del territorio.....	49
4.1.7 Clasificación de la cuenca hidrográfica	58
4.1.8 Morfología de la cuenca.....	62
4.1.9 Corrientes de agua.....	64
4.1.10 Drenabilidad y frecuencia de ríos.....	67
4.1.11 Tiempos de concentración	68
4.1.12 Hipsometría.....	72
4.1.13 Estaciones meteorológicas	75
4.1.14 Precipitaciones.....	77

4.1.15 Evaluación del riesgo de inundación.....	82
CONCLUSIONES.....	88
RECOMENDACIONES.....	90
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	91
ANEXOS.....	102

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Líneas de Investigación ULVR.....	4
Tabla 2 Estaciones meteorológicas población.....	35
Tabla 3 Estaciones meteorológicas muestra.....	36
Tabla 4 Interpretación numérica del cauce principal.....	42
Tabla 5 Cálculo del perímetro de la cuenca hidrográfica.....	48
Tabla 6 Coordenadas del terreno de la cuenca hidrográfica.....	49
Tabla 7 Cálculo de área por el método matricial.....	59
Tabla 8 Clasificación de la cuenca hidrográfica.....	61
Tabla 9 Información para Curva Hipsométrica.....	73
Tabla 10 Estación meteorológica M447.....	75
Tabla 11 Estación meteorológica M452.....	76
Tabla 12 Estación meteorológica M466.....	76

Tabla 13 Guía de Observación	82
------------------------------------	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Parroquia San Pablo de Pueblo Nuevo bajo el agua.....	6
Figura 2 Ubicación de las estaciones meteorológicas población.....	10
Figura 3 Cuenca endorreica	21
Figura 4 Cuenca exorreica	21
Figura 5 Cuenca arreica	22
Figura 6 Forma de cuenca y periodo de concentración.....	24
Figura 7 Ubicación de las estaciones meteorológicas (población)	36
Figura 8 Ubicación de las estaciones meteorológicas (muestra).....	37
Figura 9 Ubicación georreferenciada del lugar de estudio	38
Figura 10 Ubicación del cauce principal	40
Figura 11 Perfil del cauce principal.....	41
Figura 12 Pendiente longitudinal del cauce principal.....	45
Figura 13 Longitud axial y de recorrido del cauce principal	46
Figura 14 Perímetro de la cuenca hidrográfica.....	49
Figura 15 Topografía de la cuenca hidrográfica	57

Figura 16 Tipo de cuenca hidrológica: Exorreica.....	59
Figura 17 Área de la cuenca hidrográfica.....	61
Figura 18 Modelo digital del terreno	65
Figura 19 Microzonificación de corrientes de agua	65
Figura 20 Corrientes de agua de la cuenca hidrográfica	66
Figura 21 Contabilización de corrientes	67
Figura 22 Tiempos de concentración de la cuenca hidrográfica.....	72
Figura 23 Modelo digital para Curva Hipsométrica.....	73
Figura 24 Curva Hipsométrica de la Cuenca Hidrográfica.....	74
Figura 25 Ubicación de M447, M452 y M466	78
Figura 26 Hietograma de precipitaciones en M447	79
Figura 27 Hietograma de precipitaciones en M452	79
Figura 28 Hietograma de precipitaciones en M466	80
Figura 29 Triangulación de estaciones meteorológicas.....	81
Figura 30 Isoyetas de precipitaciones máximas anuales	82

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Estación meteorológica M175.....	102
Anexo 2. Estación meteorológica M218.....	103
Anexo 3. Estación meteorológica M348.....	104

Anexo 4. Estación meteorológica M363.....	105
Anexo 5. Estación meteorológica M376.....	106
Anexo 6. Estación meteorológica M393.....	107
Anexo 7. Estación meteorológica M409.....	108
Anexo 8. Estación meteorológica M410.....	109
Anexo 9. Estación meteorológica M446.....	110
Anexo 10. Estación meteorológica M459.....	111
Anexo 11. Estación meteorológica M470.....	112
Anexo 12. Estación meteorológica MA2V	113

INTRODUCCIÓN

Desde la perspectiva de Vega y Mejía (2023), el caribe y América Latina están constantemente bajo amenaza, por eventos naturales relacionados con el agua como inundaciones, en ciertos casos la ocupación de áreas de alto riesgo por la población, y los procesos para compactar e impermeabilizar el suelo colabora aumentando el riesgo de inundación. Esto impide al agua infiltrarse, acumulando mayor flujo en la escorrentía superficial, incrementando la velocidad en canales y cauces, causando que el agua cubra áreas habitadas o que no es común que estén cubiertas de agua.

Guevara (2023), menciona que en Ecuador las inundaciones suceden de modo recurrente en especial en las áreas costeras del país. El instituto nacional de meteorología e hidrología (INAMHI), junto con otras organizaciones internacionales y nacionales realizan el monitoreo, seguimiento, procesamiento y difusión de los datos hidrometeorológicos, haciendo énfasis en las posibles consecuencias, datos fundamentales para anunciar alertas tempranas que servirán para salvaguardar la vida de los habitantes, mitigar daños materiales y preservar el medio ambiente.

Manabí es una de las 24 provincias que tiene el Ecuador se ubica en la región del litoral o costa, las amenazas por inundaciones son las que prevalecen, por la geomorfología de las hoyas hidrográficas, la concentración, intensidad de las lluvias y el fenómeno del niño. Otro inconveniente que se suma a esto es la falta de planificación de los asentamientos. La evaluación del riesgo de inundación utilizando análisis hidrográfico en la comunidad San Juan de las Cucarachas, es fundamental ya que realiza un aporte al área de estudio para su crecimiento. Márquez (2023)

El trabajo de investigación tiene como objetivo, evaluar el riesgo de inundación por medio de las variables amenaza y vulnerabilidad para el ordenamiento territorial de la comunidad. Además se identifica como mixto, ya que la variable amenaza fue estudiada a través del análisis de datos meteorológicos como las precipitaciones de varios años, y la variable vulnerabilidad fue identificada mediante aspectos morfológicos.

CAPÍTULO I

Enfoque de la Propuesta

1.1 Tema

“Evaluación del Riesgo de Inundación Utilizando Análisis Hidrográfico en San Juan de las Cucarachas de Manabí”

1.2 Planteamiento del Problema

Uno de los problemas más frecuentes que azota al país en especial a la zona costera del país son las inundaciones, desastres naturales que no pueden ser resueltos de forma inmediata, pero se puede prever que se convierten en un inminente peligro para la población quienes ocupan áreas vulnerables a inundaciones, amenaza que no es identificada por la población hasta que se ven afectados por las inundaciones situación que ocurre todos los años.

La comunidad San Juan de las Cucarachas ubicada en la parroquia rural San Pablo de Pueblo perteneciente al cantón Santa Ana de la provincia de Manabí, se encuentra atravesada por el recorrido del río Pucón es una fuente de abastecimiento para los cultivos y ganadería en épocas de sequía, la principal actividad económica de la zona es la agricultura y la ganadería actividades que se ven afectadas por las frecuentes inundaciones.

La mayor parte de los asentamientos de la comunidad se dan a orillas del río, en los meses diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo y junio el caudal del río aumenta por las fuertes lluvias y las aportaciones de pequeños esteros y riachuelos ocasionando desbordamiento y anegando casas, escuelas, vías y sembríos dejando a la comunidad bajo el agua generando grandes pérdidas económicas, y causando impactos negativos a nivel social y medio ambiental, en ocasiones este problema recurrente ha ocasionado pérdidas de vidas humanas. Los habitantes para

trasladarse de un lugar a otro en la propia comunidad deben recurrir al uso de canoas para poder movilizarse por las calles.

La falta de ordenamiento territorial y la identificación de las características hidrográficas del río Pucón de la comunidad San Juan de las Cucarachas conllevan al desconocimiento de las futuras amenazas y vulnerabilidades para la zona, analizando en la última década se ha presenciado desbordamiento del río más frecuentes y de mayor magnitud generando pérdidas económicas, enfermedades y muertes.

1.3 Formulación del Problema

¿Cómo la evaluación del riesgo de inundación de la comunidad San Juan de las cucarachas permitirá ordenar y planificar el territorio?

1.4 Objetivo General

- Evaluar el riesgo de inundación por medio de las variables amenaza y vulnerabilidad para el ordenamiento territorial de la comunidad San Juan de las Cucarachas perteneciente a la parroquia rural San Pablo de Pueblo Nuevo del cantón Santa Ana, Manabí, Ecuador.

1.5 Objetivos Específicos

- Fundamentar desde la teoría el riesgo de inundación por medio de una actualizada revisión literaria como soporte de la identificación de las variables amenaza y vulnerabilidad.
- Identificar las variables amenaza y vulnerabilidad en la comunidad San Juan de las cucarachas por medio de una caracterización hidrográfica para la elaboración de un informe interpretativo.
- Elaborar un informe interpretativo del comportamiento de las variables amenaza y vulnerabilidad por medio de parámetros determinados en la caracterización hidrográfica para la evaluación y categorización del riesgo de inundación.

1.6 Hipótesis

La caracterización hidrográfica permitirá evaluar el riesgo de inundación en la comunidad San Juan de las Cucarachas.

1.7 Línea de Investigación Institucional/Facultad.

Tabla 1

Líneas de Investigación ULVR

Dominio	Línea institucional	Línea de la Facultad
Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de la construcción eco-amigable, industria y desarrollo de energías renovables	Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción	Territorio

Fuente: Pagina web ULVR, (2023)

Esta línea de investigación se respalda por su pertinencia en temas contemporáneos y urgentes, su enfoque en la sostenibilidad y el medio ambiente, su potencial para elevar la calidad de vida y su habilidad para abordar desafíos a nivel global. Asimismo, se espera que esta investigación tenga un impacto positivo tanto en el ámbito académico como en la sociedad en su conjunto.

CAPÍTULO II

Marco Referencial

2.2 Marco Teórico:

2.2.1 Antecedentes

Según González y otros (2021), la gestión del riesgo se basa en una secuencia de acciones y procedimientos que tienen como propósito disminuir el riesgo con el fin de que las personas puedan vivir en un ambiente sano y seguro, aplicando estrategias como la planeación territorial, manejo en emergencias, protección de áreas de afluentes e involucrar a la comunidad para generar conocimientos y que sepan cómo actuar frente a una situación de emergencia.

De acuerdo con Pauta (2019), el ordenamiento territorial es un instrumento que se utiliza para organizar el territorio de una manera que se asegure la utilización del potencial del territorio, además para asegurar que zonas peligrosas no sean ocupadas por la población y ordenar este de una manera estratégica para poder sacar provecho a los recursos del mismo.

En un informe del periódico el Universo (2019), menciona que las inundaciones en la comunidad han ocurrido desde que se empezó habitar el área de la Comunidad San Juan de las Cucarachas, pero a medida que han pasado los años se evidencia el incremento de los niveles de inundación, debido al aumento de la población y la distribución territorial, en el 2019 con cuatro horas de lluvias se produjo el desbordamiento de varios ríos dejando todos los poblados a su paso bajo el agua, ocasionado que el 70% de las casas de la comunidad San Juan de las Cucarachas fueran inundadas.

Figura 1

Parroquia San Pablo de Pueblo Nuevo bajo el agua



Fuente: El universo, (2019)

El río Pucón que recorre varios poblados de la parroquia San Pablo de Pueblo Nuevo es alimentado por varios afluentes, que en épocas de lluvia colaboran para tener un mayor volumen de caudal según (Pacheco, 2020, pág. 24) "El río Pucón tiene como afluentes ríos Chirimoya, Mata de Plátano, Cancagua, Estero Felipe y Estero la Segua".

A través del proyecto de investigación Vargas y Cánovas (2022), permitieron la caracterización y gestión del riesgo de inundación de España en el que utilizaron el ordenamiento territorial que es una herramienta de planificación de territorio que se complementa con medidas estructurales y no estructurales. En la que se aplican conocimientos de la hidrología y cartografía de la zona, mediante la utilización de esta herramienta observaron como al considerar el riesgo de inundación este se ve más presente al ordenar el territorio, pero el nivel de la cartografía aun plantea retos debido a su conexión entre riesgo y vulnerabilidad lo que frena su efectividad como medida no estructural.

Fraga y otros (2021), utilizaron una herramienta llamada Merlín para poder predecir el riesgo de inundación la cual pronostica los caudales en las zonas propensas a inundaciones, esta herramienta trabaja de dos formas, en la etapa uno asimila los datos hidrometeorológicos para conocer el coeficiente de infiltración del suelo, en la etapa dos los datos analizados son usados para predecir el escurrimiento superficial esperado en los siguientes días. Las predicciones nutren a los modelos hidráulicos de áreas con riesgo potencial significativo de inundación (ARPSI) que es una base de datos que almacena información de acceso libre de las áreas de alto riesgo a inundaciones utiliza, que determino las áreas afectadas por el aumento de caudal, Merlín fue aprobada en 4 cuencas en España dando buenos resultados de predicción.

De acuerdo con Olcina (2020), el ordenamiento territorial ha sido una manera eficaz para prevenir que las personas realicen asentamientos en áreas propensas a inundaciones, también un método para disminuir el riesgo en varios países en los que se usaron mapas de riesgos para evitar la ocupación de zonas peligrosas, mediante las infraestructuras verdes sistemas de paisajes conectados entre sí se las añadió como técnica de reducción de eventos naturales y efectos del cambio climático.

De la Rosa y Díaz (2020), argumentaron que a través del uso de software Q-GIS se logró delimitar cauce del río Tenguel, utilizando este programa se realizaron análisis hidrológico e hidráulico como medida preventiva de inundaciones, además utilizando el método de Gumbel se obtuvieron el caudal de diseño en periodos de retorno de 25 a 100 años. Mediante la herramienta HEC-RAS, que simula el flujo en canales artificiales o naturales, y con el apoyo de la elevación digital de la zona, se determinó que la Tenguel es expuesta a inundaciones y como medida preventiva se propuso la construcción de infraestructura como, diques a lo largo del centro de la parroquia.

Según Bladés y López (2020), en Bolivia-Tarija a lo largo del tiempo ha tenido frecuentes inundaciones, especialmente en las áreas urbanas como consecuencia de su extensión hacia áreas naturales, a través del uso de modelación hidrológica e hidráulica de quebradas se permitió determinar las zonas más propensas a

inundaciones, además de las posibles acciones en cuanto a infraestructura para proteger, mediante software HEC-HMS y HEC-RAS se realizó la evaluación donde se obtuvo como resultado que hay zonas que serán verán afectadas en periodo de retorno de 10 a 50 años, por lo consiguiente se recomendó la toma de medidas preventivas como el ordenamiento territorial e infraestructura antes de los próximos 10 años.

En su investigación Reyna y otros (2020), mencionaron que la mayor cantidad de las áreas ocupadas de Ecuador se encuentran amenazadas por sucesos naturales, y antrópicos, lo que ocasiona pérdidas humanas, sociales y económicas. Esto se debe al aumento de las zonas urbanas no planificadas y a la ocupación de áreas de alto riesgo, como ha sido el caso de la ciudad de Portoviejo. Mediante el uso información de geografía de la mancha urbana fotos satelitales y cartografía sobre el riesgo, se logró identificar las áreas con asentamientos de alta vulnerabilidad. Más de la mitad de las zonas ocupadas están propensas a eventos naturales como inundaciones o deslizamientos.

Erasun y otros (2019), determinaron que con frecuencia los habitantes que se asentaron a orillas del Rio Uruguay están expuesto a mayor riesgo por el aumento de caudal provocando pérdidas económicas, sanitarios y por supuesto eminente riesgo de quienes viven hay. Con el uso de la herramienta SATI que es un sistema de alerta temprana, permite a los habitantes tomar medidas preventivas, además los modelos hidrológicos usados en SATI han sido utilizados para los pronósticos pues se puede simular la dinámica de la inundación, los modelos utilizados sirvieron simular los diferentes componentes del flujo en un tiempo diario.

Cerquero (2019), realizó un estudio en un asentamiento del municipio de Florencia sobre la cordillera oriental de Colombia, se analizaron los elementos que generan vulnerabilidad a el área amenazada por las inundaciones y como incidieron las políticas de gestión de riesgo. Se utilizó como técnicas de recolección de información se emplearon la encuesta, entrevista, análisis espacial. Los resultados que arrojaron fue que la gestión del riesgo no tuvo gran impacto en la población por lo que siguen aún expuestos a peligro como las inundaciones.

Desde el punto de vista de López (2019), algunos de los fenómenos naturales más frecuentes en el territorio mexicano son los terremotos, inundaciones, volcanes, sequías, pero en especial se ha enfocado en el territorio y la forma en las que las personas lo habitan, la gestión del riego se centra en la prevención para mitigar los impactos de los desastres naturales. Entre sus herramientas está el ordenamiento territorial, la identificación de zonas no aptas para construcciones como por ejemplos a orillas de ríos y quebradas, la inclusión de la sociedad juega un papel importante dentro de este proceso quienes se beneficiaron de la correcta gestión del riesgo de inundación.

Valero (2022), en su estudio en la provincia Morona Santiago se centra en cantón Sucúa, las inundaciones es el resultado de amenaza y vulnerabilidad estas pueden presentarse de diversas maneras, se propuso realizar una caracterización hidrográfica de la zona que permita predecir los posibles escenarios de riesgo, se escogió el cantón por estar propensas a riesgos hídricos debido a su cercanía a la desembocadura de una cuenca, se analizó también registros meteorológicos e hidrológicos del área de estudio, se obtuvo como resultado que por medio de los parámetros propuestos en el estudio que la caracterización de la cuenca impacta de manera positiva el progreso urbano y a la vez posibilitara las decisiones en el gestión del riesgo frente a inundación en el área.

Figura 2
Zona de riesgo cantón Sucúa



Fuente: Valero, C. (2022)

Flores y Álvarez (2022), realizaron una investigación no experimental para medir la precariedad ambiental, social y económica de los asentamientos a orillas del Río Daule, se aplicó la ecuación de vulnerabilidad del centro internacional para la investigación del fenómeno del niño del año 2018 a la población de estudio que fueron los habitantes a orillas de la cuenca hidrográfica del río, se obtuvo que las personas que habitan a faldas del río no poseen accesos a servicios básicos como alcantarillado, agua además de que presentan un alto índice de analfabetismo siendo este un atenuante para el desconocimiento de los riesgos que implica ocupar áreas propensas a ser cubiertas por las crecientes .

Gardiol y otros (2021), plantean que los peligros y riesgos de origen hídrico suelen provocar consecuencias nefastas, esto también va a depender del grado de vulnerabilidad que presenten las cuencas hidrográficas deben ser consideradas por los organismos encargados de la planeación y ordenamiento territorial. En la provincia de Santa Fe en Argentina se eligieron variables que abarquen las políticas institucionales, factor socioeconómico y ambiental, se aplicó entrevistas a los sectores

involucrados instituciones, productores y vecinos, se observaron diferencias debido a que la cuenca inferior tiene una alta vulnerabilidad que otras áreas con esto se puede facilitar la toma de decisiones para reducir los riesgos en esta zona.

Rojas y otros (2019), sostienen que Lima-Perú es un área más azotada por los desastres naturales como inundaciones, temblores y deslizamientos de tierra, se ejecutó una investigación que usó como técnica la entrevista para medir que grado de percepción tenían los habitantes del riesgo de inundación en la que se colocó preguntas relacionadas netamente al tema como conclusión se obtuvo que la población se da cuenta del riesgo cuando se ven afectados ya sea por pérdidas económicas o en ocasiones de vidas, pero a pesar de esto siguen ocupando territorios propensos a este tipo de eventos naturales.

Según la visión de Estrada (2020), Esmeraldas ciudad los desbordamientos de los afluentes es un asunto no solucionado y que en cada periodo de lluvias se evidencia más la falta de gestión, la población por situaciones socio-económicas como la falta de un lugar donde vivir se ven orillados a asentarse en zonas vulnerables a inundaciones, con el uso de herramientas digitales y software se realizó un mapeo de la cuenca del río Esmeralda donde se identificó que el 80% del área de estudio está vulnerable a crecientes del afluente, esto determinó que existe una estrecha relación entre las inundaciones y los factores sociales, culturales y económicos por lo consiguiente las autoridades tendrían que intervenir con nuevas estrategias para mejorar la situación de las áreas en peligro.

Valero (2021), el riesgo de inundación del cantón Vinces es predecible gracias a la revisión de datos meteorológicos y caracterización hidrográfica de la cuenca del río, se analizó el comportamiento de las crecientes en un determinado tiempo además se diagnosticó la amenaza por medio de análisis de precipitaciones, el resultado fue que en un periodo de 50 años el riesgo de inundarse en el cantón será el doble de lo actual (2021), además de las fallencias en estructuras de protección para evitar el socavamiento por la presión del agua, si no se toman medidas como una gestión adecuada del riesgo o un ordenamiento territorial preventivo la población afectada irá aumentando con el paso de los años.

Vasquez y Delgado (2021), realizaron una revisión de artículos todos relacionados con el tema de inundaciones se escogieron 10 artículos, de los cuales el 50% llegaban a la conclusión de que es vital analizar los riesgos antes de que suceda el evento y generar planes y programas para el ordenamiento territorial como medida preventiva, el 30% decían que los fenómenos naturales no se pueden saber con anticipación pero se puede gestionar para amortiguar los daños y el 20% restante que los desastres naturales invalidan la economía y por lo tanto los gobiernos no tienen recursos para gestionar los desastres como las inundaciones.

Alfonso y Sierra (2021), determinaron que se puede reconocer sucesos hídricos y llegar a entenderlos mediante el uso de modelación, la investigación de las masas de agua en una zona mediante la hidrografía, logra dar a conocer el riesgo que se encuentra una área por el paso o aumento del nivel del agua, esta ciencia es relevante en el análisis e identificación de posibles inundaciones, junto con las modelaciones permiten figurar circunstancia lo más cercana a la realidad dependerá de la cantidad y calidad de información con la que trabajo influirá en la modelación.

En su estudio Arteaga (2020), planteó que para la gestión del Riesgo no siempre se necesita soluciones estructurales, se recreó una modelación con datos socio-territoriales, para calcular el posible impacto, para gestionar el riesgo se involucraron métodos y técnicas, en el proyecto se utilizó procedimientos no constructivos para generar escenarios posibles que llevaron a la identificación del riesgo, también el uso del territorio de diferentes formas, ocasionó una variación del riesgo, con una considerable disminución.

Duarte y Sierra (2021), argumentan que el análisis hídrico es esencial para diferentes proyectos especialmente para aquellos que son de gran magnitud, así como los estudios ambientales, también son necesarios para ordenar el territorio, en la fase de estudio de un proyecto de construcción se necesita la caracterización de la cuenca hidrográfica que es una cavidad en forma de hoyo con zonas de agua subterráneas o superficiales que son derramadas a sistemas hídricos y que pueden fluir hasta ríos, pantanos e inclusive llegar al mar.

Pedraos y otros (2019), las cuencas son medios esenciales para recolectar y llevar el agua y residuos de la vía fluvial, la proporción de agua va a variar de acuerdo con la presencia de precipitación, la capacidad de absorber, filtrar, saturar del terreno y de su forma. La personificación de las cuencas hidrográficas sirve para determinar su aspecto físico y territorial, en Colombia el uso y manejo de las cuencas es valioso debido al incremento poblacional y el auge industrial ya que se necesita agua en mayor volumen y de buena calidad la cual proviene de las hoyas hidrográficas.

Peña (2022), se propuso conocer las líneas divisoras de la cuenca hidrográfica para así identificar de donde el flujo comienza a deslizarse y también cual abastece el canal vías Las Lomas en Piura-Perú, las líneas divisoras son los límites de las cuencas es decir separa una de otra, el agua de la divisoria circula en dirección a otro río de otra subcuenta, el canal vías Las Lomas por su estado de abandono ha sido causa de preocupación y temor de la población por el aumento de las lluvias puede desbordarse destruyendo todo a su paso.

Giler y otros (2020), indican que el manejo de las cuencas hidrográficas en la provincia de Manabí se ha hecho en base a ingeniería tradicional, se han realizado obras de gran envergadura para acopiar agua, como medida de contención de escorrentía de los afluentes, los planes que fueron hechos en el año setenta en la actualidad son obsoletos debido al aumento de las inundaciones que se presentan en los diferentes cantones de la provincia en invierno, se propone realizar canales que deriven el flujo por los perímetros de las diferentes ciudades..

Desde el punto de vista de Vásconez y otros (2019), mencionan que es importante identificar las características de las cuencas para poder predecir cómo se comportará frente sucesos hidrológicos planea y medidas de prevención, entre sus características importantes tenemos el área de drenaje, su forma, el sistema de drenaje y como se ramifica, los relieve, el tipo de suelo y el uso que se le dé a este debido a que dependerá de la cantidad de agua que se infiltre, también el suelo influye en la calidad del líquido que llegue a las cuencas subterráneas , la vegetación es un factor que influye en reacción de una cuenca frente a eventos de precipitación..

Martinez y Madrid (2022), Mediante la observación y estudio de siete ríos en Chile se llegó a la conclusión la sinuosidad es una cualidad de los ríos que se define como la capacidad que tiene el flujo de apartarse del recorrido por el cual circula debido a que la pendiente del terreno es mayor, esto se identifica como inestabilidad hidro-sedimentológica este desequilibrio colabora a la creación de meandros, también la sinuosidad de los afluentes aumenta en los tramos que desembocan

2.2.2 Ciclo hidrológico

Kruse (2022), conocido también como ciclo del agua se trata del transcurso del agua de la tierra, involucra todas las aguas de la tierra su transformación y transferencia entre la corteza terrestre, atmosfera y masas de agua como ríos, mares, lagunas conforme a su vínculo con la naturaleza, el ciclo hidrológico en función del lugar, el tipo de suelo, la altura sobre el nivel del mar, clima y ubicación geográfica en ocasiones una gota puede permanecer días en la atmosfera, docenas de años en lagunas y miles en glaciares. El ciclo hidrológico se conforma de diferentes partes.

2.2.2.1 Evaporación. Monteiro y Jimenez (2019), la evaporación es un ciclo natural del agua en su estado líquido el cual cambia a vapor o aire es decir deja de ser observable, esto se da gracias a que el agua obtiene bastante energía y superan la fuerza de cohesión y logra huir de su estado líquido hacia el estado de gaseoso del agua. La evaporación puede suceder en diferentes tamaños o escalas de cuerpos de agua desde una gota hasta lagunas y océanos, existen varios elementos que suelen afectar la evaporación la humedad relativa, disponibilidad de agua, temperatura, superficie expuesta al aire y la velocidad del viento.

2.2.2.2 Transpiración. Según Pouleurs (2021), la transpiración es una fase en donde las plantas sueltan agua en forma de vapor mediante sus hojas, es un proceso importante para la organización del equilibrio hídrico de las plantas y además juega un papel importante en el ciclo del agua. Cuando las plantas realizan la fotosíntesis abren sus estomas para el ingreso de CO₂ y salida de H₂O pero al estar las estomas abiertas esto produce una pérdida de agua a manera de vapor este proceso se le define como transpiración.

La transpiración tiene sus propios objetivos:

- Transportar nutrientes: colabora en llevar los nutrientes recolectados por las raíces mediante la absorción hasta las hojas donde son aprovechados por las plantas para su metabolismo.
- Regular la temperatura: Al transpirar las plantas el agua se evapora de las hojas, se aspira calor del tejido de las plantas, esto favorece a que tener una temperatura optima y prevenir calentamientos.
- Absorción de agua: Se genera una fuerza de atracción o succión de las hojas que genera que el agua del suelo Suba por capilaridad a través de las raíces y posteriormente transportado por el tallo de las plantas hasta llegar a las hoja, esto se lo denomina a subida de savia.
- Influencia en el clima: La transpiración colabora en la humedad atmosférica y el ciclo hidrológico a nivel mundial, debido a este proceso que las plantas liberar agua en estado gaseoso luego el gas se puede condensar y posteriormente construir nubes y precipitar a manera de lluvia.

Evapotranspiración. Choque (2021), es el producto de un procedimiento que fusiona la evaporación y transpiración. La evapotranspiración es la medida total del agua que llega en forma de vapor a la atmosfera, este fenómeno es de vital importancia en el ciclo del agua ya que mantiene el equilibrio hídrico en la atmosfera y la tierra, posee influencia en los recursos hídricos, el clima y la vegetación.

2.2.2.3 Precipitación. Matovelle y otros(2021), indican que la precipitación es cualquier manera sea cual sea en la que el agua desciende a la atmosfera y penetra en la superficie terrestre. Es parte fundamental del ciclo hidrológico, desempeña vital papel en el abastecimiento de agua dulce para los seres vivos y equilibrar el clima. La precipitación sucede de diferentes maneras como granizo, nieve, lluvia o aguanieve. La lluvia es el modo más frecuente de precipitación su cantidad y disposición va a depender del patrón climático, ubicación, estación, temporada del año. En ciertos lugares la precipitación es constante a lo largo de todo el año, pero en otros lugares hay estaciones secas y húmedas. Para medir la precipitación se emplea el uso de

pluviómetros este instrumento mide la cantidad de lluvia que llega a caer en un lugar definido durante cierto tiempo.

2.2.2.4 Intersección. Tavera y Mora (2019), la intersección se la define al proceso mediante la cobertura vegetal intercepta y retiene el agua en hojas, troncos y ramas, este líquido es producto de la escorrentía superficial, el volumen de agua retenida dependerá de factores como el tipo de plantas, intensidad, duración y frecuencia de la precipitación, luego es evaporada y retorna a la atmosfera.

2.2.2.5 Escurrimiento superficial. Fernandez (2023), la escorrentía superficial se la denomina a aquellas aguas que son producto de la precipitación que circulan sobre la superficie terrestre hasta llegar a un curso de agua punto, donde es recolectada por alguna cuenca. Estas aguas no han penetrado en el suelo, tampoco han sido absorbidas por las plantas, ni se han evaporado. El escurrimiento superficial sucede cuando la capacidad de precipitación ha sobrepasado el nivel de absorción del suelo o el suelo es impermeable.

2.2.2.6 Inter flujo o flujo superficial. Mena y Alberjo (2021), indican que este el flujo superficial es aquel que circula rápido sobre el suelo en dirección a un lecho fluvial, sucede al terminar la precipitación, antes de que logre penetrar el suelo o se cree escorrentía superficial. El Inter flujo depende de la intensidad de la lluvia, nivel de absorción del suelo, la vegetación y topografía del terreno. El agua también va arrastrando sedimentos, contaminantes presentes en la superficie del suelo, uno de los puntos favorables es que colabora en la recarga de los acuíferos.

2.2.2.7 Infiltración. Estrada y otros (2021), señalaron que la infiltración sucede cuando el agua producto de la lluvia o del riego es absorbida por el suelo y se dirige hacia las capas más profundas de la tierra y posteriormente llega a los acuíferos subterráneos. Este proceso es esencial en el ciclo del agua ya que establece el volumen de agua que se acumula en el suelo y recarga los acuíferos. La rapidez y suficiencia de infiltración depende de factores como la estructura, porosidad, permeabilidad y textura del suelo.

2.2.2.8 Percolación. Gomez y otros (2019), definieron como percolación al proceso mediante el cual el agua o cualquier otro líquido pasan por las diferentes capas de la tierra, desde el suelo superficial hasta las capas más profundas, su principal rol en el ciclo hidrológico es recargar los acuíferos. Además, que existen factores que influencia la percolación como el tipo de características del suelo su estructura, textura y permeabilidad, los suelos sueltos, porosos y muy permeables favorecen la percolación. Suelos con poros muy diminutos dificultan el paso del agua.

2.2.3 Cuenca hidrográfica

Barreto y Canma (2019), definieron las cuencas como un área de terreno donde se concentra agua de precipitación que luego es drenada hacia un cauce superior que puede ser un lago, rio principal, cuencas vecinas o directamente al mar. Las hoyas hidrográficas son sistemas que forman parte en el ciclo hidrológico, la cobertura vegetal es de mucha importancia para las cuencas de drenaje debido a que sirven como esponjas para captar el agua y luego van liberando poco a poco conforme se filtra a los acuíferos subterráneos, la topografía del terreno definirá en qué dirección fluirá el agua, en las zonas altas el agua circula más rápido y en las áreas bajas o llanuras se mueve a menor velocidad. Las cuencas hidrográficas juegan un papel importante para el medio ambiente y el desarrollo de la vida, ya que proveen agua para la agricultura, generación de energía, consumo humano entre otras.

2.2.3.1 Tipos de Cuenca hidrográfica. Vásconez y otros (2019). Clasificaron las cuencas por su desembocadura y tamaño:

Por su desembocadura:

Cuenca exorreica o abierta: son las hoyas hidrográficas que descargan sus aguas en el mar.

Cuenca endorreica o cerrada: son aquellas que no tiene área de desembocadura directa al mar, vierten sus aguas en lagos, humedales, lagunas.

Cuenca arreica: estas no poseen sistemas de drenaje, el agua se almacena que por lo general se pierde por la evaporación.

2.2.3.2 Curvas de Nivel. Escuintla y Rivas (2021), indican que las curvas de nivel son líneas que se unen puntos de una misma elevación de un terreno, es decir se usan para plasmar la superficie de un área se emplean en mapas de topografía, cada curva simboliza una altura y posibilita conocer los relieves del terreno, la forma y pendiente. Las curvas de nivel son importantes para estudiar las cuencas hidrográficas debido a que nos dan la información de topográfica del terreno y su dominio del flujo.

2.2.3.3 Modelos digitales del terreno. Manceda (2021), manifiesta que los modelos digitales o MDT representan digitalmente la superficie de un terreno, estos brindan información detallada de datos de elevación y topografía de una zona en específica. Los datos son recolectados mediante el uso de sistemas de información geográfica, los MDT poseen información precisa de altitudes de cada punto del área, lo que facilita crear representaciones tridimensionales del terreno, y se utilizan como en la planificación territorial, gestión del riesgo, evaluación de inundaciones, generación de mapas de topografía entre otros.

2.2.3.4 Divisoria. Rojas (2019), definió a las líneas divisorias de agua o divisoria de hoya hidrográfica como una línea ficticia que delimita una cuenca de otra, las divisorias son importantes debido a que establece la dirección del curso de agua y como se reparte en un área determinada, también es relevante en la gestión de los recursos hídricos ya que las acciones para su manejo y protección se toman considerando las líneas de división natural del agua. Las delimitaciones por las líneas pueden ser muy pequeñas o grandes acaparando terrenos muy extensos.

2.2.3.5 Cauce principal. Rivas y Moreno (2019), mencionaron que el afluente o cauce principal acoge la mayor cantidad de ríos y da salida al mayor volumen de agua, y es el encargado de llevar el agua hasta la desembocadura que puede ser el mar, océano, río de mayor tamaño o lago. El cauce principal se construye cuando afluentes de menor tamaño, arroyos o ríos se unen progresivamente e incrementando su caudal. Este cauce suele ser el elemento que domina el sistema fluvial de una cuenca hidrográfica ya que es el que transporta mayor volumen de agua, es importante para el manejo, gestión y estudio de la cuenca, además para entender

el comportamiento de esta y tomar medidas sobre la planificación de territorio, inundaciones y preservación del ecosistema.

2.2.3.6 Corrientes de agua. Cobeña (2022), manifiesto en su proyecto de investigación que las corrientes son los movimientos que genera el agua a su paso por la superficie terrestre como, arroyos, ríos corrientes y riachuelos, además que existen de diversos tamaños desde unos que miden centímetros hasta inmensos que recorren varios continentes. Las corrientes son producto de precipitación, surgencia o deshielo, el agua corre por gravedad cuesta abajo y sigue su recorrido establecido por la topografía de la superficie. Las corrientes ejercer un papel indispensable en la vida humana y en los ecosistemas, algunas de sus funciones son: 1) Transporte de agua, llevan agua a las zonas secas, además de proveer agua para consumo, agricultura, vida silvestre e industria, 2) Erosión y sedimentos, tienen la capacidad de llevar los sedimentos y nutrientes conforme van fluyendo, 3) Habitación y biodiversidad, el ecosistema acuático contienen una gran variedad de especies animales y vegetales que son importantes para el equilibrio del ecológico y biodiversidad.

2.2.4 Caracterización hidrográfica

Durante el proceso de caracterización de la cuenca del río Salado Bajo en Chile, Da Silva Alves y otros (2021), señalan que la caracterización hidrográfica de una cuenca es un proceso de reunir, analizar, y detallar información de los diversos componentes del sistema hidrográfico como lagos, ríos, hoyas hidrográficas, además de conocer los parámetros morfo métricos. Estos datos proporcionan información para gestionar el recurso hídrico y prevención en posibles amenazas de origen hídrico.

2.2.4.1 Clasificación por el tamaño de la cuenca. Vasconez y otros (2019), indicaron que las hoyas hidrográficas se puede calcular el tamaño de distintas maneras, pero siempre será necesario, en vista del tamaño de la mayoría de las cuencas siempre será oportuno contar con imágenes de la hoya hidrográfica, sea ortofoto o mapa topográfico. Según su extensión superficial se las clasifica:

- Microcuencas: son aquellas de menor tamaño con áreas menores de 10 km², generalmente están conformadas por menores ríos y arroyos de menor tamaño.
- Pequeñas cuencas: Poseen zonas que van de 10 a 100 km² en ocasiones abarcan ríos de mayor longitud y una gran variedad de características hidrográficas.
- Cuencas Medianas: estas cuencas poseen tamaños entre 100 y 1000 km² presentan mayor complejidad en la red de drenaje la cual se encuentra más avanzada.
- Cuencas Grandes: Como su nombre lo indica tienen mayores áreas que superan 10000 km², su red de drenaje es muy compleja con diversos ríos principales y un gran número de subafluentes y afluentes, tienen mayor extensión geográfica que pueden ser a nivel nacional e inclusive abarcan varios países con varios sistemas fluviales, muestran variedad en condiciones climáticas e hidrológica en diferentes secciones de la cuenca, esto ocasiona variación en la presencia del agua, el patrón de precipitación y en la reacción de hidrológica de varias diferentes zonas de la cuenca.

2.2.4.2 Tipificación por su drenaje final. Cordoba (2022), menciona que el tipo de drenaje final de la cuenca hace referencia al área de desembocadura, es decir donde se vierte el agua después de su recorrido, estos pueden ser lagos, ríos principales, mares y entre otros. Existen tres tipos de punto final de una cuenca.

- a) Endorreica: el flujo no llega al mar es vertido en un lago o embalse.

Figura 3
Cuenca endorreica



Fuente: Word visión (2016)

- b) Exorreica: su área de desembocadura vierte las aguas a un sistema de drenaje de mayor tamaño como un afluente principal o el mar.

Figura 4
Cuenca exorreica



Fuente: World visión (2016)

- c) Arreica: El agua no logra llegar a ningún punto de salida, es decir o se infiltra o se evapora.

Figura 5
Cuenca arreica



Fuente: Lifeder (2020)

2.2.4.3 Identificación de la divisoria. Villota (2019), argumentó que para identificar el parte agua se la realiza a través de procesos topográficos, patrones de drenaje y sistemas de información geográfica. La utilización de la topografía es una de las formas más comunes, debido a que en los mapas se pueden ver las elevaciones con esto se puede identificar la divisoria ya que esta sigue las zonas más altas de una región. Mediante el patrón del drenaje usualmente el agua fluye desde las áreas altas hacia las bajas. Con los SIG esta herramienta muestra datos de elevaciones, con los cuales se puede crear modelos digitales que nos permiten conocer el entorno de la cuenca e identificar la dirección del curso de agua.

2.2.4.4 Clasificación de los cursos de agua. Choque y Mamani (2020), mencionan que los cursos de agua se los puede clasificar de diversas formas:

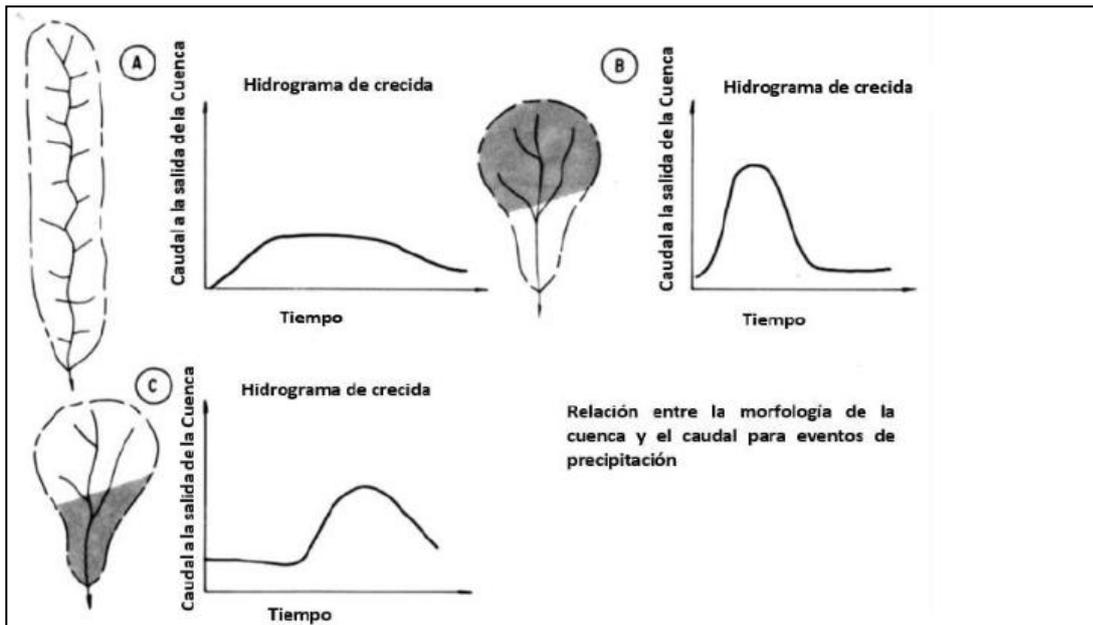
- Por el tamaño: Ríos de primer orden, ríos de segundo orden

- Por el cauce: Arroyos, ríos
- Por ubicación: Ríos nacientes, ríos medios o de centro y ríos de desembocadura,
- Por el régimen de caudal: Pluvial, nival o mixtos.
- Por su red de drenaje: Por sus patrones que pueden ser dendricos, paralelos, rectangulares, radiales.

2.2.4.5 Identificación del área de drenaje. Gómez (2019), en su estudio propone el uso de herramientas SIG y MDT, para el uso e identificación del area de drenaje a través de las curvas de nivel debido a que las áreas mayores de la curva concuerdan con las líneas del drenaje.Los MDT se pueden obtener realizando observación del terreno por procesos topograficos, identificando las zonas mas altas de la cuenca y el perimetro de la misma.Con los SIG nos brinda acceso a datos geoespaciales como datos hidrológicos, ortofotos. Estos datos se puede exportar a cualquier software donde se podra realizar la delimitacion de la cuenca identificando en este paso el area de drenaje.

2.2.4.6 Identificación de la forma de la cuenca. Panta (2020), argumentó en su trabajo que la forma de la cuenca esta definida por un vinculo entre área y perimetro de la hoya hidrográfica,el contorno de las cuencas indica cual seria su forma. Los diferentes tipos de cuencas según su forma definen el curso de agua y el periodo de concentración, estas diferencias de las cuencas intervienen de manera significativa en la escorrentia superficial, o sea el modo en la que el agua transita, debido a que la forma perjudica la rapidez y el rumbo del flujo.

Figura 6
Influencia de la forma de la cuenca en el periodo de concentración



Fuente: Bell (1999)

2.2.4.7 Identificación del orden de las corrientes de agua. Rodríguez y Ramón (2021), mencionaron que dentro de los parámetros morfométricos de las cuencas se encuentran el orden de las corrientes de agua, estas nos ayudan a entender mejor lo complejo y el desenvolvimiento del sistema de drenaje, además de que existen varios métodos para jerarquizar las corrientes, pero los más utilizados son Horton y Strahler que se basan en asignación numérica a las corrientes, el sistema de Horton es la combinación de afluentes para formar uno de orden mayor, comenzando con el de menor tamaño y la unión de dos de esta forma una corriente de orden superior y así sucesivamente.

2.2.4.8 Identificación de la densidad de drenaje. Gómez (2019), menciona que la densidad de drenaje es un factor que determinará el nivel de contestación de una cuenca frente a un evento de precipitación, y que es una relación entre la longitud de drenajes dividida para el área total de la hoya hidrográfica, si la densidad de la corriente es grande esto hace que sea más ramificable, ocasionando una pronta respuesta en el ingreso de lluvia y una inferior descarga a los acuíferos.

2.2.4.9 Identificación de la extensión media de la escorrentía superficial. García (2021), afirma que para poder realizar la identificación de la extensión media

de la escorrentía superficial, es necesario tener delimitada la cuenca, conocer los puntos de ingreso y desembocadura. La extensión media de la escorrentía es el camino o distancia promedio que transita el flujo de agua producto de la escorrentía superficial antes de unirse a un cuerpo receptor de agua. Para conocer la extensión media de la escorrentía superficial, se debe realizar la sumatoria de las zonas de ingreso y salida de la cuenca dividida para los canales o cursos de agua.

2.2.4.10 Determinación la sinuosidad de la corriente de agua. Garrido (2022), mencionó que conociendo previamente que es sinuosidad se puede conocer sucesos ocurridos en un periodo determinado que muestran fuerza de acción lineal a lo extenso del cauce. La sinuosidad hace referencia a las curvas de un curso de agua a lo largo de recorrido, esta se puede determinar mediante la relación entre de la longitud del cauce principal a lo largo de su curso y la medida de líneas o curvas del río principal.

2.2.4.11 Identificación de pendientes. Guevara y otros (2019), dieron a entender que las pendientes son las diferencias de elevaciones en un terreno, estas se pueden determinar por procesos topográficos, sistemas de información geográfica (SIG), mediante fórmula desnivel entre distancia horizontal entre otras. Identificar las pendientes permite conocer las características de los relieves, que está relacionado a la erosión, a la escorrentía superficial, infiltración; de acuerdo a la pendiente se puede aumentar el riesgo de inundación en las zonas de cuenca baja o media.

2.2.4.12 Generación de la curva hipsométrica. Silva (2019), definió a la curva como una gráfica que modela las elevaciones dentro de una hoya hidrográfica, para generar la curva de elevación se emplea el uso de mapas con curvas de nivel, la importancia de la curva hipsométrica se debe a que a través del análisis hipsométrico se puede conocer el ciclo erosivo y la fase en la que está la cuenca.

2.2.4.13 Determinación de la elevación media de la cuenca. Robles (2023), indicó en su trabajo de investigación que la H_{media} es uno de los puntos más relevantes en la predicción hídrica y la actividad del agua en el crecimiento de la cuenca, también la define como un intervalo vertical medio, tomado desde el m.s.n.m. La elevación media se puede localizar a través de la elaboración de la curva hipsométrica.

2.2.4.14 Determinación de la pendiente de la corriente principal o cauce.

Mogollón (2021), mencionó que para determinar la pendiente de cauce principal, se la realiza por el calculo de valores extremos, proceso en el que se estable desnivel entre el sitio más elevado o nacimiento y el más bajo o desembocadura de la hoya hidrográfica para luego ser dividido para la longitud de la misma. Conocer la pendiente es vital para entender el comportamiento del flujo, esta se relaciona con la velocidad, creacion de meandros y la erosión del suelo.

2.2.4.15 Determinación de las propiedades físicas, químicas y mecánicas del suelo. Según Estrada y otros (2021), la determinación de las propiedades del suelo son esenciales para conocer cómo se comporta el suelo con el agua y de qué manera afecta el comportamiento del flujo y el proceso del ciclo hidrológico. También es relevante analizar la textura del suelo, permeabilidad, el ph, porosidad y la facultan de retenimiento de nutriente, debido a que tienen influencia a como se comporta el agua y relación suelo-agua en una zona o cuenca.

2.2.5 Análisis hidrográfico

Castillo y Medrado (2023), señalaron que el análisis es valioso para entender y estudiar las cualidades de un cuerpo hidrico, este tipo de estudios se realiza para analizar los diferentes aspectos que se relacionan con el agua como su, calidad, accesibilidad, impacto en el medio ambiente y su relación con su entorno. Para realizar el análisis es necesaria la recopilación de informacion hidrologica como, precipitaciones, caudales y niveles de agua.

2.2.5.1 Análisis meteorológico. Santillán y Zamora (2021), argumentan que es procedimiento en el cual se recolectan datos atmosféricos en un lugar y tiempo establecido. Su propósito es entender y llegar a predecir eventos climáticos como, temperatura, humedad, dirección y rapidez del viento, lluvia, presión atmosférica y el estado del cielo. En Ecuador se encarga el INHAMI que posee una red hidrometeorológica en el país, que es responsable de procesar, estudiar, recopilar, difundir y almacenar la información.

2.2.5.2 Análisis morfológico. Arteaga (2020), mencionó que nos acerca a conocer la alteración en los sistemas hidrográficos en reacción a los movimientos de la tierra, esto incluye el estudio y explicación de los rasgos y conformación física de la hoya hidrográfica. Lo cual es importante para el uso, organización, gestión y evaluación de riego, protección de las fuentes de líquido vital. Asimismo brinda información para proyectos hidráulicos.

2.2.5.3 Análisis hidrológico. Escudero y Perez (2019), indicaron que el análisis es un procedimiento por el cual se estudia y se evalúa los diferentes integrantes del ciclo de agua de una hoya hidrográfica, con el fin de predecir ciertos escenarios futuros, a través del análisis de registros históricos de datos meteorológicos, hidrometeorológicos, climatológicos que son esenciales para realizar el análisis.

2.2.6 Riesgo de inundación

Mena y otros (2021), mencionaron que el riesgo de inundación hace referencia a que suceda un evento o suceso ocasionado por el agua, debido a intensas precipitaciones, desbordamientos de cauces, ciclones u otros acontecimientos. En el riesgo de inundación interactúan tres factores que son la amenaza, vulnerabilidad y producto de estas las consecuencias. Este riesgo en Ecuador aumenta con el paso del tiempo debido al incremento de la evaporación ocasionada por el incremento de la temperatura, fuertes precipitaciones, superación de la capacidad de los cauces fluviales, deterioro de las infraestructuras hidráulicas, influencia de la marea.

2.2.6.1 Amenazas climatológicas. Lechón (2023), describe a las amenazas climáticas como aquellas de origen meteorológico y que ocasionan efectos en la población, a nivel económico, social y al medio ambiente. En Ecuador las amenazas climáticas más frecuentes son las inundaciones a nivel nacional. El aumento de la temperatura y sequía son otros de los problemas climáticos que enfrenta el país en temporadas de sequías se registra desabastecimiento de líquido vital en ciertos lugares generando un golpe económico a la población.

2.2.6.2 Amenazas hidrográficas. Salvatore y otros (2019), explican que es la posibilidad que suceda algún fenómeno o acontecimiento causado por el agua, que representa un riesgo para los seres humanos, animales, medio ambiente y bienes materiales, y que pueden ser inundaciones, sequías, avalanchas, deslizamientos entre otros. Las amenazas de origen hidrográfico suelen variar de acuerdo con la topografía del terreno, ubicación, características del suelo, la cuenca y sus características, los efectos del cambio climático. Las amenazas hidrográficas pueden prevenirse o por lo menos mitigar su impacto llevando a cabo una gestión de riesgo preventiva y no reactiva de las fuentes de agua, además de la protección del medio ambiente y la identificación oportuna de las áreas de mayor riesgo, para tomar medidas y si es necesario la construcción de estructuras de protección.

2.2.6.3 Vulnerabilidades territoriales. Según Álvarez y Torres (2023), la vulnerabilidad en territorio está asociada a el nivel de fragilidad al que se encuentra expuesta una población frente a eventos que causen amenaza a su integridad física, económica, medio ambiental y social, la identificación de las vulnerabilidades de un territorio permiten priorizar y realizar estrategias para mitigar el riesgo y el nivel de exposición.

2.3 Marco Legal

Dentro del proyecto se realizó un recorrido por el marco legal aplicable al proyecto como son la:

Constitución de la República del Ecuador.

Ley de Seguridad Pública y del Estado

Ley orgánica de Ordenamiento Territorial Uso y Gestión de Suelo

Código Orgánico de organización territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD)

Reglamento a la Ley de Seguridad Pública y del Estado.

2.3.1 Constitución de la República del Ecuador

Sección novena,

Gestión de riesgo, señala que.

Art.389.- El estado protegerá a las personas, las colectividades, y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de los desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad.

Sección decima

Población y movilidad humana

Art.391.-El estado aplicara políticas demográficas que contribuyen a un desarrollo territorial e intergeneracional equilibrado y garanticen la protección del ambiente y la seguridad de la población, en el marco del respecto a la autodeterminación.

2.3.2 La Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión de Suelo.

Art. 11.- Alcance del componente de ordenamiento territorial. - Además de lo previsto en el código orgánico de planificación y finanzas públicas y otras disposiciones legales, la planificación del ordenamiento territorial de los gobiernos Autónomos Descentralizados observaran en el marco

de sus competencias, los siguientes criterios (Ley Organica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión de Suelo, 2016)

1. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados regionales delimitaran los ecosistemas a escala regional, las cuencas hidrográficas y localizaran las infraestructuras hidrológicas, de conformidad con las directrices de la Autoridad Única del Agua (...)

2.3.3 Ley de Seguridad Publica y del Estado

Cap. 3 Art. 11. De los órganos ejecutores. - Los órganos ejecutores del Sistema de Seguridad Publica y del Estado estarán a cargo de las acciones de defensa, orden público, prevención y gestión de riesgos (...)

2.3.4 Código Orgánico Organización Territorial y Autonomía Descentralización (COOTAD).

Art. 140.- Ejercicio de competencia de gestión de riesgo.- La gestión de riesgo que incluye las acciones de prevención, reacción, mitigación, reconstrucción y transferencia, para enfrentar todas las amenazas de origen natural o antrópico que afectan al territorio se la gestionaran de manera concurrente y de forma articulada por todos los niveles de gobierno de acuerdo con las políticas y los planes emitidos por el organismo nacional responsable de acuerdo a la Constitución y la ley.

2.3.5 Reglamento al Código Orgánico del Ambiente (COA).

Art. 5. Lineamientos técnicos para el ordenamiento territorial.- Son los lineamientos técnicos ambientales para el ordenamiento territorial los siguientes.

Identificar las condiciones actuales de los elementos de patrimonio natural en términos de cobertura vegetal, vida silvestre, cuencas hidrográficas, ecosistemas con especial atención en ecosistemas

frágiles, y áreas de bajo mecanismo de conservación y uso sostenible, tanto en el ámbito urbano como el rural.

2.3.6 Reglamento a la Ley de Seguridad Pública y del Estado.

Art. 3.-Del órgano ejecutor de la gestión de riesgo. -La Secretaria nacional de Gestión de Riesgo es el órgano rector y ejecutor del Sistema Nacional de Descentralización de Gestión de Riesgo.

CAPÍTULO III

Marco Metodológico

3.1 Enfoque de la investigación

El presente trabajo de titulación tiene por objeto de investigación el riesgo de inundación, el cual fue estudiado a través de sus variables amenaza y vulnerabilidad, dichas variables fueron evaluadas con parámetros cuantitativos y cualitativos; por tal motivo, la investigación se identifica con un enfoque mixto. La variable amenaza fue estudiada mediante la cuantificación de parámetros meteorológicos como la precipitación, mientras que y como ejemplo la variable vulnerabilidad fue calificada por medio de parámetros morfológicos de la cuenca hidrográfica de la comunidad San Juan de las Cucarachas.

El investigador Ortega (2018), comenta que el enfoque mixto fue propuesto a causa de la necesidad de afrontar problemas complejos y reconoce que el mentado enfoque busca utilizar las fortalezas de los enfoques cuantitativos y cualitativos, combinándolos de tal manera que sea posible minimizar las potenciales debilidades que con cotidianidad se presentan en una investigación. Además, distingue que el enfoque mixto considera a más de la recolección de información y evaluación el análisis e interpretación. La autora de la presente investigación se identifica con el investigador Ortega puesto que desde la investigación se profundizará en la interpretación de los fenómenos meteorológicos e hidrográficos.

3.2 Alcance de la investigación

La comuna San Juan de las cucarachas, es poco reconocida a nivel nacional y de igual manera, sus fenómenos sociales económicos y medio ambientales han sido poco estudiados desde la academia; que no decir de aspectos técnicos, como por ejemplo su hidrografía; por tal motivo, existe poca información respecto o en materia al tema de investigación, lo que conduce a reconocer que en función del volumen existente de información la investigación tiene un alcance exploratorio.

La investigación desde su alcance exploratorio tiene como propósito preparar el terreno académicamente hablando, para que se desarrollen nuevos estudios en beneficio de la comuna San Juan de las cucarachas. Alvares (2020), distingue al tipo de investigación no experimental, transversal, exploratoria; cómo aquel estudio en donde por parte del investigador no existe la manipulación de las variables, que son medidas en un solo tiempo y que a partir de esa medición es posible el análisis de uno o más grupos de interés investigativo; cómo también, reafirma el alcance exploratorio cómo el dictaminado por la escasez de información en materia del estudio.

3.3 Técnica e instrumentos para obtener los datos:

Técnica

La técnica de investigación es la observación, pues a criterio del autor se considera que es la que permitiría identificar describir y explicar el comportamiento o las características del fenómeno de estudio riesgo de inundación, todo esto sin intervenir o cambiar el desarrollo en su condición natural. En vista que el investigador no participa de manera directa en la observación o dicho de otra manera no es parte de esta, se reconoció que la observación como técnica de investigación es indirecta.

Según Molinar y Cervantes (2021), la observación indirecta sería aquella que permite que el investigador recolecte información del lugar de estudio sin la necesidad de acudir al mismo, además, argumentan que la aplicación de la mencionada técnica es oportuna cuando el fenómeno presenta condiciones que dificultan el acceso a la información necesaria para la puesta del estudio. La cursante era digital permitió al autor obtener información con la cual pudo caracterizar y estudiar el riesgo de inundación de San Juan de las Cucarachas.

3.3.2 Instrumento

La complejidad del fenómeno u objeto de estudio planteó un reto para la investigadora, debido a que se obtuvo mucha información dispersa durante la caracterización de la Cuenca hidrográfica de San Juan de las Cucarachas y

de la evaluación del riesgo de inundación, por lo que, la selecta técnica fue acompañada del instrumento de investigación guía de observación. La mencionada herramienta, permitió la articulación de la información dispersa, unificándolo de tal manera que pudo ser fácil comprender e identificar las causas y efectos producidos por el fenómeno de estudio.

Sánchez y otros (2021), declaran que la guía de observación facilitaría la obtención de datos por medio de sus cuatro partes: 1) Los objetivos, 2) Las instrucciones, 3) Los criterios y 4) los Instrumentos; además alegan, que los objetivos deben ser coherentes con el problema de investigación, que las instrucciones debe ser la guía del observador, que los criterios responde a las dimensiones de observación y evaluación, de los instrumentos y son las libretas que permitirían el registro de la información observada.

3.4 Población y muestra

3.4.1 Población

En vista de que la precipitación sería el detonante del ciclo hidrológico, y con éste el escurrimiento superficial que en gran medida sería la causa de las inundaciones suscitadas en San Juan de las Cucarachas y considerando qué lugar de estudio es parte de la Cuenca hidrográfica Guayas, se declaró población a todas las estaciones meteorológicas que inciden en la delimitación hidrográfica. La población de estudio fue los registros de las estaciones meteorológicas cercanas a la zona urbana inundable.

Tabla 2

Estaciones meteorológicas población

Número	Estación	Latitud	Longitud	Elevación
1	M175	2°19'7"S	80°21'52"O	80 m.s.n.m.m.
2	M218	2°12'0"S	79°26'35"O	35 m.s.n.m.m.
3	M348	0°14'20"S	79°14'43"O	566 m.s.n.m.m.
4	M363	0°41'58"S	78°53'25"O	2880 m.s.n.m.m.
5	M376	1°18'8"S	78°43'50"O	3360 m.s.n.m.m.
6	M393	1°37'35"S	78°47'0"O	3220 m.s.n.m.m.
7	M409	1°48'19"S	78°52'17"O	3360 m.s.n.m.m.
8	M410	2°34'25"S	78°39'0"O	2450 m.s.n.m.m.
9	M446	0°22'14"S	80°9'37"O	150 m.s.n.m.m.
10	M447	1°19'26"S	80°19'10"O	115 m.s.n.m.m.
11	M452	0°54'23"S	80°3'23"O	50 m.s.n.m.m.
12	M459	1°34'0"S	80°35'13"O	435 m.s.n.m.m.
13	M466	1°33'33"S	79°46'5"O	23 m.s.n.m.m.
14	M470	1°10'37 "S	79°29'39"O	60 m.s.n.m.m.
15	MA2V	2°12'0"S	79°53'0"O	6 m.s.n.m.m.

Fuente: INAMHI (2016)**Elaborado:** Marquez, P. (2023)

Figura 7
Ubicación de las estaciones meteorológicas población



Fuente: Google Earth
Elaborado por: Marquez, P. (2023)

3.4.2 Muestra

Se consideró como muestra aquellas estaciones meteorológicas que presentaron registros válidos para el estudio de las precipitaciones en torno al lugar de investigación. Estas estaciones pluviométricas son las que se enlistan de manera horizontal a continuación: 1) M447, 2) M452, 3) M455; mismas que cuya ubicación geográfica se detalla en la tabla a continuación:

Tabla 3
Estaciones meteorológicas muestra

Número	Estación	Latitud	Longitud	Elevación
1	M447	1°19'26"S	80°19'10"O	115 m.s.n.m.m.
2	M452	0°54'23"S	80°3'23"O	50 m.s.n.m.m.
2	M466	1°33'33"S	79°46'5"O	23 m.s.n.m.m.

Fuente: INAMHI (2016)
Elaborado por: Marquez, P. (2023)

Figura 8
Ubicación de las estaciones meteorológicas muestra



Fuente: Google Earth
Elaborado por: Marquez, P. (2023)

3.5 Tipos de muestra en investigación cualitativa

3.5.1 Muestreo de conveniencia

El muestreo por conveniencia es una técnica de muestreo no probabilístico y no aleatorio utilizada para crear muestras de acuerdo con la facilidad de acceso, la disponibilidad de las personas de formar parte de la muestra, en un intervalo de tiempo dado o cualquier otra especificación práctica de un elemento particular.

El muestreo por conveniencia es una técnica de muestreo que se utiliza cuando no existen criterios que deban considerarse para que un elemento pueda ser parte de la muestra. Cada elemento de la población puede ser un participante y es elegible para ser parte de la muestra. Estos participantes comúnmente dependen de la proximidad al investigador.

Tal es el caso de la presente investigación, la deseó estudiar el comportamiento las precipitaciones y de las estaciones meteorológicas de la cuenca hidrográfica del Guayas se seleccionaron las más próximas a San Juan de las Cucarachas.

CAPÍTULO IV

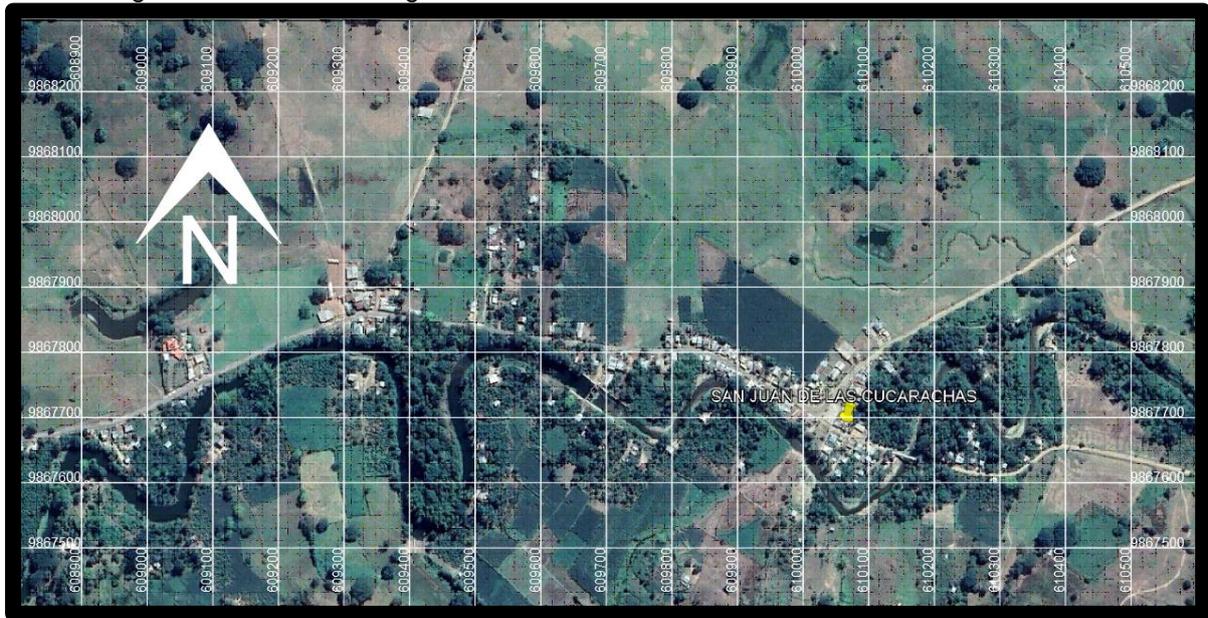
Informe Interpretativo

4.1 Presentación y análisis de resultados

4.1.1 Georreferencia del lugar del estudio

Figura 9

Ubicación georreferenciada del lugar de estudio



Fuente: Google Earth

Elaborado por: Marquez, P. (2023)

La delimitación de cuadrículas con dimensión cien por cien metros, en el software Google Earth, permitió georreferenciar el lugar de estudio, gracias al sistema de información geográfica SIG. San Juan de las cucarachas se ubica en la zona 17 sur en la proyección Universal Transversal de Mercator, al nor-oeste de Ecuador. La coordenada geográfica de lugar de estudio es latitud, un grado, once minutos, cuarenta y nueve segundos sur; y longitud ochenta grados, cero minutos y treinta y nueve segundos oeste.

La imagen geo referenciada no solo distingue la ubicación del lugar de estudio, sino que también permite observar el comportamiento del cauce principal, en cuanto a su curso se distingue distintos cambios de direcciones lo que permite reconocer su sinuosidad. La mancha urbana cute San Juan de las Cucarachas se estaría

intercalando con el paso del influente, cuál lo que a su vez revela la vulnerabilidad que este sector estaría experimentando a causa de la cercanía al cuerpo de agua natural.

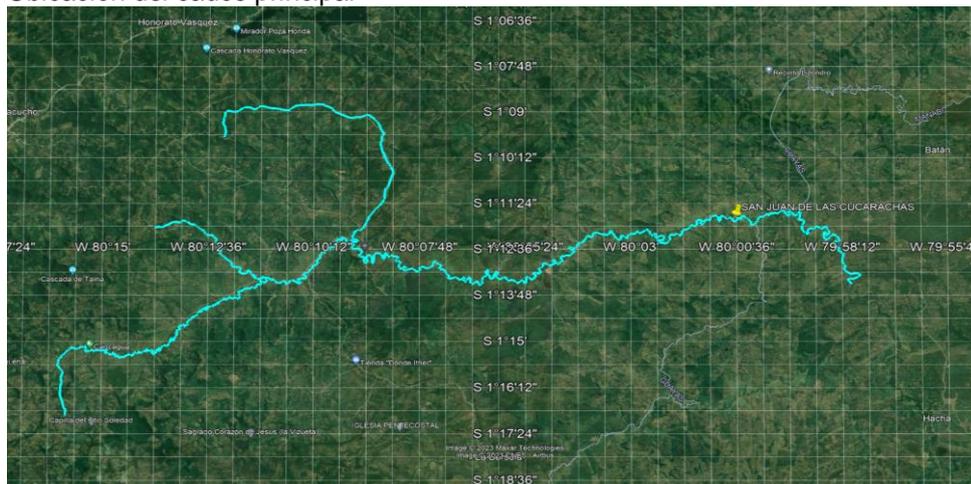
Además, la imagen permite observar que en torno al lugar de estudio se presentan distintos depósitos de aguas los cuales podrían ser de nominados lagunas o pozas, sin embargo, lo interesante de este hallazgo es que al parecer el sector en torno al lugar de estudio presentaría un alto nivel freático; tal distinción permite también percibir el riesgo de inundación que este sector tendría no solo por la presencia del curso de agua sino también por el distinguido nivel freático.

Por otro lado, la imagen satelital permitió distinguir de manera muy marcada la presencia del curso de agua, lo que motivó a realizar un seguimiento del mismo aguas arriba con rumbo geográfico noroeste, con el objetivo de identificar el parteaguas que se tendría en torno al lugar de estudio, y con esto el inicio de la de delimitación de la Cuenca hidrográfica aportante a este cauce; que qué a primera vista fue distinguido como principal.

4.1.2 Identificación del cauce principal

El seguimiento del recorrido del cauce principal permitió identificar que aguas arriba y con dirección sureste, el efluente aproximadamente a 16 kilómetros axiales medidos desde el lugar de estudio es bifurcado en tres corrientes, dos con rumbo noroeste y uno con rumbo sur oeste, sin embargo, el de mayor elevación resultó el derrumbo sur oeste cuyo parte agua tiene inicio en aproximadamente 350 metros sobre el nivel medio del mar.

Figura 10
Ubicación del cauce principal



Fuente: Google Earth
Elaborado por: Marquez, P. (2023)

Además, en la nueva toma de imagen satelital, se observa, quién los mencionados 16 km axiales, el presunto cauce principal mantendría la distinguida sinuosidad en torno al lugar de estudio, por lo que, resultó relevante considerar como una de las importantes actividades que se tenía que realizar en el proceso de la caracterización hidrográfica, sin embargo, se consideró oportuno que en primera instancia se analice el comportamiento del presunto cauce principal desde la parte altimétrica.

4.1.3 Altimetría del cauce principal

Toda vez que se marcó el recorrido del presunto cauce principal, presunto porque en este punto de la investigación aún no se había analizado el comportamiento de las corrientes de agua dentro de la cuenca hidrográfica, se continuó con la obtención de un corte longitudinal que permitiera distinguir el comportamiento y altimétrico del mismo.

Figura 11
Perfil del cauce principal



Fuente: Google Earth

Elaborado por: Marquez, P. (2023)

En el perfil del presunto cauce principal, se distingue la ganancia de nivel desde aproximadamente 55 metros sobre el nivel medio del mar qué responde a la ubicación del lugar de estudio, rumbo sur oeste hasta ganar 350 metros sobre el nivel medio del mar qué responde al parte aguas; por lo que, el máximo desnivel existente es de 295 metros medidos desde el parteaguas hasta el lugar de estudio San Juan de las Cucarachas.

El reconocido desnivel, en primera instancia permitió reflexionar sobre la capacidad sí en cuanto a la carga piezométrica que tendría el presunto cauce principal, sin embargo, con el acercamiento de la modelación altimétrica, además se distingue que la pendiente longitudinal del cuerpo de agua tiende a cero al aproximarse al lugar de estudio zona urbana De San Juan de las Cucarachas.

Cuál distinguido hallazgo en cuanto al comportamiento de la pendiente longitudinal del presunto cauce principal, permitió a su vez reconocer qué tal comportamiento altimétrico representaría un indicador del riesgo de inundación qué se ha experimentado con el paso del tiempo en el lugar de estudio, sin embargo, surgió la necesidad dado el hallazgo de cuantificar las visualizadas pendientes, por lo que se tuvo que llevar el comportamiento de la imagen satelital al software Excel, de tal manera, que fuese posible calcular las pendientes del cuerpo de agua.

Tabla 4
Interpretación numérica del cauce principal

Abscisa	Elevación	Distancia	Desnivel		Pendiente
			Parcial	Acumulado	
0+000	348.696	0	0.000	0.000	0.000
1+000	219.402	1000	-129.294	-129.294	-12.9%
2+000	135.817	2000	-83.586	-212.879	-8.4%
3+000	119.389	3000	-16.428	-229.307	-1.6%
4+000	113.844	4000	-5.545	-234.852	-0.6%
5+000	107.656	5000	-6.187	-241.039	-0.6%
6+000	105.485	6000	-2.172	-243.211	-0.2%
7+000	103.936	7000	-1.548	-244.760	-0.2%
8+000	102.302	8000	-1.635	-246.394	-0.2%
9+000	99.848	9000	-2.453	-248.848	-0.2%
10+000	99.090	10000	-0.758	-249.606	-0.1%
11+000	96.716	11000	-2.374	-251.980	-0.2%
12+000	94.635	12000	-2.081	-254.061	-0.2%
13+000	90.474	13000	-4.161	-258.222	-0.4%
14+000	89.603	14000	-0.871	-259.093	-0.1%
15+000	87.038	15000	-2.566	-261.658	-0.3%
16+000	85.367	16000	-1.671	-263.329	-0.2%
17+000	82.760	17000	-2.607	-265.936	-0.3%
18+000	81.730	18000	-1.030	-266.966	-0.1%
19+000	78.611	19000	-3.119	-270.085	-0.3%
20+000	77.589	20000	-1.022	-271.107	-0.1%
21+000	75.520	21000	-2.069	-273.176	-0.2%
22+000	73.995	22000	-1.525	-274.701	-0.2%
23+000	73.458	23000	-0.537	-275.238	-0.1%
24+000	72.050	24000	-1.408	-276.646	-0.1%
25+000	70.087	25000	-1.963	-278.609	-0.2%
26+000	68.027	26000	-2.060	-280.668	-0.2%
27+000	67.983	27000	-0.045	-280.713	0.0%

Abscisa	Elevación	Distancia	Desnivel		Pendiente
			Parcial	Acumulado	
28+000	67.475	28000	-0.508	-281.221	-0.1%
29+000	66.966	29000	-0.509	-281.729	-0.1%
30+000	66.080	30000	-0.886	-282.616	-0.1%
31+000	64.465	31000	-1.615	-284.231	-0.2%
32+000	61.863	32000	-2.602	-286.833	-0.3%
33+000	61.136	33000	-0.727	-287.560	-0.1%
34+000	61.092	34000	-0.045	-287.604	0.0%
35+000	60.245	35000	-0.847	-288.451	-0.1%
36+000	59.454	36000	-0.791	-289.242	-0.1%
37+000	59.227	37000	-0.227	-289.469	0.0%
38+000	58.570	38000	-0.657	-290.126	-0.1%
39+000	58.008	39000	-0.562	-290.688	-0.1%
40+000	57.172	40000	-0.836	-291.524	-0.1%
41+000	56.812	41000	-0.360	-291.884	0.0%
42+000	56.529	42000	-0.283	-292.167	0.0%
43+000	56.247	43000	-0.282	-292.449	0.0%
44+000	55.167	44000	-1.080	-293.528	-0.1%
45+000	54.747	45000	-0.420	-293.949	0.0%
46+000	54.287	46000	-0.460	-294.409	0.0%
47+000	53.287	47000	-1.000	-295.409	-0.1%
48+000	52.280	48000	-1.007	-296.416	-0.1%
49+000	51.678	49000	-0.602	-297.018	-0.1%
50+000	50.697	50000	-0.981	-297.999	-0.1%
51+000	50.001	51000	-0.696	-298.695	-0.1%
52+000	48.909	52000	-1.092	-299.787	-0.1%
53+000	48.865	53000	-0.045	-299.831	0.0%
54+000	48.336	54000	-0.529	-300.360	-0.1%
55+000	47.106	55000	-1.230	-301.590	-0.1%
56+000	47.062	56000	-0.045	-301.634	0.0%

Abscisa	Elevación	Distancia	Desnivel		Pendiente
			Parcial	Acumulado	
57+000	46.564	57000	-0.497	-302.131	0.0%
58+000	45.840	58000	-0.725	-302.856	-0.1%
59+000	44.704	59000	-1.135	-303.991	-0.1%
60+000	43.597	60000	-1.108	-305.099	-0.1%
61+000	42.107	61000	-1.490	-306.589	-0.1%
62+000	41.027	62000	-1.080	-307.669	-0.1%
63+000	40.983	63000	-0.044	-307.713	0.0%
64+000	40.494	64000	-0.488	-308.201	0.0%
65+000	40.452	65000	-0.042	-308.244	0.0%
66+000	40.408	66000	-0.045	-308.288	0.0%
67+000	40.358	67000	-0.050	-308.338	0.0%

Fuente: Google Earth

Elaborado por: Marquez P, (2023)

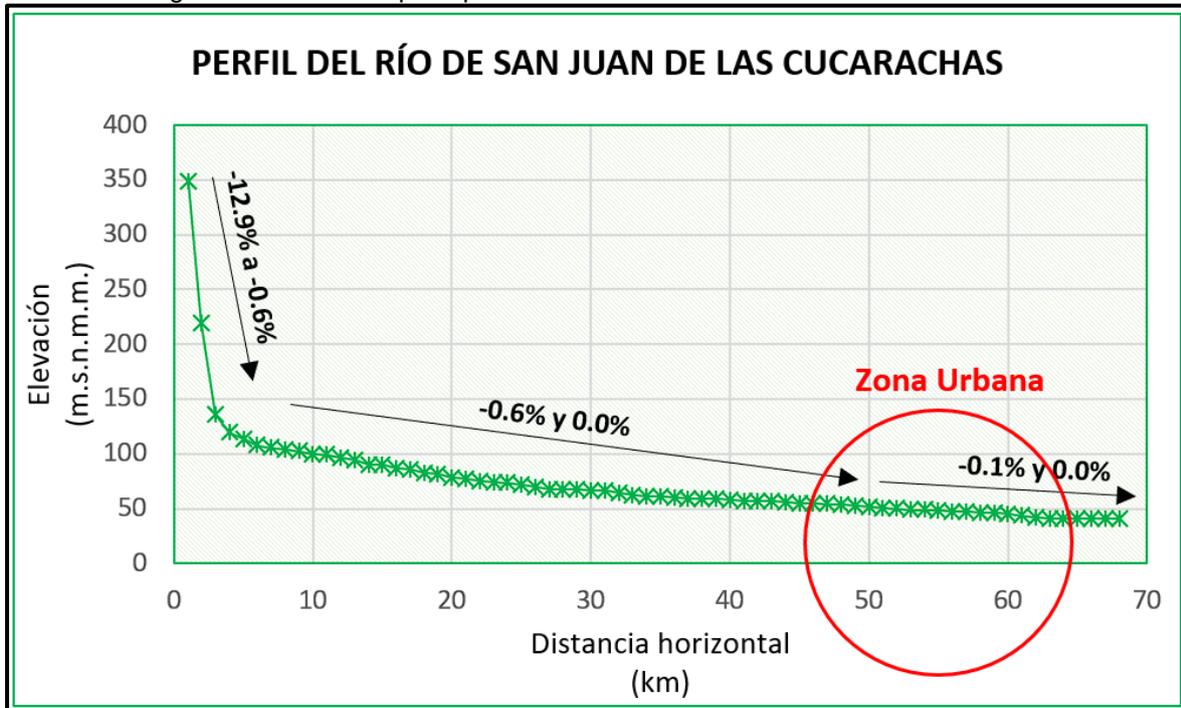
Las pendientes negativas se interpretan como la pérdida de nivel experimentado desde la zona alta de la cuenca hidrográfica de orientación cardinal sur oeste hasta la zona baja con orientación cardinal norte este. Estas pendientes también determinan el sentido del flujo de las aguas lluvias, mismo que estaría pronunciándose desde el punto cardinal oeste hasta el este.

Toda vez que se calcularon las pendientes se observa que en los primeros 5000 m se experimenta pendientes que pasan de -12.9% a -0.6%, para posteriormente desde aquel quinto kilómetro hasta el kilómetro 50 experimentar pendientes entre el intervalo -0.6% y 0.0%; mientras que al final comprendido entre el kilómetro 60 y el kilómetro 67 del cauce principal de la Cuenca hidrográfica del río de San Juan de las cucarachas se determinan pendientes entre -0.1% y 0.0%; resulta importante reconocer que este último kilómetro respondería al área de afectación del lugar de estudio.

El análisis del comportamiento de las pendientes en cada tramo con anterioridad referido, brindan el soporte cuantitativo a la reflexión realizada en

párrafos anteriores, o en la topografía del cauce principal, su planicie en aproximación a la zona urbana el lugar de estudio es un indicador del riesgo de inundación que experimenta dicho sector.

Figura 12
Pendiente longitudinal del cauce principal



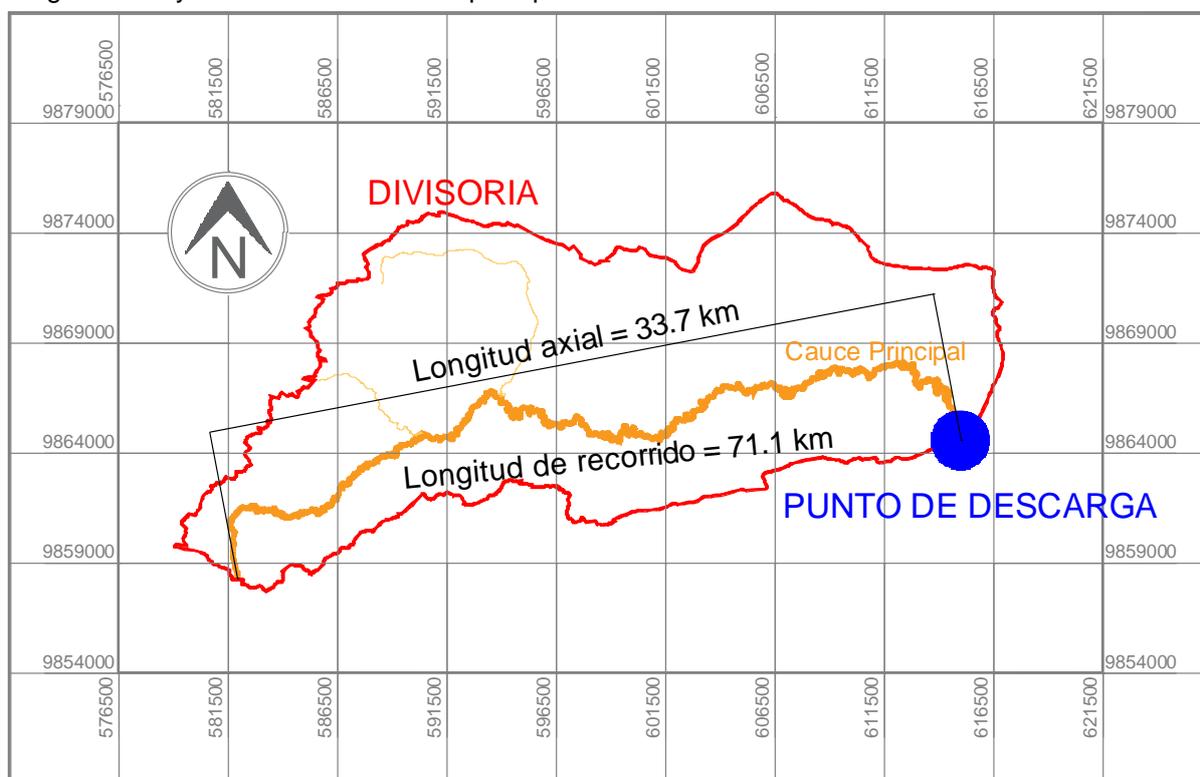
Fuente: Google Earth
Elaborado por: Marquez, P. (2023)

El flujo descendería desde el punto cardinal Oeste con rumbo Norte-Este, destino donde se presenta la determinada planicie que produciría la reducción de la velocidad del flujo en el cauce principal, evento seguido el desbordamiento de este y las inundaciones en torno a la zona urbana de San Juan de las Cucarachas.

4.1.4 Sinuosidad del cauce principal

La sinuosidad es un índice que representa la relación entre la longitud axial del cauce principal y la longitud en su recorrido, qué decir la que considera todos los cambios de direcciones, deflexiones, durante el paso del flujo agua. Las distancias horizontales que representan las mencionadas longitudes se muestran en la figura a continuación:

Figura 13
Longitud axial y de recorrido del cauce principal



Fuente: Google Earth
Elaborado por: Marquez, P. (2023)

La sinuosidad del cauce principal de San Juan de las Cucarachas fue calculada por medio de la ecuación que se presenta a continuación:

$$S = L_{\text{recorrido}} / L_{\text{axial}}$$

Donde:

“S”, representa la sinuosidad del cauce principal de San Juan de las Cucarachas.

“L_{recorrido}”, representa la distancia horizontal medida en recorrido desde el inicio del cauce principal hasta el punto de descarga en la cuenca hidrográfica.

“L_{axial}”, representa la distancia horizontal medida en línea recta desde el inicio del cauce principal hasta el punto de descarga en la cuenca hidrográfica.

$$S = 71.1 \text{ km} / 33.7 \text{ km}$$

$$S = 2.1$$

La adimensional sinuosidad del cauce principal de San Juan de las Cucarachas es mayor a dos; es decir la distancia horizontal en recorrido duplica a la distancia horizontal axial, por lo que, se reconoció que estas características permiten identificarlo como un río meándrico, lo que a su vez revela la existencia de llanuras aluviales.

Las llanuras aluviales incrementan el riesgo de inundación, pues estas son áreas planas que se encuentran cerca de los ríos, lo que hace que sean propensas a inundaciones porque el agua tendría acumularse en ellas. La pendiente del cauce principal de San Juan de las Cucarachas y en el punto anterior permitió reconocer la existencia de una planicie en torno a su zona urbana, pues hasta este punto de la investigación las condiciones morfológicas apuntan existencia de un alto riesgo de inundación.

4.1.5 Delimitación de la cuenca hidrográfica

La delimitación de la cuenca hidrográfica de San Juan de las Cucarachas fue posible gracias a la identificación de veinte y tres puntos coordenados, identificados en los partes de agua per se divisoria de cuenca. Este procedimiento posibilitó además determinar el perímetro de la cuenca mediante distancias horizontales parciales y acumuladas.

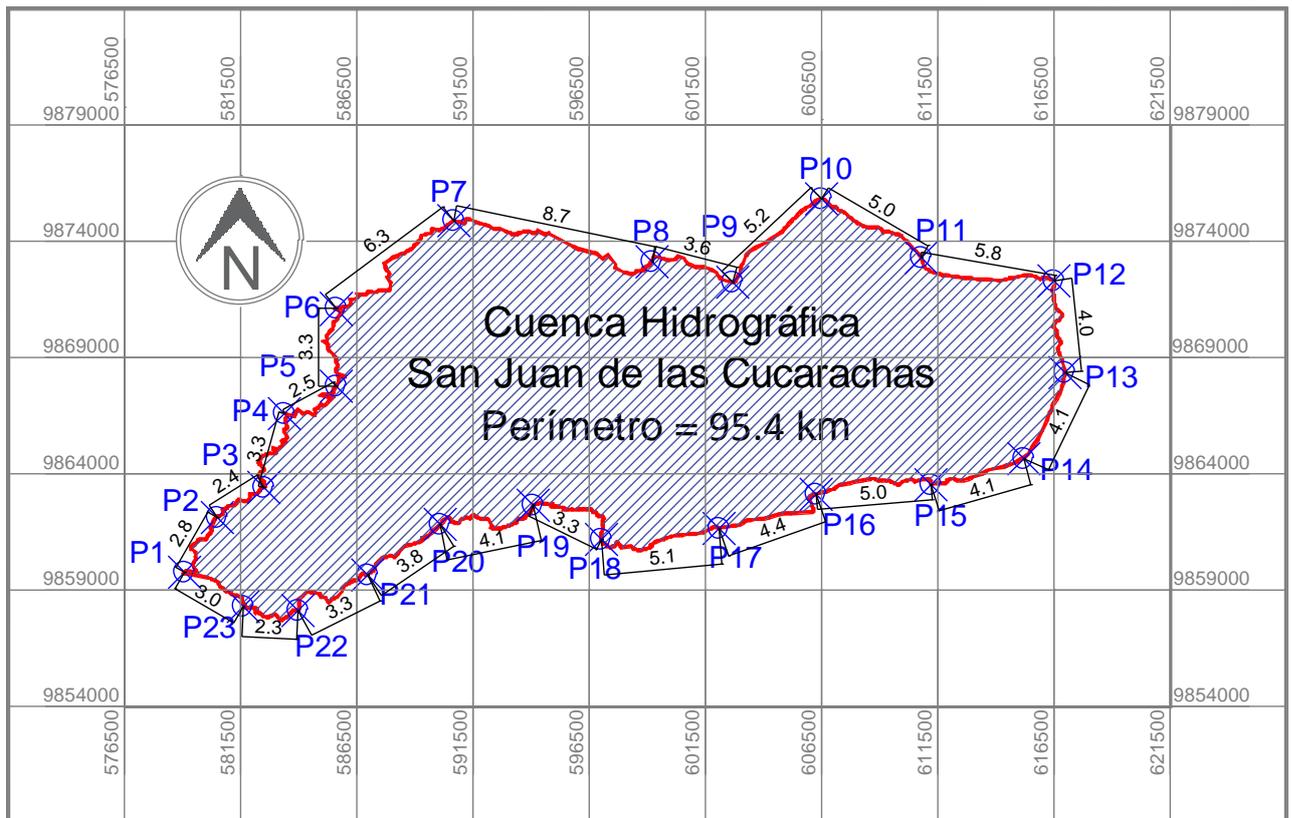
Tabla 5

Cálculo del perímetro de la cuenca hidrográfica

Punto	Coordenadas UTM		Distancia horizontal (m)	
	Norte	Este	Parcial	Acumulada
P1	9859774.836	579063.462	0	0
P2	9862150.166	580472.661	2762	2762
P3	9863424.467	582505.899	2400	5161
P4	9866591.608	583393.099	3289	8451
P5	9867779.354	585608.452	2514	10964
P6	9871094.067	585609.861	3315	14279
P7	9874880.222	590663.114	6314	20593
P8	9873119.073	599175.871	8693	29286
P9	9872217.978	602661.829	3601	32887
P10	9875814.242	606464.826	5234	38121
P11	9873310.856	610754.506	4967	43088
P12	9872309.754	616492.982	5825	48913
P13	9868361.413	616946.532	3974	52887
P14	9864679.362	615164.653	4091	56978
P15	9863562.958	611203.313	4116	61093
P16	9863140.480	606266.341	4955	66048
P17	9861657.394	602076.275	4445	70493
P18	9861174.612	597005.474	5094	75587
P19	9862632.952	594098.488	3252	78839
P20	9861804.731	590073.274	4110	82949
P21	9859656.382	586959.871	3783	86731
P22	9858148.904	583985.699	3334	90066
P23	9858279.733	581640.349	2349	92415
P1	9859774.836	579063.462	2979	95394

Fuente: Google Earth**Elaborado por:** Marquez, P. (2023)

Figura 14
Perímetro de la cuenca hidrográfica



Fuente: Google Earth
Elaborado por: Marquez, P. (2023)

4.1.6 Topografía del territorio

La topografía del territorio fue determinada gracias al uso del software versión estudiantil/prueba Plex-Earth, el cual a su vez incrementa el sistema de información geo referenciada y posibilitó la obtención de puntos coordenados, con los cuales fue posible identificar los desniveles del terreno mediante la información que se muestra en la tabla a continuación:

Tabla 6
Coordenadas UTM WGS-84 del terreno de la cuenca hidrográfica

Punto	Norte	Este	Elevación	Punto	Norte	Este	Elevación
1	9875235.024	605833.684	329.824	299	9864579.888	588822.156	102.574
2	9875229.041	606668.679	294.594	300	9864570.080	589640.214	84.693
3	9874439.345	589621.571	374.953	301	9864569.512	590457.629	84.189
4	9874432.435	590433.877	339.367	302	9864583.426	591271.432	111.013
5	9874436.397	591240.737	361.880	303	9864590.693	592085.747	125.370
6	9874431.761	592053.569	338.535	304	9864612.244	592894.247	166.597

Punto	Norte	Este	Elevación	Punto	Norte	Este	Elevación
7	9874439.343	592855.556	380.561	305	9864615.628	593707.748	173.734
8	9874429.869	605004.816	358.424	306	9864598.305	594530.347	142.100
9	9874407.938	605889.387	243.711	307	9864585.951	595352.259	119.854
10	9874389.957	606766.372	150.165	308	9864574.692	596174.852	99.708
11	9873632.975	588812.114	387.345	309	9864573.729	596992.247	98.935
12	9873613.020	589627.038	295.988	310	9864576.455	597807.231	105.140
13	9873603.342	590442.454	252.312	311	9864560.668	598635.394	76.604
14	9873620.650	591244.195	333.756	312	9864588.371	599431.187	129.797
15	9873581.765	592082.437	154.927	313	9864566.231	600265.679	89.475
16	9873582.702	592896.508	160.599	314	9864560.248	601088.137	79.568
17	9873596.914	593697.003	227.855	315	9864559.354	601906.408	79.252
18	9873602.837	594503.053	256.699	316	9864557.184	602726.027	76.547
19	9873607.221	595309.407	278.501	317	9864555.816	603544.997	75.411
20	9873627.825	596091.847	375.474	318	9864556.422	604361.946	78.058
21	9873590.661	604275.236	221.770	319	9864558.707	605176.825	83.899
22	9873585.169	605103.767	198.501	320	9864558.900	605993.937	85.902
23	9873587.640	605909.888	212.082	321	9864551.122	606821.175	72.961
24	9873590.133	606715.216	225.802	322	9863893.488	582330.789	334.274
25	9872798.196	588005.056	280.825	323	9863919.486	583148.325	380.636
26	9872790.194	588817.865	249.068	324	9863887.885	583949.907	324.540
27	9872796.729	589628.228	276.800	325	9863810.688	584746.501	187.261
28	9872798.046	590439.162	283.271	326	9863768.915	585555.538	113.192
29	9872787.172	591256.166	239.933	327	9863772.020	586372.285	119.059
30	9872769.003	592080.393	166.857	328	9863762.721	587188.345	102.860
31	9872757.882	592903.462	122.629	329	9863759.072	588005.241	96.755
32	9872754.597	593722.179	110.490	330	9863763.136	588821.863	104.493
33	9872754.741	594538.201	112.410	331	9863760.810	589638.886	100.845
34	9872793.729	595310.766	273.111	332	9863849.354	590439.826	259.141
35	9872770.537	596150.840	179.786	333	9863763.095	591271.948	106.194
36	9872776.423	596957.021	205.340	334	9863754.430	592091.031	91.436
37	9872802.761	597731.726	314.487	335	9863782.952	592898.607	142.971
38	9872817.018	598519.355	374.300	336	9863770.435	593718.996	121.467
39	9872810.919	599338.264	351.033	337	9863762.282	594538.739	107.806
40	9872796.639	600173.457	294.379	338	9863769.018	595352.051	120.689
41	9872805.657	600966.781	333.000	339	9863815.763	596143.145	204.858
42	9872813.825	601759.687	368.150	340	9863771.544	596982.992	127.143
43	9872782.034	603449.824	242.045	341	9863759.027	597807.053	105.928
44	9872758.502	604318.828	147.940	342	9863763.123	598620.889	114.316
45	9872749.356	605156.963	112.606	343	9863792.447	599415.544	167.668
46	9872745.713	605982.652	99.807	344	9863772.010	600246.667	132.522
47	9872746.992	606795.550	107.147	345	9863771.778	601062.797	133.367
48	9871999.454	588004.143	329.550	346	9863734.968	601911.708	69.195
49	9872014.194	588811.822	384.285	347	9863745.578	602719.435	89.463
Punto	Norte	Este	Elevación	Punto	Norte	Este	Elevación

50	9871997.293	589624.693	323.443	348	9863744.015	603538.213	88.075
51	9871987.593	590438.407	288.954	349	9863749.271	604349.914	98.964
52	9871992.305	591247.297	307.223	350	9863742.218	605174.710	87.906
53	9871987.932	592060.406	292.287	351	9863757.618	605974.264	116.927
54	9871969.009	592884.337	224.209	352	9863740.823	606810.998	88.647
55	9871981.719	593687.252	271.853	353	9863062.067	582323.960	300.141
56	9871977.708	594502.392	258.451	354	9863082.453	583140.674	334.729
57	9871933.184	595358.796	96.978	355	9863066.184	583947.290	307.316
58	9871944.197	596163.205	138.582	356	9863040.767	584753.950	264.422
59	9871938.220	596985.794	118.133	357	9862979.599	585558.665	161.117
60	9871979.339	597747.697	269.889	358	9862942.255	586371.066	98.160
61	9871971.360	598570.602	242.211	359	9862956.751	587188.400	123.101
62	9871963.491	599394.960	215.016	360	9862976.435	588004.160	156.847
63	9871987.618	600168.793	304.805	361	9862973.648	588819.587	152.600
64	9871978.839	600994.589	274.409	362	9862974.424	589634.876	154.380
65	9871988.454	601788.342	311.244	363	9863020.769	590442.283	233.429
66	9871995.309	602585.394	338.010	364	9862965.738	591267.354	140.892
67	9871973.269	603440.173	259.320	365	9862961.316	592084.214	134.048
68	9871929.636	604346.126	101.765	366	9862970.925	592897.051	151.040
69	9871925.597	605171.683	88.949	367	9863006.193	593699.562	211.518
70	9871934.505	605967.398	123.468	368	9862986.729	594521.247	179.411
71	9871936.354	606778.663	132.237	369	9862982.695	595337.682	173.470
72	9871198.175	586385.082	359.283	370	9862980.557	596153.519	170.763
73	9871174.718	587193.182	282.352	371	9862974.971	596971.471	162.292
74	9871165.046	588005.044	251.101	372	9862967.703	597790.969	151.025
75	9871152.869	588819.071	211.591	373	9862962.629	598609.711	143.519
76	9871173.790	589627.515	281.696	374	9862994.662	599402.713	198.899
77	9871141.712	590449.535	176.441	375	9862943.337	600255.516	113.227
78	9871140.631	591264.391	173.841	376	9862925.173	601086.651	83.693
79	9871178.797	592058.875	301.103	377	9862922.921	601905.951	81.230
80	9871166.998	592876.934	263.142	378	9862932.855	602714.468	99.404
81	9871175.655	593682.605	292.899	379	9862927.659	603536.392	91.966
82	9871137.714	594524.275	168.543	380	9862929.053	604352.185	95.834
83	9871128.222	595347.399	138.375	381	9862937.698	605160.237	111.982
84	9871159.174	596131.900	242.010	382	9862947.541	605966.127	130.155
85	9871158.965	596944.554	242.649	383	9862280.248	580713.020	349.407
86	9871160.428	597755.220	248.864	384	9862246.469	581511.109	294.823
87	9871167.165	598558.792	272.561	385	9862196.982	582307.559	214.931
88	9871179.185	599353.752	313.785	386	9862154.061	583110.263	145.690
89	9871133.242	600231.853	163.395	387	9862182.096	583931.866	191.071
90	9871157.990	601007.688	246.815	388	9862189.542	584747.417	203.283
91	9871169.326	601801.094	285.942	389	9862160.146	585557.979	156.074
92	9871174.163	602603.754	303.602	390	9862131.035	586371.278	109.330

Punto	Norte	Este	Elevación	Punto	Norte	Este	Elevación
93	9871148.323	603462.363	219.888	391	9862161.815	587188.665	159.408

94	9871113.999	604342.372	108.274	392	9862193.935	588003.141	211.657
95	9871115.460	605155.671	115.005	393	9862136.179	588820.878	118.773
96	9871102.290	605999.966	73.368	394	9862228.460	589626.524	268.367
97	9871100.745	606820.764	70.244	395	9862238.046	590437.014	284.410
98	9870385.753	585575.014	351.063	396	9862230.963	591250.096	273.525
99	9870375.702	586383.195	321.315	397	9862243.158	592058.885	293.861
100	9870361.608	587192.896	279.333	398	9862181.918	592888.662	195.680
101	9870314.403	588006.450	137.404	399	9862185.188	593701.656	201.727
102	9870308.668	588822.766	120.796	400	9862209.043	596944.628	243.784
103	9870320.859	589636.173	158.424	401	9862164.757	597783.107	173.331
104	9870321.024	590451.053	159.804	402	9862117.966	598627.252	98.854
105	9870310.286	591270.133	128.243	403	9862116.185	599445.406	97.135
106	9870319.172	592081.669	156.037	404	9862142.972	600243.133	141.550
107	9870366.877	592869.717	301.130	405	9862148.546	601054.617	151.746
108	9870329.073	593705.119	188.002	406	9862107.815	601903.200	87.290
109	9870346.622	594506.201	242.116	407	9862123.031	602707.463	113.194
110	9870303.614	595354.156	113.400	408	9862120.250	603526.583	110.106
111	9870329.653	596146.577	193.231	409	9861377.728	580677.940	208.200
112	9870341.209	596948.901	229.402	410	9861332.631	581476.855	138.541
113	9870327.452	597776.659	189.178	411	9861329.641	582291.958	133.995
114	9870315.059	598605.171	153.119	412	9861323.049	583106.394	123.899
115	9870370.461	599350.419	321.797	413	9861317.927	583921.713	116.049
116	9870301.176	600253.861	114.103	414	9861318.548	584738.373	117.248
117	9870328.294	601031.167	197.434	415	9861319.261	585554.956	118.581
118	9870367.048	601786.002	316.029	416	9861321.012	586371.499	121.581
119	9870314.080	602681.455	157.799	417	9861383.062	587189.250	217.587
120	9870334.581	603461.660	221.312	418	9861436.672	588001.644	300.690
121	9870300.075	604336.168	118.970	419	9861397.029	588815.463	239.928
122	9870308.128	605137.178	145.079	420	9861449.899	589622.511	322.008
123	9870312.632	605943.692	160.488	421	9861374.601	596955.119	212.481
124	9870318.946	606745.680	181.444	422	9861326.408	597795.560	139.168
125	9869575.089	585574.637	349.721	423	9861299.204	598627.691	98.253
126	9869544.324	586380.483	264.739	424	9861306.205	599440.189	110.178
127	9869548.312	587192.611	276.350	425	9860587.059	579873.279	244.570
128	9869492.704	588006.442	122.496	426	9860540.635	580669.477	175.963
129	9869496.409	588822.035	133.445	427	9860556.578	581489.490	199.412
130	9869497.950	589637.416	138.515	428	9860531.651	582296.836	162.568
131	9869494.490	590453.918	129.701	429	9860514.036	583107.922	136.541
132	9869487.876	591272.067	112.153	430	9860503.267	583921.921	120.751
133	9869498.147	592083.820	141.603	431	9860503.211	584738.371	120.897
134	9869534.092	592880.571	242.425	432	9860503.967	585554.887	122.230
135	9869489.086	593720.045	118.370	433	9860586.686	586376.547	244.668

Punto	Norte	Este	Elevación	Punto	Norte	Este	Elevación
136	9869541.106	594500.776	263.992	434	9860597.471	587189.633	260.887
137	9869488.141	595352.860	117.915	435	9860612.570	588001.659	283.573

138	9869512.767	596148.266	187.495	436	9859780.440	579063.001	255.518
139	9869502.362	596971.896	159.812	437	9859832.885	579895.976	329.706
140	9869484.088	597805.009	110.313	438	9859827.337	580704.627	321.768
141	9869497.302	598607.038	148.332	439	9859788.630	581503.549	266.743
142	9869490.932	599429.623	132.048	440	9859802.199	582319.489	286.064
143	9869486.968	600250.200	122.474	441	9859723.440	583113.537	174.509
144	9869482.999	601071.379	112.894	442	9859769.635	583936.978	239.993
145	9869536.430	601812.900	262.802	443	9859688.676	584738.460	125.512
146	9869474.723	602716.033	93.044	444	9859719.968	585557.983	169.986
147	9869473.897	603534.136	92.389	445	9859818.437	586379.070	309.820
148	9869486.284	604330.699	128.475	446	9859671.631	579869.734	283.099
149	9869491.306	605137.906	144.125	447	9859641.540	580694.637	324.952
150	9869492.692	605950.808	149.774	448	9859674.174	581497.953	278.023
151	9869494.409	606762.824	156.391	449	9859649.519	582319.073	312.149
152	9868773.877	585576.060	373.041	450	9859747.009	583110.860	173.348
153	9868719.544	586378.885	233.597	451	9859694.912	583938.066	246.588
154	9868696.204	587190.887	174.181	452	9859780.677	584741.368	124.479
155	9868679.039	588006.110	130.600	453	9859746.703	585563.880	172.150
156	9868676.533	588822.193	124.799	454	9859639.673	586388.067	323.302
157	9868685.316	589636.542	148.077	455	9858804.191	581515.113	357.592
158	9868673.510	590454.873	118.469	456	9858829.897	582320.342	318.869
159	9868669.517	591272.335	109.001	457	9858916.198	583113.573	190.745
160	9868664.295	592090.831	96.444	458	9858898.454	583934.044	216.312
161	9868672.738	592903.522	119.089	459	9858863.301	584755.636	267.714
162	9868675.015	593718.338	125.892	460	9858809.219	585576.263	347.067
163	9868712.201	594510.836	222.555	461	9858012.248	582321.172	323.418
164	9868655.690	595363.647	78.254	462	9858013.471	583134.066	320.820
165	9868655.350	596181.161	78.499	463	9869422.543	615677.874	69.326
166	9868680.572	596976.933	144.552	464	9875203.339	607549.465	202.653
167	9868675.224	597797.215	132.034	465	9870276.290	607517.753	163.251
168	9868670.070	598618.062	120.047	466	9869455.149	607515.330	160.884
169	9868684.348	599418.793	158.093	467	9874371.595	607500.605	134.190
170	9868670.038	600250.163	122.689	468	9873545.226	607482.088	108.775
171	9868709.256	601018.274	224.933	469	9872722.864	607479.511	106.013
172	9868706.856	601834.420	220.263	470	9871893.164	607458.443	77.074
173	9868687.099	602674.643	171.014	471	9869418.869	614850.915	59.035
174	9868646.836	603547.433	69.008	472	9868594.334	614848.592	55.295
175	9868645.837	604366.446	68.195	473	9873553.784	608331.095	148.790
176	9868648.122	605180.420	75.763	474	9869442.537	608311.803	125.427
177	9868644.675	606003.568	68.621	475	9870262.331	608309.460	120.802
178	9868644.498	606821.492	70.006	476	9872716.283	608283.367	79.174

Punto	Norte	Este	Elevación	Punto	Norte	Este	Elevación
179	9867952.878	585573.805	345.899	477	9871890.926	608275.702	68.836
180	9867954.240	586383.641	349.608	478	9871065.050	608268.325	58.909
181	9867914.121	587191.805	253.953	479	9873553.736	609972.534	149.119

182	9867901.619	588004.543	224.587	480	9871079.644	609944.573	107.002
183	9867889.090	588818.975	195.160	481	9871903.196	614056.531	114.803
184	9867906.171	589629.990	236.754	482	9872763.159	610864.564	271.400
185	9867866.762	590452.240	143.073	483	9871926.091	610820.402	197.617
186	9867851.281	591272.488	106.746	484	9871084.434	610775.650	122.876
187	9867844.079	592091.691	90.323	485	9871900.461	609943.224	103.781
188	9867840.228	592910.353	81.994	486	9872718.067	609933.349	86.804
189	9867845.974	593724.566	96.608	487	9873563.791	609181.914	195.276
190	9867837.159	594546.475	76.529	488	9872738.001	609163.710	168.183
191	9867844.237	595359.179	94.504	489	9871071.289	609104.880	79.430
192	9867841.937	596177.650	90.109	490	9871892.532	609102.522	74.756
193	9867845.026	596992.140	98.664	491	9871931.229	611649.973	216.463
194	9867848.113	597806.176	107.214	492	9871087.313	611602.147	132.412
195	9867860.470	598611.136	138.016	493	9870248.694	615682.812	79.730
196	9867919.022	599368.217	279.509	494	9870240.994	614850.300	56.259
197	9867843.351	600260.513	99.677	495	9871908.304	615706.722	134.295
198	9867832.303	601089.758	74.625	496	9871087.889	616527.111	135.730
199	9867832.345	601907.115	76.216	497	9869419.302	616496.745	60.531
200	9867837.153	602718.367	89.219	498	9867770.582	616493.045	54.279
201	9867835.991	603536.963	87.959	499	9867770.365	615670.013	53.612
202	9867826.248	604367.817	66.271	500	9867769.661	614846.416	51.960
203	9867821.729	605192.170	57.161	501	9871069.369	615681.064	74.118
204	9867823.002	606008.183	61.913	502	9871064.519	614851.596	57.724
205	9867825.396	606822.170	69.418	503	9871079.854	612409.908	107.903
206	9867132.406	585571.906	323.577	504	9869436.937	612409.243	109.101
207	9867145.026	586383.491	352.277	505	9870255.468	611583.091	99.622
208	9867100.794	587191.555	253.603	506	9870247.338	610746.767	75.139
209	9867045.439	588005.661	130.047	507	9868601.313	609921.816	73.814
210	9867068.389	588819.333	182.066	508	9869428.489	609107.790	86.071
211	9867067.861	589633.774	181.535	509	9870244.458	609095.871	66.639
212	9867059.322	590450.073	163.062	510	9869433.162	613225.363	98.599
213	9867078.615	591259.380	207.025	511	9868606.314	613218.352	86.088
214	9867057.305	592080.550	160.082	512	9864496.438	611573.433	92.264
215	9867050.717	592898.280	146.151	513	9869416.128	611555.279	51.340
216	9867033.903	593721.772	109.360	514	9864504.626	610760.485	108.089
217	9867030.526	594540.039	102.732	515	9866144.493	610756.829	98.757
218	9867083.726	595324.072	222.931	516	9868600.965	610743.934	72.805
219	9867039.643	596167.042	125.227	517	9868599.239	609095.779	68.849
220	9867053.736	596972.557	157.939	518	9866138.475	608282.658	87.461
221	9867066.581	597777.235	187.859	519	9864485.804	608271.732	74.248

Punto	Norte	Este	Elevación	Punto	Norte	Este	Elevación
222	9867086.509	598574.062	233.654	520	9865304.942	608267.238	66.114
223	9867111.402	599363.657	290.651	521	9867772.105	608265.460	59.408
224	9867041.100	600245.096	134.515	522	9866948.193	608263.850	58.331
225	9867063.005	601037.535	184.915	523	9868609.727	607469.083	96.546

226	9867034.566	601883.873	122.717	524	9866132.813	607451.909	76.154
227	9867029.691	602705.765	113.275	525	9866954.759	607451.103	73.644
228	9867013.136	603542.951	77.677	526	9864484.850	607447.745	73.074
229	9867002.656	604374.186	55.856	527	9863661.816	607447.081	73.668
230	9867004.308	605189.948	61.191	528	9867774.341	607446.097	65.208
231	9867005.882	606005.583	66.357	529	9865305.830	607445.563	68.491
232	9867006.023	606823.160	68.425	530	9871066.039	607447.314	62.371
233	9866347.417	583957.951	378.142	531	9866957.145	610744.980	77.263
234	9866298.674	584756.412	275.845	532	9869419.688	610737.897	61.317
235	9866273.846	585564.414	223.920	533	9869435.430	609942.020	105.211
236	9866258.134	586376.248	191.206	534	9866142.070	609931.833	94.168
237	9866252.333	587190.246	179.475	535	9864487.034	609918.487	75.537
238	9866234.733	588005.257	142.928	536	9866952.164	609915.615	66.481
239	9866230.316	588821.176	134.116	537	9870242.244	609914.644	59.797
240	9866225.750	589637.652	125.164	538	9867770.274	609085.774	54.722
241	9866218.889	590455.121	111.355	539	9871065.781	614030.710	61.659
242	9866236.690	591266.699	149.513	540	9871068.933	613213.216	71.926
243	9866217.440	592088.403	109.770	541	9866142.570	609110.514	95.633
244	9866205.010	592909.734	84.421	542	9864488.069	609097.150	77.970
245	9866225.432	593717.626	128.260	543	9865309.997	609096.611	75.616
246	9866200.009	594546.615	75.681	544	9866946.828	609085.043	54.901
247	9866205.401	595360.935	87.991	545	9868611.317	608293.950	100.243
248	9866216.128	596171.178	111.592	546	9865316.643	609927.356	88.368
249	9866216.178	596987.529	112.804	547	9867768.701	609906.618	50.597
250	9866212.271	597806.839	105.707	548	9868594.694	616494.537	56.428
251	9866241.269	598599.706	167.863	549	9868593.405	615670.397	52.933
252	9866213.247	599439.075	110.148	550	9865297.108	615665.479	47.783
253	9866219.457	600249.712	124.491	551	9865299.195	614844.282	52.073
254	9866230.591	601054.639	149.220	552	9868593.290	614024.459	52.587
255	9866221.700	601879.400	131.981	553	9865298.022	614020.201	49.877
256	9866201.464	602717.928	90.853	554	9865308.388	612384.984	70.924
257	9866188.866	603549.845	65.803	555	9868591.978	612376.660	49.298
258	9866184.596	604372.926	58.432	556	9865317.497	611572.581	89.314
259	9866186.374	605188.630	63.779	557	9868591.539	611552.839	48.344
260	9866188.152	606004.095	69.125	558	9865326.594	610761.165	107.682
261	9866188.163	606821.834	70.906	559	9866122.903	615668.071	52.208
262	9865519.831	583952.991	342.733	560	9866121.818	614844.128	50.013
263	9865430.534	584744.999	165.761	561	9865297.213	613196.359	48.517
264	9865409.332	585556.914	123.999	562	9866134.555	612389.224	77.309

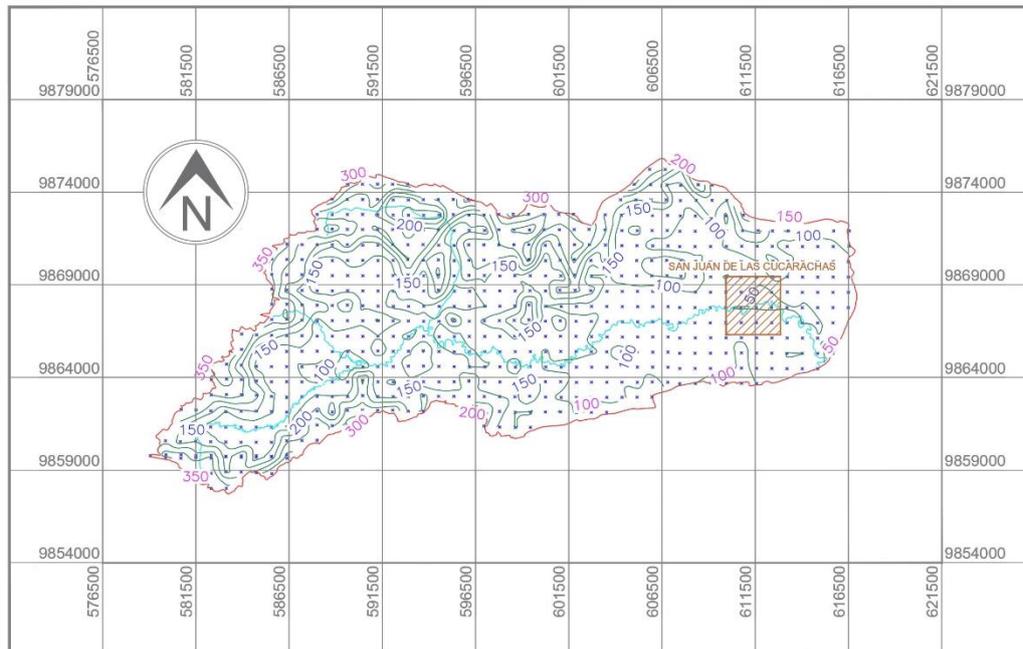
Punto	Norte	Este	Elevación	Punto	Norte	Este	Elevación
265	9865404.601	586372.634	114.961	563	9866952.770	612384.540	66.984
266	9865416.620	587189.400	139.255	564	9866139.937	611573.237	88.908
267	9865420.539	588004.976	147.499	565	9866954.957	611564.642	72.124
268	9865398.606	588822.280	104.468	566	9866128.433	614027.790	64.038
269	9865395.020	589639.439	97.941	567	9867767.909	614021.461	47.759

270	9865402.372	590454.781	113.166	568	9866133.652	613210.755	75.190
271	9865436.515	591262.407	181.636	569	9866948.356	613202.160	56.887
272	9865410.270	592085.071	130.248	570	9867768.423	613198.875	48.905
273	9865416.721	592898.555	143.844	571	9867767.118	612374.198	46.118
274	9865447.172	593701.014	205.113	572	9867767.469	611551.403	47.151
275	9865401.065	594537.110	114.507	573	9867767.821	610728.615	48.183
276	9865391.050	595358.870	95.594	574	9869421.016	614031.074	64.968
277	9865391.118	596175.707	96.740	575	9866945.172	614021.600	49.630
278	9865394.639	596990.245	104.794	576	9864475.644	614020.550	52.337
279	9865392.496	597808.391	101.650	577	9864475.756	613197.715	52.859
280	9865393.278	598624.507	104.308	578	9864486.533	612385.432	73.286
281	9865398.200	599437.083	115.300	579	9863676.953	608288.179	99.984
282	9865386.235	600264.009	92.810	580	9866946.737	615669.111	53.057
283	9865401.490	601066.631	124.362	581	9866944.842	614844.331	48.856
284	9865398.900	601885.323	120.620	582	9864475.374	614843.366	51.704
285	9865390.518	602710.392	105.414	583	9874403.857	608438.893	307.229
286	9865384.595	603533.669	95.063	584	9863677.484	611576.203	98.869
287	9865399.319	604333.414	125.812	585	9863697.321	609133.652	135.738
288	9865385.272	605166.777	99.571	586	9863686.494	610763.901	115.426
289	9865368.428	606005.305	67.784	587	9863690.771	609947.212	123.413
290	9865370.026	606820.989	72.672	588	9874380.724	609175.058	183.870
291	9864717.624	582335.791	358.600	589	9871914.371	613255.861	155.319
292	9864718.545	583145.551	360.486	590	9870279.085	612442.845	170.970
293	9864660.377	583940.825	251.360	591	9871908.437	612424.177	133.459
294	9864599.420	584741.785	137.260	592	9871914.786	616536.523	158.540
295	9864587.602	585556.007	115.358	593	9871907.129	614884.181	129.570
296	9864587.585	586372.397	115.615	594	9870242.993	614030.303	62.120
297	9864576.221	587188.506	94.778	595	9870263.694	613239.053	124.458
298	9864573.767	588005.538	90.625	596	9870243.877	616499.237	65.420

Fuente: Google Earth
Elaborado por: Marquez, P. (2023)

Las coordenadas permitieron obtener un modelo digital del territorio con el cual fue posible determinar la topografía de la Cuenca hidrográfica. Este modelo digital del territorio se muestra en la figura a continuación:

Figura 15
Topografía de la cuenca hidrográfica



Fuente: Google Earth
Elaborado por: Marquez, P. (2023)

El modelo digital del terreno permitió identificar que en torno a la divisoria y dos kilómetros hacia dentro de la cuenca hidrográfica, existe un desnivel promedio de doscientos metros; es decir, se experimenta la pendiente media de 10%; sin embargo, al aproximarse al cauce principal la topografía del terreno presenta desniveles entre cien y cincuenta metros en la misma distancia horizontal de dos kilómetros aproximadamente, por lo que en las zonas aproximadas al río de San Juna de las cucarachas existirían pendientes promedios de cuenca entre 2.5% y 5%.

Las curvas de nivel permitieron identificar pendientes promedio entorno a la divisoria o parte agua de la Cuenca de 10% y en proximidad al cauce principal de 5% y 2.5%, por lo que, se reconoció que la cuenca hidrográfica de San Juan de las Cucarachas presenta una pendiente media de 5.8%.

Según García, J. (2018), las pendientes se clasifican en función de su valor numérico en:

Pendiente nula: 0%

Pendiente suave: 0% - 5%

Pendiente moderada: 5% - 15%

Pendiente fuerte: 15% - 30%

Pendiente muy fuerte: 30% - 45%

Pendiente extrema: > 45%

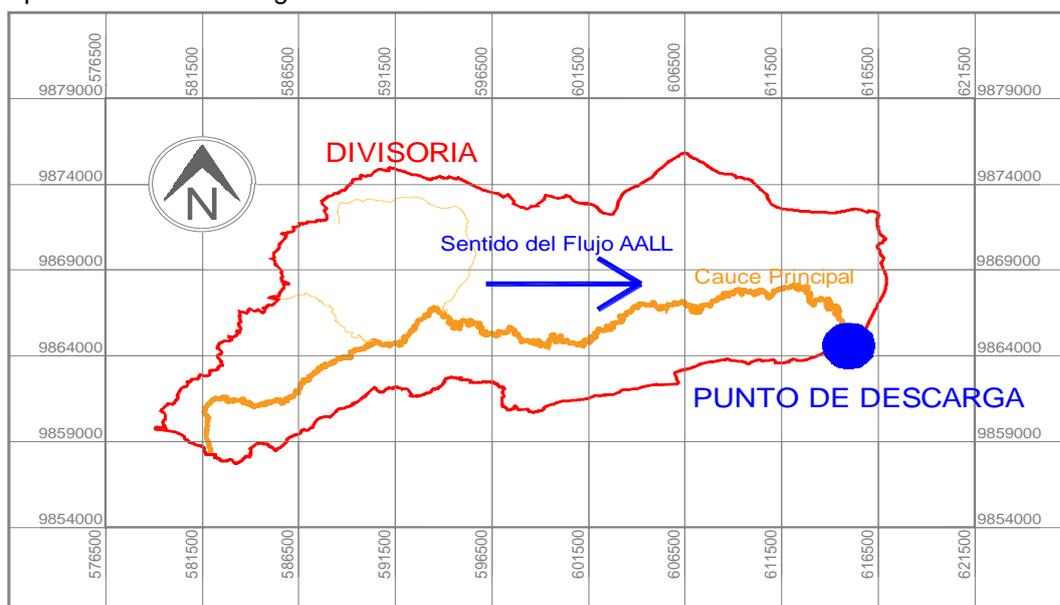
La topografía de un terreno se clasifica según la pendiente que tenga. En este sentido, una pendiente media de 5.8% se considera una pendiente moderada; hidrográficamente, una pendiente moderada indica que el agua fluye lentamente y no hay riesgo de erosión. Además, permite la infiltración del agua en el suelo y la recarga de los acuíferos subterráneos; sin embargo, la cuenca hidrográfica de San Juan de las Cucarachas se ubica en la divisoria de la cuenca hidrográfica Guayas, por lo que, es importante distinguir la existencia de corrientes de primer orden que por la velocidad con la cual se trastada las aguas mediante escorrentía superficial se tendría un alto nivel erosivo, como también, de riesgo de inundación.

4.1.7 Clasificación de la cuenca hidrográfica

La Cuenca hidrográfica de San Juan de las Cucarachas fue clasificada por medio de la condición de drenaje en cuanto a su emisión final y su extensión basada en la delimitación de la divisoria. El soporte teórico del capítulo dos, permitió reconocer Que el tipo de cuenca hidrológica es exorreica, puesto que el punto de descarga coincide con un punto en la divisoria, cómo se observa en la figura a continuación:

Figura 16

Tipo de cuenca hidrológica: Exorreica



Fuente: Google Earth

Elaborado por: Marquez, P. (2023)

Toda vez que se identificó que el tipo de cuenca hidrográfica es exorreica, se procedió a evaluar su extensión, con la finalidad de identificar la clase a la cual corresponde. El método usado para determinar la extensión de la Cuenca hidrográfica fue matricial por determinante; para su aplicación se obtuvo las coordenadas geográficas UTM de cada uno de los puntos que delimitaron la divisoria y fueron organizados mediante la tabla que se muestra a continuación:

Tabla 7

Cálculo de área por el método matricial

Punto	Norte (m)	Este (m)	Diagonal (m ²)	Contra diagonal (m ²)
P1	9859774.836	579063.462	0.000	0.000
P2	9862150.166	580472.661	5723329731158.010	5710810819802.360
P3	9863424.467	582505.899	5744760650433.010	5725448242174.430
P4	9866591.608	583393.099	5754253766730.570	5747347816540.710
P5	9867779.354	585608.452	5777959433026.650	5756794377286.580
P6	9871094.067	585609.861	5778668895581.800	5780596111245.270
P7	9874880.222	590663.114	5830491163221.540	5782827234079.950
P8	9873119.073	599175.871	5916789956930.200	5831687259512.910
P9	9872217.978	602661.829	5950151993532.410	5915194804383.200

Punto	Norte (m)	Este (m)	Diagonal (m ²)	Contra diagonal (m ²)
P10	9875814.242	606464.826	5987152960920.270	5951776268769.000
P11	9873310.856	610754.506	6031698045513.430	5987815753411.240
P12	9872309.754	616492.982	6086826855901.040	6029557664165.860
P13	9868361.413	616946.532	6090687264819.620	6083775558839.800
P14	9864679.362	615164.653	6070667128192.560	6085979720691.400
P15	9863562.958	611203.313	6029324705764.190	6067715288162.600
P16	9863140.480	606266.341	5979946219642.490	6028384135743.300
P17	9861657.394	602076.275	5938362883704.540	5978790940390.060
P18	9861174.612	597005.474	5887463446811.170	5937179281462.000
P19	9862632.952	594098.488	5858508930837.660	5888045860635.580
P20	9861804.731	590073.274	5819676111551.640	5858883283345.430
P21	9859656.382	586959.871	5788483634472.530	5817919716793.890
P22	9858148.904	583985.699	5757898321067.390	5786337811197.050
P23	9858279.733	581640.349	5733897169249.180	5757094377972.850
P1	9859774.836	579063.462	5708569593642.880	5734842876846.950
		Sumatoria	135245568862705.000	135244805203452.000

Fuente: Google Earth

Elaborado por: Marquez, P. (2023)

$$\text{Área (m}^2\text{)} = \frac{\text{Sumatoria de Diagonales} - \text{Sumatoria de Contra diagonales}}{2}$$

$$\text{Área (m}^2\text{)} = \frac{135245568862705.000 \text{ m}^2 - 135244805203452.000 \text{ m}^2}{2}$$

$$\text{Área (m}^2\text{)} = \frac{763659252.406 \text{ m}^2}{2}$$

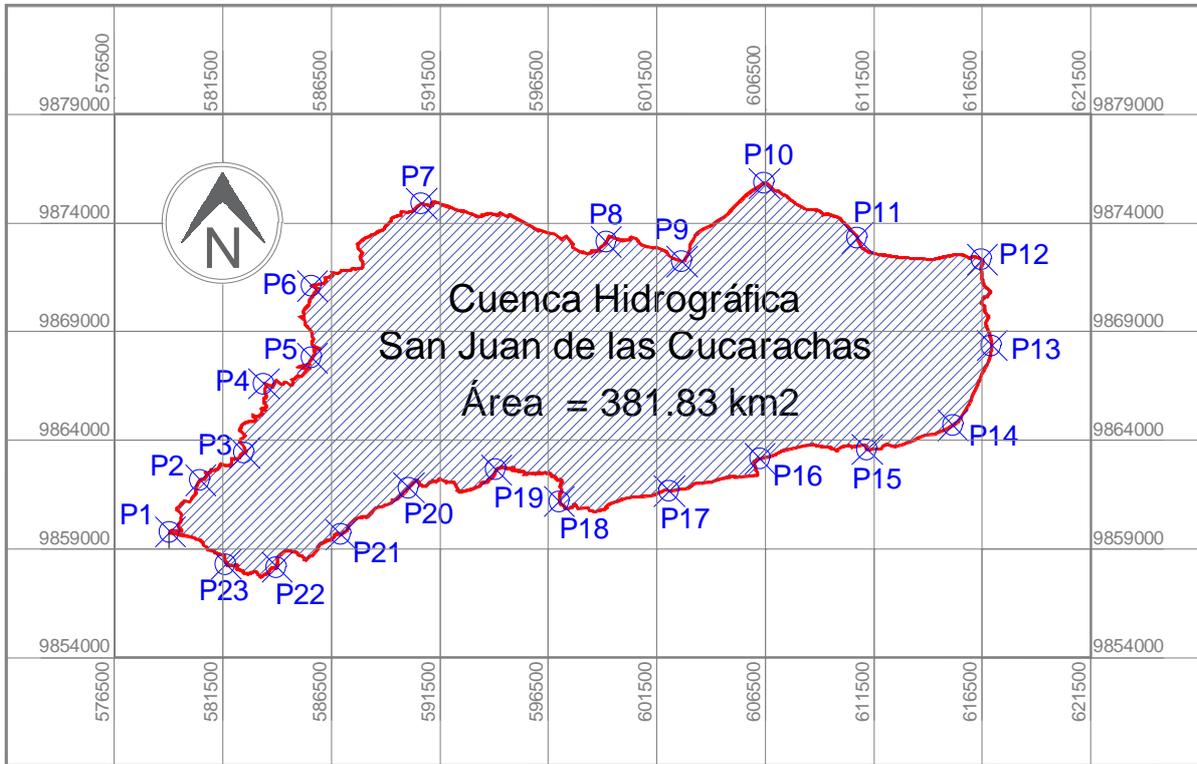
$$\text{Área (m}^2\text{)} = 381829626.203 \text{ m}^2$$

$$\frac{1 \text{ km}^2}{1000000 \text{ m}^2} \times \frac{381829626.203 \text{ m}^2}{\text{Área (km}^2\text{)}}$$

$$A (km^2) = 381829626.203 \text{ m}^2 \left(\frac{1 \text{ km}^2}{1000000 \text{ m}^2} \right)$$

$$A (km^2) = 381.83 \text{ km}^2$$

Figura 17
Área de la cuenca hidrográfica



Fuente: Google Earth
Elaborado: Marquez, P. (2023)

Tabla 8
Clasificación de la cuenca hidrográfica

Intervalo de áreas (km ²)	Clase
Menor a 25	Microcuenca
Desde 25 hasta 250	Pequeña
Desde 250 hasta 500	Intermedia-pequeña
Desde 500 hasta 2500	Intermedia-grande
Desde 2500 hasta 5000	Grande
Mayor a 5000	Muy grande

Fuente: Campos Aranda (1992), como se citó en Valero (2021)

La cuenta hidrográfica de San Juan de las Cucarachas tiene una extensión de 382 km²; por lo que, según la clasificación por intervalo de Campos Aranda, es una

cuenca **intermedia pequeña**. Este tipo de cuenca es sensible a las precipitaciones de alta intensidad y corta duración; decir a los chubascos.

4.1.8 Morfología de la cuenca

La evaluación de la morfología de la cuenca hidrográfica intermedia pequeña de San Juan de las Cucarachas, fue posible por medio del índice de Gravelius o también reconocido como coeficiente de compacidad, luego se determinó el factor de forma por medio del método de Horton y para finalizar la evaluación se calculó la relación de elongación de Schum; como se detalla a continuación:

Gravelius “Kc”:

1.- Cálculo de “ $r_{\text{perimetro}}$ ”

$$r_{\text{perimetro}} = \frac{P}{2\pi}$$

$$r_{\text{perimetro}} = \frac{95.4 \text{ km}}{2\pi}$$

$$r_{\text{perimetro}} = 15.18$$

2.- Cálculo de “ $r_{\text{área}}$ ”

$$r_{\text{área}} = \sqrt{\frac{A}{\pi}}$$

$$r_{\text{área}} = \sqrt{\frac{381.83 \text{ km}^2}{\pi}}$$

$$r_{\text{área}} = 11.02$$

3.- Calculo de “ K_c ”

$$K_c = \frac{r_{perimetro}}{r_{area}}$$

$$K_c = \frac{15.18}{11.02}$$

$$K_c = 1.4$$

El índice de Gravelius también conocido índice de compacidad, es mayor que uno, por lo que se reconoció que la cuenca hidrográfica de San Juan de las Cucarachas es compacta, esto significa que la cuenca tiene una forma más circular y menos alargada. En general, una cuenca hidrográfica más compacta es más eficiente en la captación y conducción del agua de lluvia hacia los ríos y arroyos que la atraviesan, por lo que son aquellas que producen mayor riesgo de inundación.

Horton “Kf”:

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

Donde:

“A”, representa el área de cuenca

“L”, representa la longitud axial del cauce principal

Por lo que, se reemplaza la información en la ecuación:

$$K_f = \frac{381.83 \text{ km}^2}{(33.7 \text{ km})^2}$$

$$K_f = 0.3$$

El factor de forma Kf de Horton, distingue a la Cuenca hidrográfica de San Juan de las Cucarachas como más alargada es decir menos compacta.

Schum “Re”:

$$R_e = 1,128 \frac{\sqrt{A}}{L}$$

$$R_e = \frac{D\varphi(A)}{P = L}$$

Donde:

“A”, representa el área de la cuenca

“L”, representa el perímetro de la cuenca

$$\left[R_e = \frac{\left(\frac{4A}{\pi}\right)^{1/2}}{(L)} = 1,128 \frac{\sqrt{A}}{L} \right]$$

Por lo que, se reemplaza la información en la ecuación:

$$R_e = 1,128 \frac{\sqrt{A}}{L}$$

$$R_e = 1,128 \frac{\sqrt{381.83 \text{ km}^2}}{95.4 \text{ km}}$$

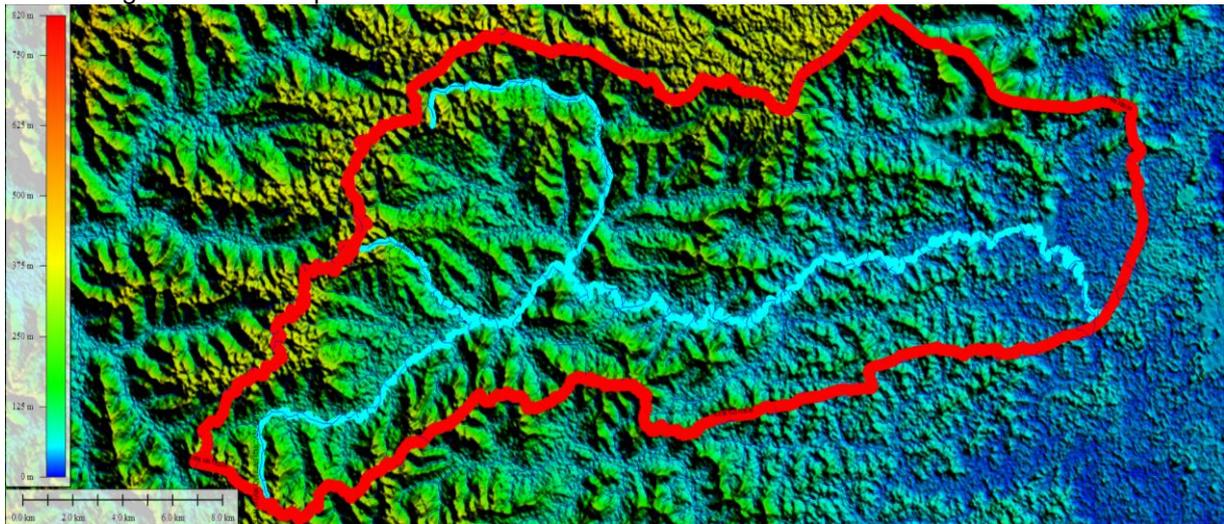
$$R_e = 0.2$$

La relación de elongación R_e de Schum, también distingue a la Cuenca hidrográfica de San Juan de las Cucarachas como más alargada es decir menos compacta, por lo que, se concluye que la morfología de la cuenca es mas alargada que circular, se podría decir ovalada y menos compacta. En general, una cuenca hidrográfica oval es menos eficiente en la captación y conducción del agua de lluvia hacia los ríos y arroyos que la atraviesan.

4.1.9 Corrientes de agua

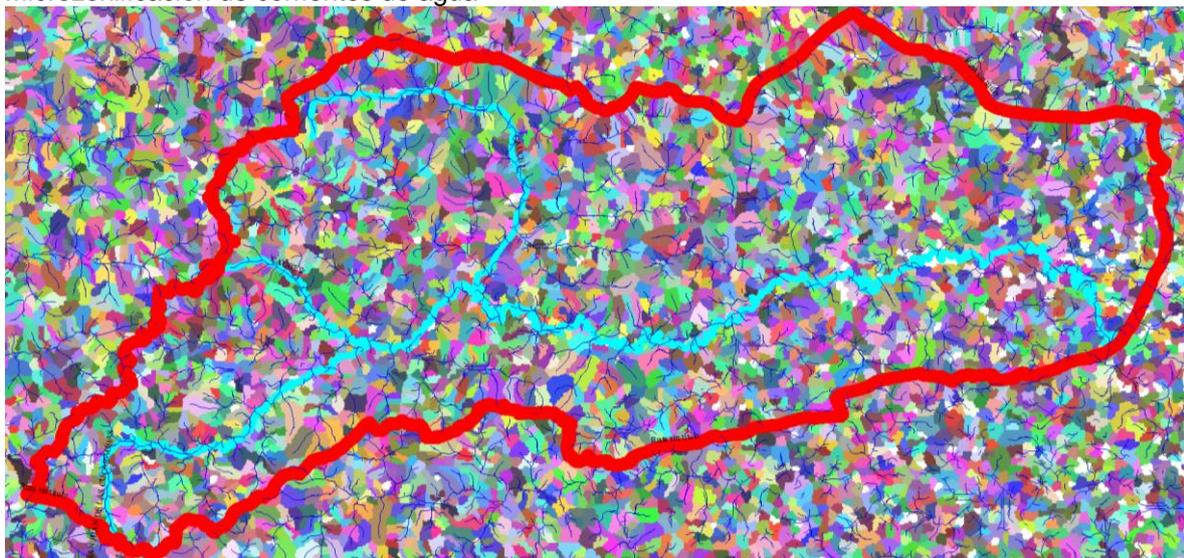
El análisis de las corrientes de agua fue posible ganar gracias al uso del software Google Earth y Global Mapper; mediante los puntos coordenados del terreno, se logró modelar el terreno digitalmente como se muestra en la imagen a continuación:

Figura 18
Modelo digital del terreno para la determinación de corrientes



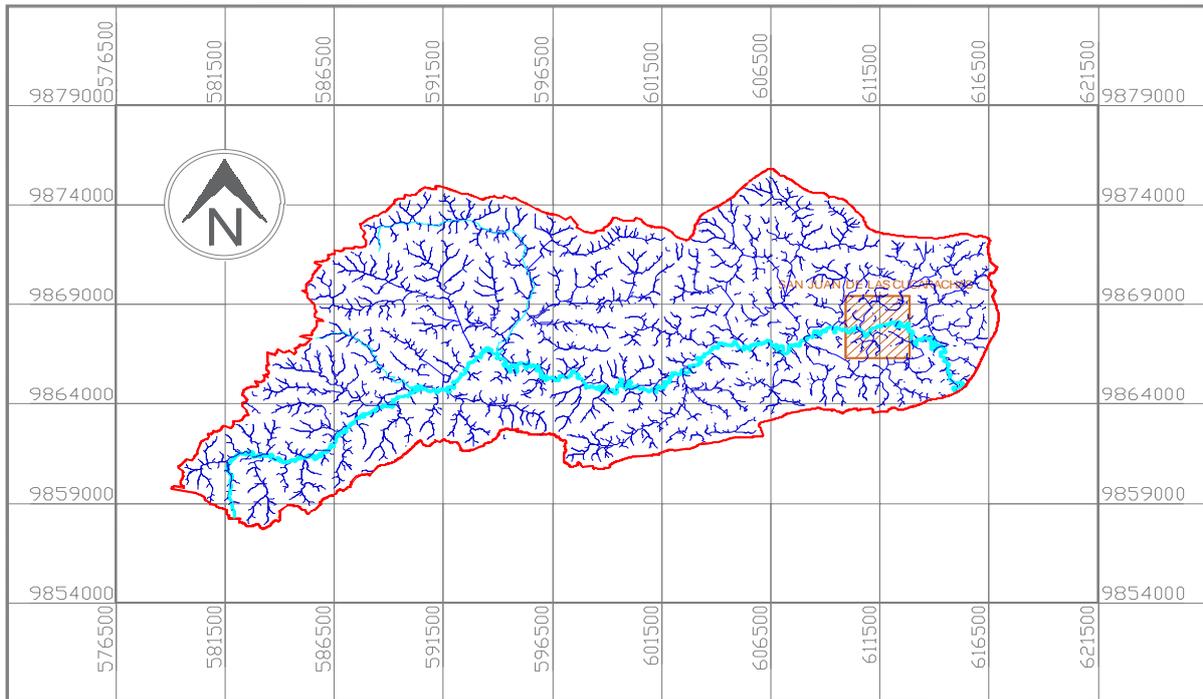
Fuente: Google Earth
Elaborado por: Marquez, P. (2023)

Figura 19
Microzonificación de corrientes de agua



Fuente: Google Earth
Elaborado por: Marquez, P. (2023)

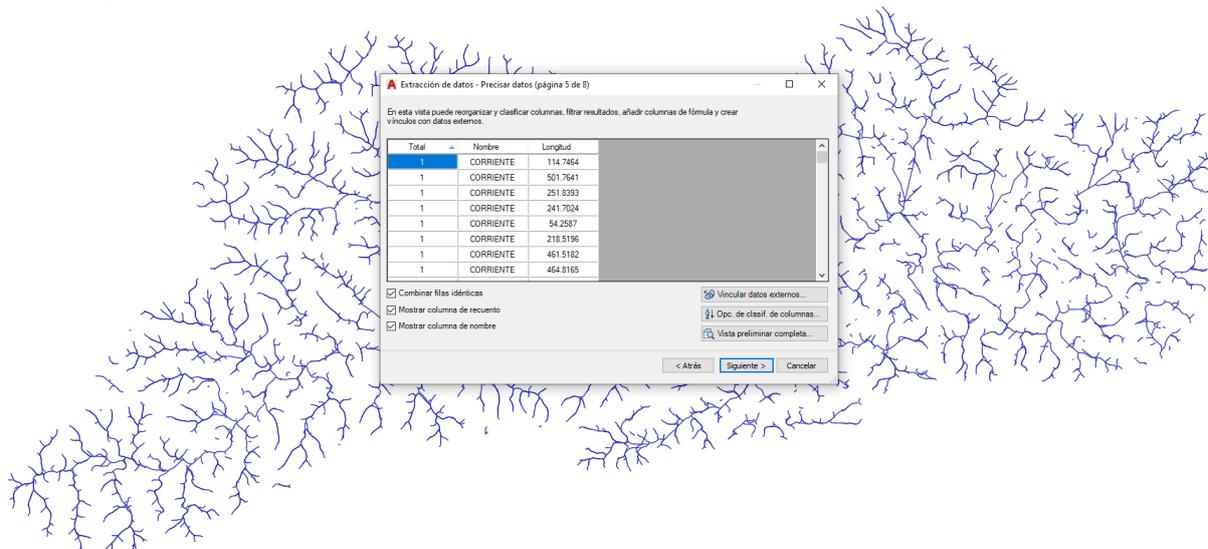
Figura 20
Corrientes de agua de la cuenca hidrográfica



Fuente: Google Earth
Elaborado por: Marquez, P. (2023)

El software AutoCAD, permitió contabilizar el número de corrientes y su longitud total, cómo se muestra en la imagen a continuación:

Figura 21
Contabilización de corrientes



Fuente: Google Earth
Elaborado por: Marquez, P. (2023)

Se contabilizan 3665 corrientes de agua, las cuales se desarrollan en una longitud total de 122.33 km. Es importante resaltar que esta información fue el insumo que permitió determinar la drenabilidad y la frecuencia de ríos de la cuenca hidrográfica de San Juan de las Cucarachas y que se muestra en el apartado 4.1.10 a continuación:

4.1.10 Drenabilidad y frecuencia de ríos

La drenabilidad de la Cuenca hidrográfica de San Juan de las cucarachas, fue determinada mediante el cálculo de la densidad de drenaje, ecuación que se muestra a continuación:

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

Donde:

“L”, representa la longitud total de las corrientes

“A”, representa el área de la cuenca

Por lo que, se reemplaza la información en la ecuación:

$$D_d = \frac{122.33 \text{ km}}{381.83 \text{ km}^2}$$

$$D_d = 0.3$$

La densidad de drenaje calculada es un indicador de la capacidad con la cual evacua el agua la cuenca hidrográfica de San Juan de las cucarachas hoy es moderada; es decir, esta cuenca no podría evacuar con facilidad las aguas lluvias, lo que también es un indicador de riesgo de inundación.

Por otra parte, se calcula la frecuencia de ríos considerando la ecuación que se presenta a continuación:

$$F_R = \frac{\# \text{ rios}}{A}$$

$$F_R = \frac{3665 \text{ cauces}}{381.83 \text{ km}^2}$$

$$F_R = 9.6 \text{ cauces/km}^2$$

La frecuencia de río es una medida de la cantidad de veces que un río cruza una unidad de área. En este caso, la frecuencia de río es igual a 9.6 cruces por km²; la alta frecuencia de río es un indicador de que la cuenca hidrográfica de San Juan de las Cucarachas es propensa a generar inundaciones debido a que el agua fluye rápidamente y no es evacuada de la misma manera.

4.1.11 Tiempos de concentración

La evaluación de los Tiempos de Concentración de la cuenca hidrográfica intermedia pequeña de San Juan de las Cucarachas fue posible mediante los métodos: 1) Scs-Ranser, 2) California Culvert Practice, 3) Kirpich, 4) Témez y 5) V.T Chow; como se detalla a continuación:

Scs-Ranser

$$T_C = 0,97 \left(\frac{L_c^3}{H} \right)^{0,385}$$

Donde:

“T_c”, represente al tiempo de concentración expresado en horas

“H”, representa al máximo desnivel expresado en pie

“L_c”, representa a la longitud de recorrido del cauce principal expresado en kilometro

Por lo que, se reemplaza la información en la ecuación:

$$T_C = 0,97 \left(\frac{(71.1 \text{ km})^3}{984.3 \text{ pies}} \right)^{0,385}$$

$$T_C = 9 \text{ horas}$$

California Culvert Practice

$$T_C = \left(0,87 \frac{L_c^3}{H} \right)^{0,385}$$

Donde:

“T_c”, represente al tiempo de concentración expresado en horas

“H”, representa al máximo desnivel expresado en la unidad de metro

“L_c”, representa a la longitud de recorrido del cauce principal expresado en kilometro

Por lo que, se reemplaza la información en la ecuación:

$$T_C = 0,87 \left(\frac{(71.1 \text{ km})^3}{300 \text{ m}} \right)^{0,385}$$

$$T_C = 13 \text{ horas}$$

Kirpich

$$T_C = 0,066 \left(\frac{L}{\sqrt{S_0}} \right)^{0,77}$$

Donde:

“T_c”, represente al tiempo de concentración expresado en horas

“L”, representa a la longitud de recorrido del cauce principal expresado en kilometro

“S₀”, representa a la pendiente media del cauce principal y es adimensional

Por lo que, se reemplaza la información en la ecuación:

$$T_c = 0,066 \left(\frac{71.1 \text{ km}}{\sqrt{0.006}} \right)^{0,77}$$

$$T_c = 13 \text{ horas}$$

Témez

$$T_c = 0,3 \left(\frac{L_c}{S_0^{0,25}} \right)^{0,76}$$

Donde:

“T_c”, represente al tiempo de concentración expresado en horas

“L_c”, representa a la longitud de recorrido del cauce principal expresado en kilometro

“S₀”, representa a la pendiente media del cauce principal en porcentaje

Por lo que, se reemplaza la información en la ecuación:

$$T_c = 0,3 \left(\frac{71.1 \text{ km}}{0.6 \%^{0,25}} \right)^{0,76}$$

$$T_c = 8 \text{ horas}$$

V.T Chow

$$T_c = 0,8773 \left(\frac{L_c^{1,5}}{\sqrt{CM_c - Cm_c}} \right)^{0,64}$$

Donde:

“T_c”, represente al tiempo de concentración expresado en horas

“L_c”, representa a la longitud de recorrido del cauce principal expresado en kilometro

“CM_c”, representa a la cota mayor del cauce principal (m.s.n.m).

“Cm_c”, representa a la cota menor del cauce principal (m.s.n.m).

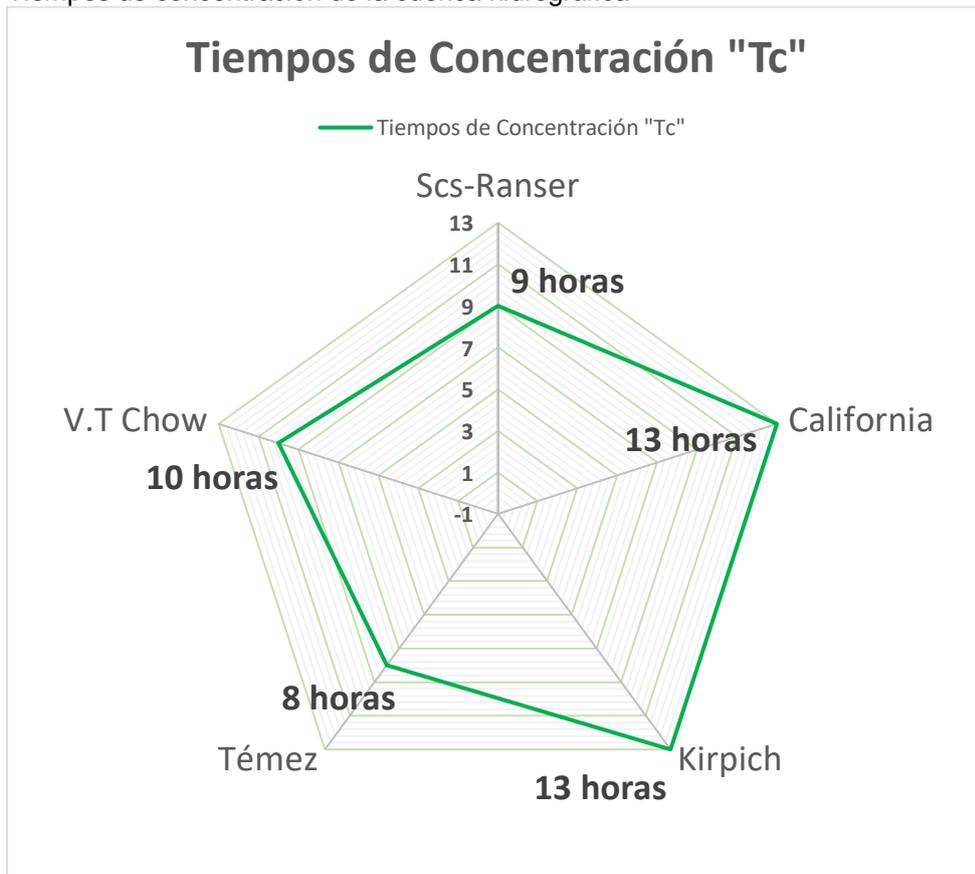
Por lo que, se reemplaza la información en la ecuación:

$$T_c = 0,8773 \left(\frac{(71.1 \text{ km})^{1,5}}{\sqrt{350 \text{ m. s. n. m.} - 50 \text{ m. s. n. m.}}} \right)^{0,64}$$

$$T_c = 10 \text{ horas}$$

El tiempo en el cual una gota de agua transita desde el punto más alto de la cuenca hidrográfica de San Juna de las Cucarachas hasta el punto más bajo; y toda vez que se han aplicados los selectos métodos, se supone oscila entre 8 y 13 horas; cómo se muestra en la figura a continuación:

Figura 22
Tiempos de concentración de la cuenca hidrográfica



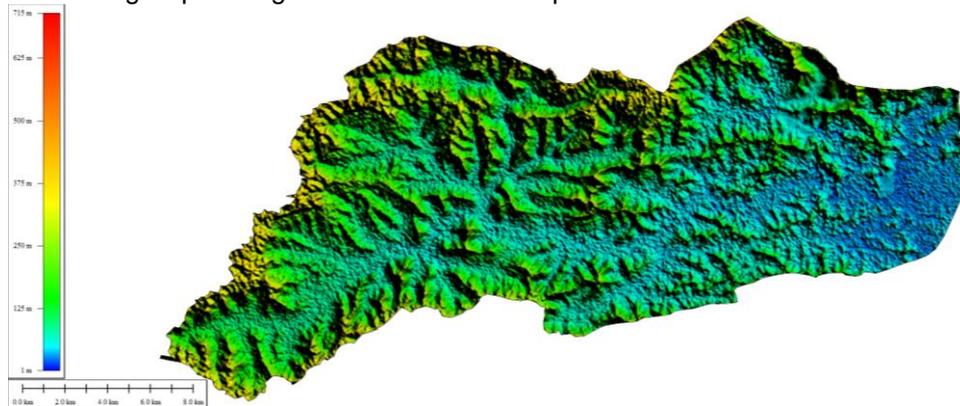
Fuente: Google Earth
Elaborado por: Marquez, P. (2023)

El tiempo de concentración de una cuenca hidrográfica es el tiempo necesario para que el caudal saliente se estabilice, cuando ocurre una precipitación con intensidad constante sobre toda la cuenca.

4.1.12 Hipsometría

Este análisis se lo realizó por medio de una curva hipsométrica, la cual muestra la relación entre el área y la elevación de la cuenca hidrográfica de Sanjuan de las Cucarachas. La obtención de la curva isométrica fue posible gracias al uso del software Global Mapper, con el cual se obtuvo el modelo digital del terreno para la generación de la información necesaria como se muestra a continuación:

Figura 23
Modelo digital para la generación de Curva Hipsométrica



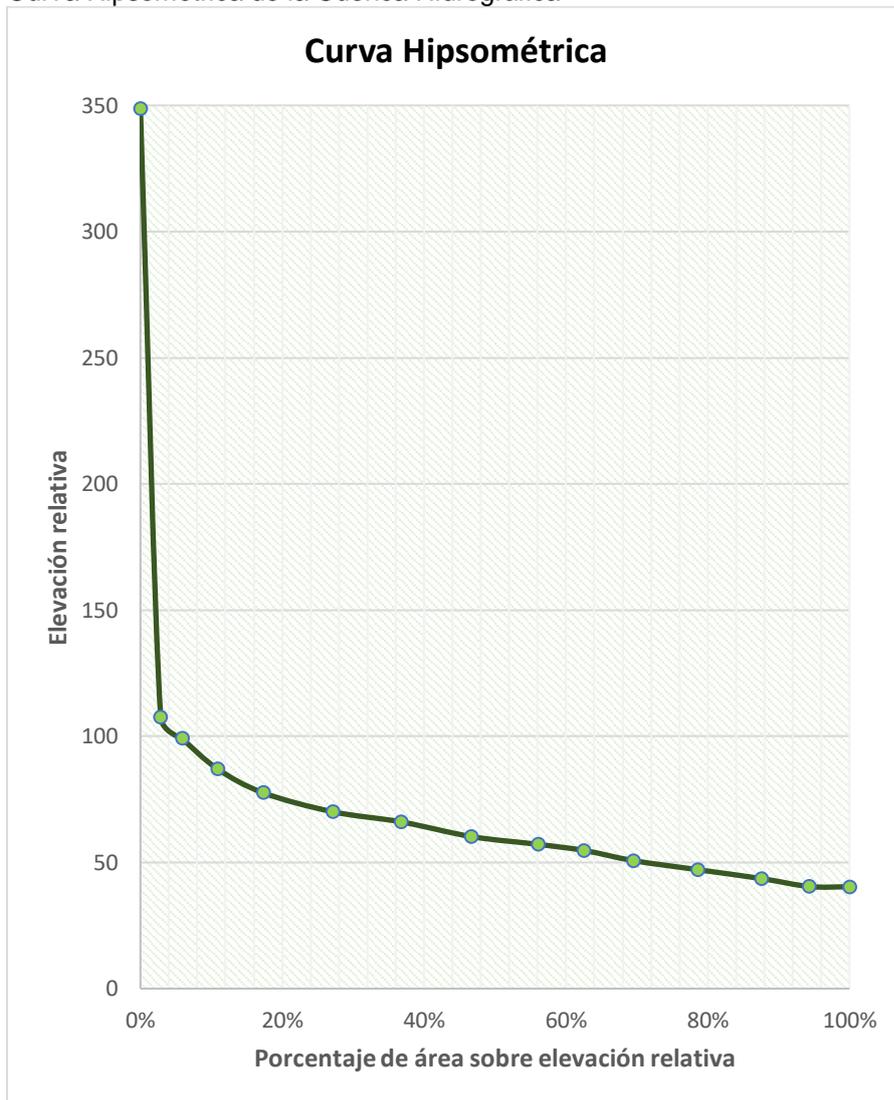
Fuente: Google Earth
Elaborado por: Marquez, P. (2023)

Tabla 9
Información para la generación de la Curva Hipsométrica

Elevación relativa (m.s.n.m.)	Área		Porcentaje de área sobre la elevación relativa	
	m2	km2	Parcial	Acumulado
348.696	0	0	0%	0%
107.656	10930525	10.9	3%	3%
99.090	11561788.8	11.6	3%	6%
87.038	19078492.5	19.1	5%	11%
77.589	24590047.1	24.6	6%	17%
70.087	37394345.4	37.4	10%	27%
66.080	36868138.6	36.9	10%	37%
60.245	37912473.5	37.9	10%	47%
57.172	35793394.8	35.8	9%	56%
54.747	24802660	24.8	6%	63%
50.697	26780828.6	26.8	7%	70%
47.106	34618631.2	34.6	9%	79%
43.597	34244610.5	34.2	9%	88%
40.452	25740653.1	25.7	7%	94%
40.358	21558412	21.6	6%	100%

Fuente: Google Earth
Elaborado por: Marquez, P. (2023)

Figura 24
Curva Hipsométrica de la Cuenca Hidrográfica



Fuente: Google Earth
Elaborado por: Marquez, P. (2023)

La Cuenca hidrográfica de San Juan de las Cucarachas es sedimentaria y se encuentra en una etapa de vejez, las cuencas sedimentarias son depresiones de la corteza terrestre, formadas por la actividad tectónica de las placas o por el hundimiento progresivo de un sector de la corteza, donde se acumulan y se entierran sedimentos y rocas sedimentarias.

Las cuencas sedimentarias pueden ser propensas a inundaciones debido a que son depresiones en la corteza terrestre donde se acumulan sedimentos y rocas sedimentarias. En algunos casos, las cuencas sedimentarias pueden ser inundadas por ríos que fluyen hacia ellas. Además, las cuencas sedimentarias pueden ser

propensas a inundaciones debido a la actividad tectónica y la subsidencia que puede hacer que las cuencas se hundan y se llenen de agua.

4.1.13 Estaciones meteorológicas

En el capítulo anterior se delimitó la muestra por medio del muestreo no probabilístico de conveniencia y en el presente aparato solo se detalla la información que compete a dicha muestra; sin embargo, se consideró oportuno y un importante aporte para la academia registrar la información de toda la población de las estaciones meteorológicas en los anexos del presente trabajo. La información correspondiente a la muestra se detalla a continuación:

Tabla 10
Estación meteorológica M447

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1990	124.4	65.8	91.9	147.2	53.1	23.3	0.6	0.0	0.0	0.0	1.8	13.9
1991	70.4	267.0	110.5	87.1	11.3	12.3	0.0	1.1	1.8	0.0	5.7	34.6
1992	232.1	248.1	242.5	344.2	121.7	19.7	1.9	0.0	0.0	1.1	0.0	72.4
1993	108.0	542.6	350.9	159.1	12.4	95.9	0.6	2.6	0.4	2.6	0.3	6.1
1995	187.7	256.1	61.7	117.8	38.1	0.6	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	2.7
1996	93.5	202.4	178.2	43.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1997	135.5	222.7	218.5	6.8	135.9	94.9	105.8	59.7	44.0	70.2	230.6	297.6
1998	204.3	310.5	437.6	410.6	290.9	119.8	40.8	13.6	0.0	0.0	19.0	7.7
1999	40.8	373.7	337.7	413.4	104.3	0.0	0.6	1.2	5.6	9.8	23.8	16.3
2000	143.3	239.8	307.6	209.1	52.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.4
2001	387.1	122.6	341.6	173.0	45.6	0.5	1.2	1.0	0.0	0.0	0.0	7.9
2002	67.2	284.5	436.6	259.6	88.2	0.0	3.8	0.0	0.0	4.1	12.3	39.6
2003	196.4	322.8	128.7	125.3	61.5	19.3	0.2	0.0	0.0	2.4	4.9	22.5
2004	87.2	182.5	263.5	72.7	111.7	5.8	7.9	0.2	4.3	4.0	0.8	0.0
2005	97.4	152.4	190.4	302.6	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	61.0
2006	168.8	372.9	187.4	173.2	26.0	1.5	3.8	2.4	2.6	15.5	2.4	15.1
2007	111.1	168.7	254.0	112.0	49.8	40.0	7.5	0.1	0.0	0.0	0.3	14.2
2008	262.9	284.9	269.4	150.4	49.2	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2009	196.7	264.1	102.4	93.4	56.5	0.0	1.4	2.9	0.0	0.0	0.0	5.6
2010	263.0	245.1	377.7	184.4	175.3	9.5	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	257.2
2011	164.9	220.0	69.2	266.7	51.5	22.1	6.4	0.0	0.0	0.0	0.0	39.3
2012	313.2	414.8	334.0	200.6	98.9	6.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	70.5
2013	254.7	183.0	288.9	214.8	14.9	2.3	0.0	0.0	4.3	1.1	0.0	8.3

Fuente: INAMHI (2016)

Elaborado por: Marquez, P. (2023)

Tabla 11

Estación meteorológica M452

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1990	115.2	222.7	194.5	313.4	32.7	19.4	5.4	0.0	0.0	2.1	0.6	40.5
1991	192.4	298.8	393.5	163.6	111.9	5.8	6.0	5.8	1.3	2.0	33.8	54.0
1992	372.6	373.1	589.1	501.1	457.7	65.0	9.3	0.3	2.0	0.9	0.3	14.4
1993	126.4	503.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.6	1.5	12.4	3.3	30.2
1995	263.4	202.4	88.2	182.4	19.5	27.4	16.0	2.0	0.7	0.6	8.1	10.3
1996	109.5	272.0	547.0	134.1	8.8	2.1	4.1	0.8	0.0	1.0	2.6	0.0
1997	180.4	335.5	251.1	537.7	192.3	242.3	159.5	228.7	237.8	219.3	459.4	493.5
1998	361.2	359.8	725.2	957.7	395.3	259.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1999	207.0	538.2	428.6	528.9	77.2	6.4	8.1	3.2	14.9	6.7	33.0	64.4
2000	58.7	534.3	223.7	312.3	73.0	29.9	2.9	2.9	5.1	0.0	0.0	0.0
2003	217.0	393.4	96.8	120.2	100.8	7.9	3.6	3.8	0.0	11.3	27.8	46.3
2004	160.0	269.2	312.7	85.0	87.8	43.5	8.4	1.8	20.2	21.9	2.3	15.4
2005	52.7	320.2	169.1	459.7	6.8	1.5	3.6	0.6	6.0	8.5	9.0	122.1
2006	204.0	579.2	432.4	78.4	34.5	30.4	0.4	13.7	6.0	3.0	33.3	17.0
2007	144.8	276.6	388.4	331.1	66.0	23.2	6.1	7.9	0.4	8.8	4.7	27.9
2008	308.0	496.8	4587.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2009	1053.9	333.7	92.4	51.4	51.0	8.4	1.0	3.9	0.0	1.8	0.0	50.1
2010	277.1	465.5	423.1	366.3	201.3	24.7	16.3	7.4	4.5	0.0	0.0	0.0
2013	49.6	32.7	46.8	23.2	14.6	0.0	0.0	0.0	0.0	20.5	4.0	0.0

Fuente: INAMHI (2016)

Elaborado por: Marquez, P. (2023)

Tabla 12

Estación meteorológica M466

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1975	186.0	612.8	843.6	134.6	0.7	0.6	1.2	0.0	0.0	36.8	2.2	42.4
1976	447.0	304.8	466.0	388.7	142.4	38.3	2.3	0.2	1.4	0.0	0.0	33.7
1977	205.1	417.1	390.6	162.0	396.4	14.3	0.2	0.4	49.5	0.0	6.4	67.5
1978	149.0	339.8	271.2	76.3	47.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	92.6
1979	125.9	213.0	144.4	263.6	43.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
1980	108.5	251.8	156.5	290.6	179.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.8	29.5
1981	205.1	377.9	298.0	266.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	77.6
1982	181.0	254.1	74.9	217.6	15.5	0.3	0.0	0.0	3.5	62.2	448.2	384.0
1983	517.0	451.4	501.1	272.7	564.8	241.0	259.8	22.6	168.2	36.7	8.1	205.1
1984	65.1	301.6	364.8	173.1	2.1	24.3	0.0	0.0	0.0	0.0	10.7	153.6
1985	171.2	0.0	237.9	75.7	32.0	5.9	5.7	0.2	0.0	0.0	0.0	44.0
1986	366.9	102.2	32.1	212.4	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	34.8	6.1	89.5
1987	390.8	573.4	0.0	332.2	108.3	0.0	1.7	3.6	0.0	10.2	0.0	96.5
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1988	240.6	436.2	109.9	257.2	213.3	4.9	0.0	0.0	3.8	0.0	12.4	28.7
1989	442.1	678.3	235.4	432.0	13.5	0.0	0.1	1.0	0.0	9.6	0.6	50.4
1990	77.2	125.6	79.7	32.4	25.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	243.7
1991	37.5	662.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	172.3

1992	280.5	652.9	0.0	1104.0	713.9	117.6	0.0	0.0	0.0	8.1	0.4	0.0
1993	280.0	310.0	290.0	230.0	105.0	45.0	10.0	1.0	20.0	15.0	45.0	90.0
1994	404.2	198.8	355.3	375.7	62.1	2.8	0.0	0.0	0.0	4.1	0.3	219.7
1995	440.8	283.0	137.5	241.1	19.9	3.5	11.4	1.1	0.1	0.5	16.3	2.5
1996	406.9	376.3	143.0	96.5	1.5	0.0	8.1	0.0	0.0	0.0	0.8	73.3
1997	288.1	311.7	372.4	393.3	205.4	118.8	146.5	80.3	516.4	105.9	395.0	891.2
1998	656.1	689.3	523.6	806.2	710.4	129.3	41.6	4.1	2.5	0	3	39.6
1999	93.8	259.2	376.6	479.7	228.3	3.1	3.2	0.0	0.0	3.3	6.0	217.0
2000	110.6	283.3	412.2	186.4	41.5	9.8	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	29.9
2001	514.2	320.8	404.5	312.5	40.9	0.0	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	5.8
2002	157.8	647.0	848.6	435.2	109.8	2.8	1.6	0.0	0.0	4.7	1.8	90.8
2003	206.4	282.8	236.2	113.9	27.3	11.8	4.7	18.6	0.0	1.6	139.7	72.0
2004	130	199.6	310.9	264.3	13.65	5.9	2.35	9.3	0	0.8	69.85	134.65
2005	53.5	116.3	385.6	414.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	197.3
2006	425.0	524.7	258.5	54.1	20.6	10.6	0.0	1.5	0.0	0.0	5.0	37.7
2007	200.1	123.0	379.2	246.0	32.3	4.8	3.4	0.0	0.0	7.6	54.8	1051.2
2008	563.6	444.9	371.1	326.8	93.2	1.7	0.0	11.3	0.4	10.4	1.8	26.9
2009	391.8	238.7	180.7	45.1	51.8	12.0	0.0	0.0	0.0	4.7	0.0	111.1
2010	190.8	436.8	329.7	309.3	40.9	9.1	8.6	0.5	1.2	0.0	1.8	343.2

Fuente: INAMHI (2016)

Elaborado por: Marquez, P. (2023)

Este importante registro obtenido de los anuarios meteorológicos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI y que acoge a todas las estaciones meteorológicas que tienen incidencia en la cuenca hidrográfica del Guayas, permitirá que próximos investigadores tengan facilidad en el análisis de las precipitaciones en torno a la mencionada área de estudio.

En el próximo apartado se analizarán las precipitaciones de la muestra, de tal manera que sea posible al final evaluar desde un todo cohesivo de la guía de observación el riesgo de inundación de San Juan de las Cucarachas.

4.1.14 Precipitaciones

Las precipitaciones fueron analizadas considerando las estaciones meteorológicas identificadas como muestra en el capítulo anterior y qué se observan representadas gráficamente en la figura a continuación:

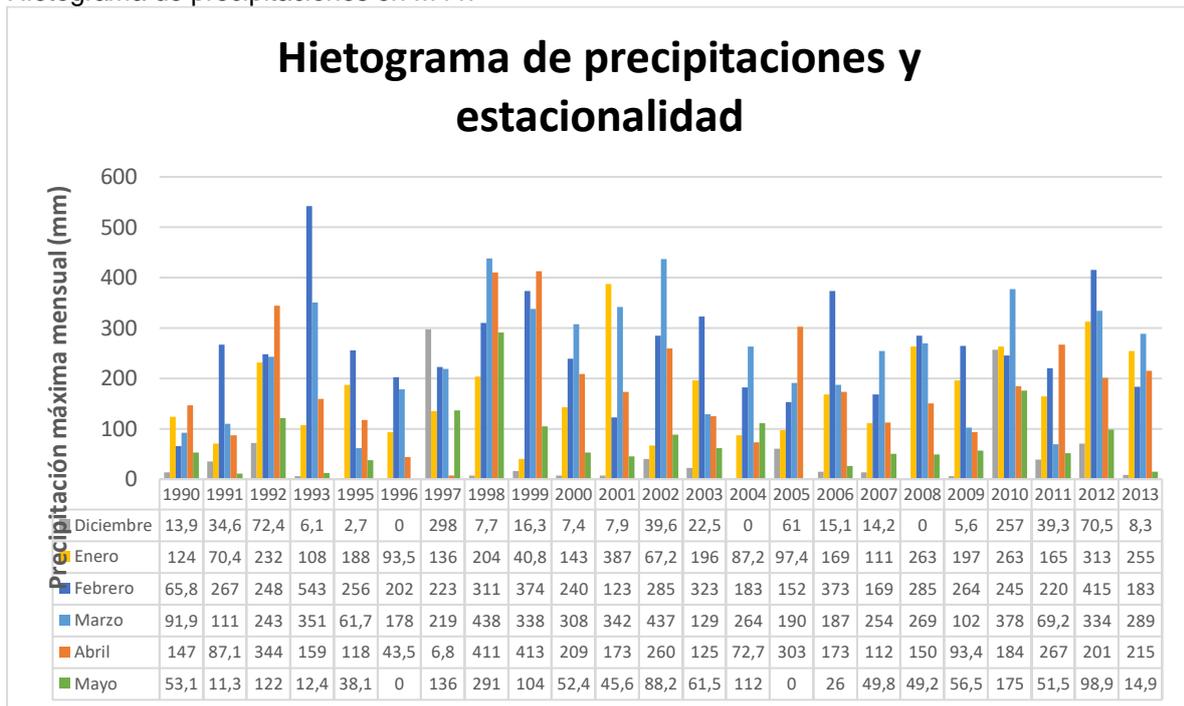
Figura 25
Ubicación de M447, M452 y M466



Fuente: Google Earth
Elaborado por: Marquez, P. (2023)

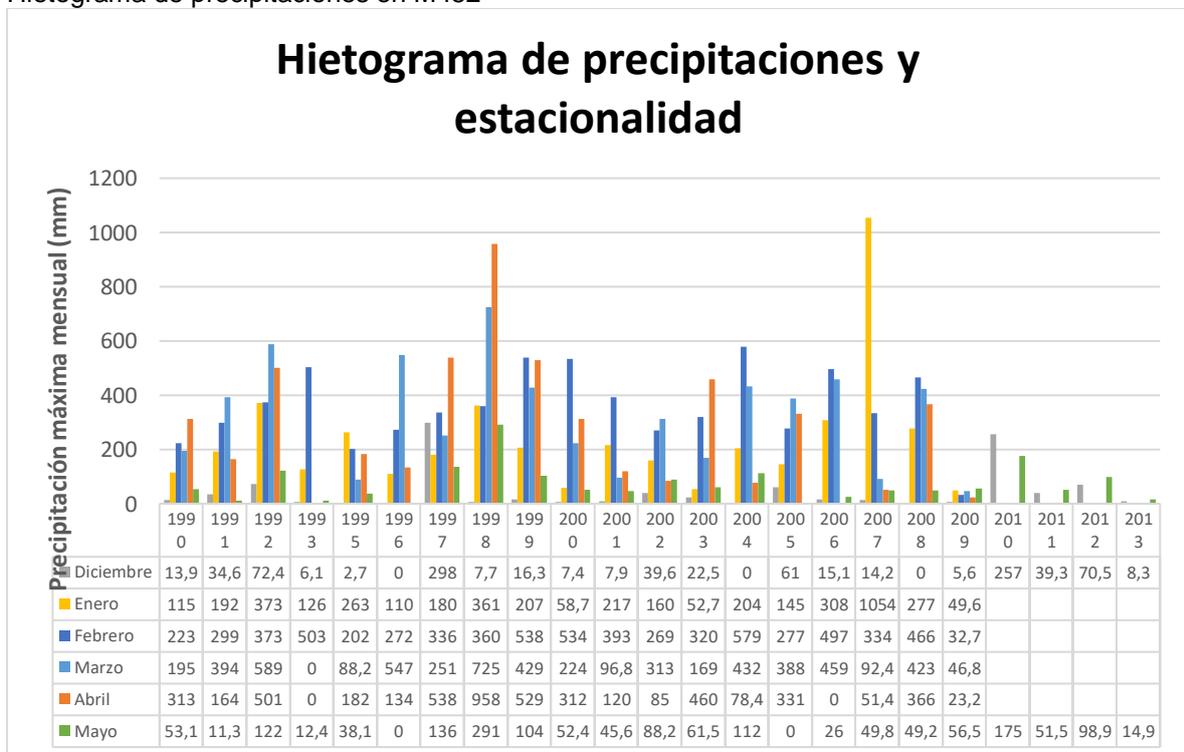
Mediante los registros tabulados en las matrices de las estaciones meteorológicas presentadas con anterioridad, fue posible realizar los diagramas de precipitación cómo se muestra en la figura a continuación. El análisis del hietograma de precipitaciones permite distinguir la estacionalidad que en nuestro medio es reconocido como época, pues la lluviosa estaría presentándose entre los meses de diciembre a mayo. La información registrada desde 1990 hasta 2013 en la estación meteorológica m 447 y que representa la cuenca alta de San Juan de las Cucarachas, permitió reconocer que la máxima precipitación anual sí experimentó en el año 1993 y alcanzó una precipitación de 542.6 milímetros por metro cuadrado, en el mes de febrero.

Figura 26
Hietograma de precipitaciones en M447



Fuente: INAMHI (2016)
Elaborado por: Marquez, P. (2023)

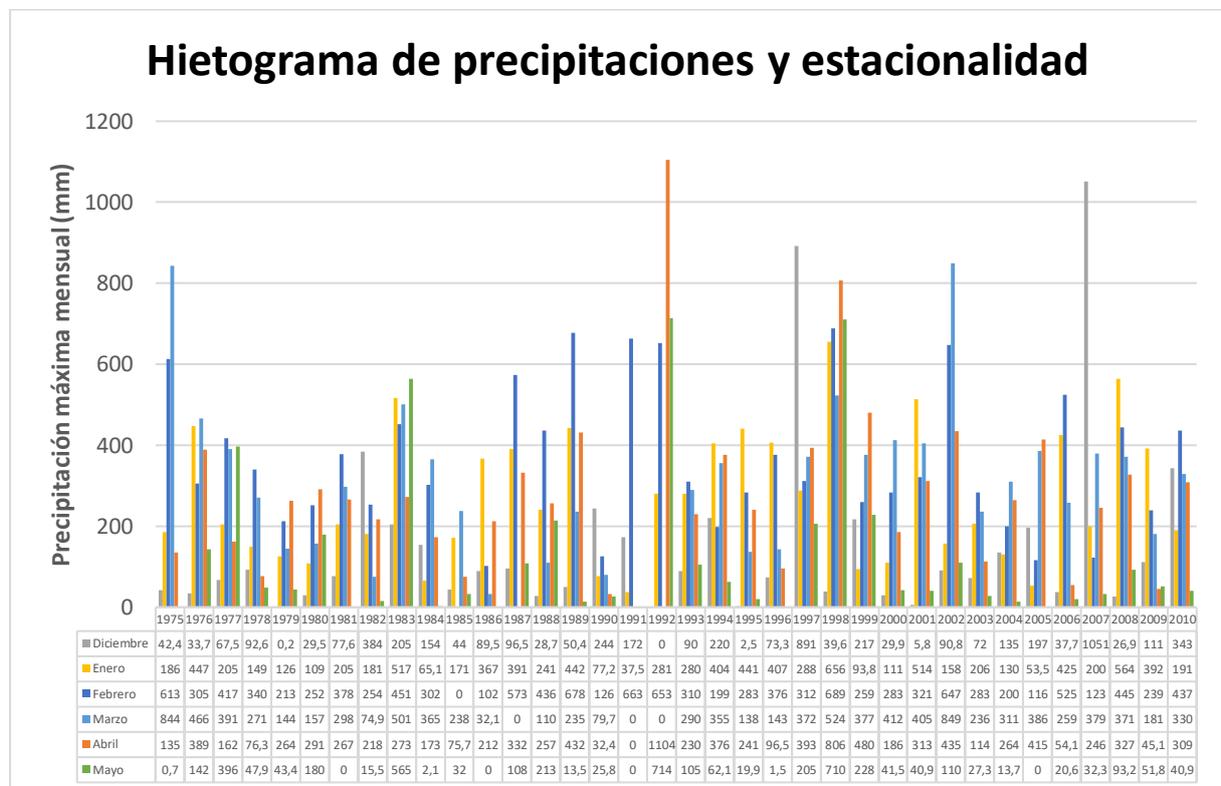
Figura 27
Hietograma de precipitaciones en M452



Fuente: INAMHI (2016)
Elaborado por: Marquez, P. (2023)

El análisis del hietograma de precipitaciones también permitió distinguir la estacionalidad que en nuestro medio es reconocido como época, pues la lluviosa también estaría presentándose entre los meses de diciembre a mayo. La información registrada desde 1990 hasta 2013 en la estación meteorológica M452 y que representa la cuenca baja de San Juan de las Cucarachas, permitió reconocer que la máxima precipitación anual sí experimentó en el año 2007 y alcanzó una precipitación de 1053.9 milímetros por metro cuadrado, en el mes de enero.

Figura 28
Hietograma de precipitaciones en M466



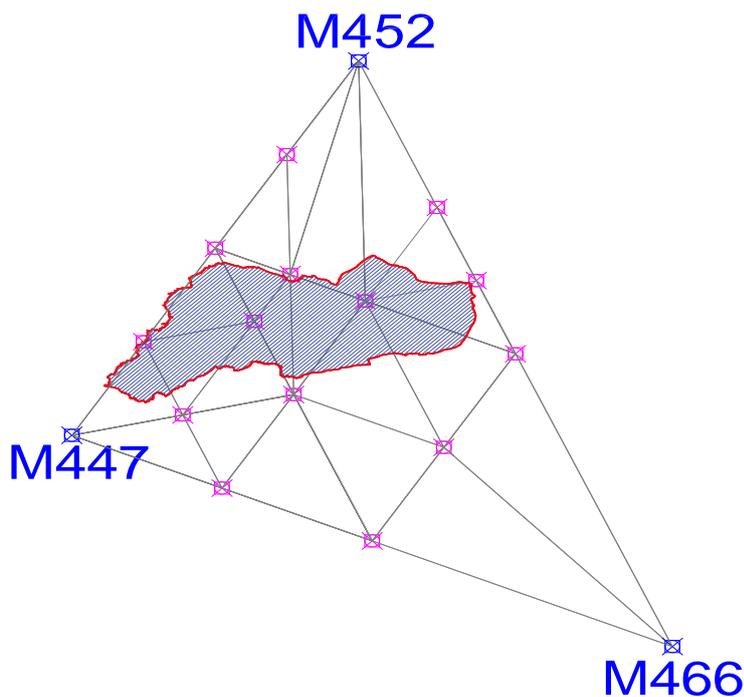
Fuente: INAMHI (2016)
Elaborado por: Marquez, P. (2023)

El análisis del hietograma de precipitaciones también permitió distinguir la estacionalidad que en nuestro medio es reconocido como época, pues la lluviosa también estaría presentándose entre los meses de diciembre a mayo. La información registrada desde el año 1975 hasta el 2010 en la estación meteorológica M452 y que también representa la cuenca baja de San Juan de las Cucarachas, permitió reconocer que la máxima precipitación anual se experimentó en el año 1992 y alcanzó una precipitación de 1104 milímetros por metro cuadrado, en el mes de abril.

El análisis de los hietogramas permitió reconocer que históricamente los meses con mayor presencia de lluvia son enero febrero y abril, en orden respectivo con 1053.9 milímetros por metro cuadrado, 542.6 milímetros por metro cuadrado y 1104 milímetros por metro cuadrado. Por otro lado, también se reconoce que las estaciones que representan la cuenca baja registran mayores precipitaciones que aquella que representan la cuenca alta.

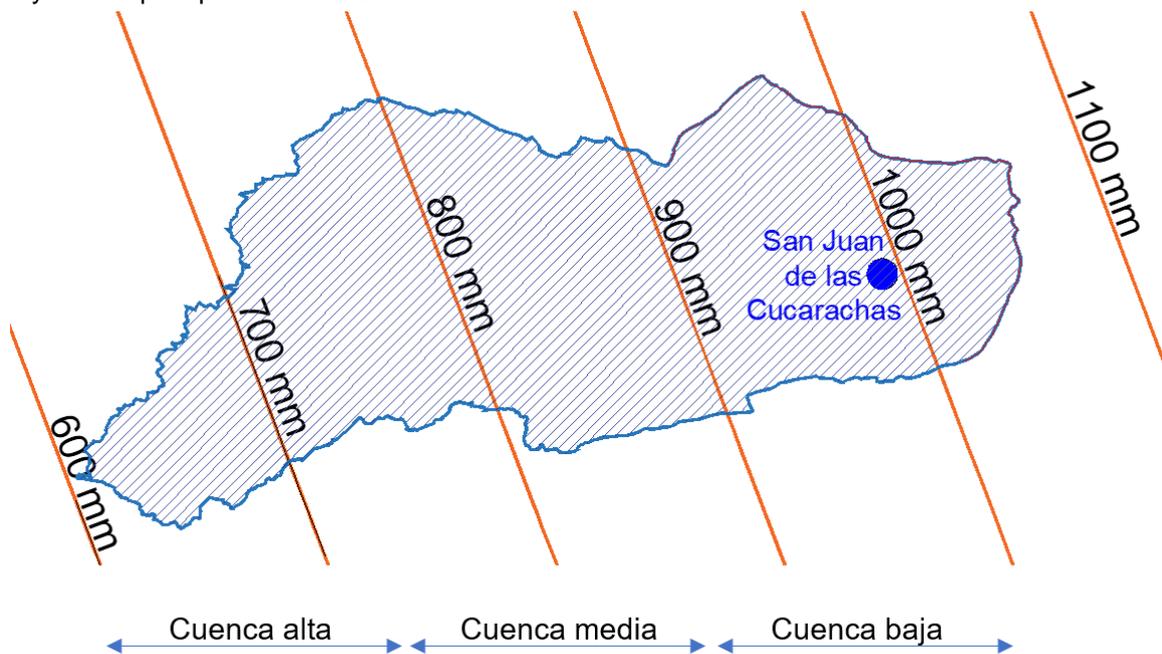
La variación entre las máximas precipitaciones anuales en las estaciones meteorológicas analizadas direccionó a implementar el método de isoyetas con la finalidad de poder evaluar de mejor manera el comportamiento las precipitaciones máximas anuales mediante la unión de puntos en un plano cartográfico que presentan la misma precipitación en la unidad de tiempo considerada.

Figura 29
Triangulación de estaciones meteorológicas



Fuente: Google Earth
Elaborado por: Marquez, P. (2023)

Figura 30
Isoyetas de precipitaciones máximas anuales



Fuente: Google Earth
Elaborado por: Marquez, P. (2023)

4.1.15 Evaluación del riesgo de inundación

Tabla 13
Guía de Observación para la evaluación del riesgo de inundación

Objetivo Específico	Amenaza	Vulnerabilidad
Fundamentar desde la teoría el riesgo de inundación por medio de una actualizada revisión literaria como soporte de la identificación de las variables amenaza y vulnerabilidad.	<ul style="list-style-type: none"> • Políticas de gestión • Impacto de las políticas de gestión • Falta de cultura preventiva 	<ul style="list-style-type: none"> • Ordenamiento Territorial • Cambio de usos de suelos • Falta de estudios hidrográficos
Objetivo Específico	Amenaza	Vulnerabilidad
Fundamentar desde la teoría el	<ul style="list-style-type: none"> • Lluvias con duración corta 	<ul style="list-style-type: none"> • Proximidad de la zona urbana al cuerpo de agua

riesgo de inundación por medio de una actualizada revisión literaria como soporte de la identificación de las variables amenaza y vulnerabilidad.

- Desbordamiento de ríos
- Baja infiltración
- Sucesos naturales
- Potencial hídrico
- Precariedad de las personas
- Falta de sistema de alcantarillado de aguas lluvias
- Cultura y sentido de pertenencia
- Falencias en estructuras de protección
- Saturación del terreno
- Aumento de las lluvias
- Sinuosidad
- Pendiente del terreno
- Inestabilidad hidrosedimentológica

- Zonas urbanas no planificadas
- Asentamientos humanos informales en áreas inundables
- Estrategias poco efectivas
- Periodos de retorno prematuros
- Topografía
- Creación de meandros

Identificar las variables amenaza y vulnerabilidad en la comunidad San Juan de las cucarachas por medio de una caracterización hidrográfica para la elaboración de un informe interpretativo.

- Precipitaciones
- Tiempos de concentración
- Drenabilidad y frecuencia de ríos

- Falta de registros de precipitaciones
- Lejanía de las estaciones meteorológicas
- Hipsometría

Objetivo Específico	Amenaza	Vulnerabilidad
Identificar las variables amenaza	• Clase de cuenca hidrográfica	• Morfología

y vulnerabilidad en la comunidad San Juan de las cucarachas por medio de una caracterización hidrográfica para la elaboración de un informe interpretativo.

- Sinuosidad
- Ubicación de la cuenta intermedia pequeña de San Juan de las Cucarachas respecto a la cuenca hidrográfica del Guayas.

- Topografía de la cuenca
- Altimetría del cauce principal

Elaborar un informe interpretativo del comportamiento de las variables amenaza y vulnerabilidad por medio de parámetros determinados en la caracterización hidrográfica para la evaluación del riesgo de inundación.

- El análisis de los hietogramas permitió reconocer que históricamente los meses con mayor presencia de lluvia son enero febrero y abril, en orden respectivo con 1053.9 milímetros por metro cuadrado, 542.6 milímetros por metro cuadrado y 1104 milímetros por metro cuadrado.
- Los tiempos de concentración son cortos oscilan entre 8 y 13 horas, además, con soporte teórico se identificó que frente a una lluvia de duración cuatro horas se experimentaron inundaciones.

- En los Hietogramas de precipitaciones se observó la ausencia de registros, además, no se encontraron registros disponibles al público desde el año 2014 hasta la actualidad año 2023.

- La Cuenca hidrográfica de San Juan de las Cucarachas es sedimentaria y se encuentra en una etapa de vejez, las cuencas sedimentarias son depresiones de la corteza terrestre, formadas por la actividad tectónica de las placas o por el hundimiento progresivo de un sector de la corteza, donde se acumulan y se entierran sedimentos y rocas sedimentarias.

Objetivo Específico	Amenaza	Vulnerabilidad
---------------------	---------	----------------

Elaborar un informe interpretativo del comportamiento de las variables amenaza y vulnerabilidad por medio de parámetros determinados en la caracterización hidrográfica para la evaluación del riesgo de inundación.

- La densidad de drenaje calculada es un indicador de la capacidad con la cual evacua el agua la cuenca hidrográfica de San Juan de las cucarachas hoy es moderada; es decir, esta cuenca no podría evacuar con facilidad las aguas lluvias, lo que también es un indicador de riesgo de inundación.

- La frecuencia de río es una medida de la cantidad de veces que un río cruza una unidad de área. En este caso, la frecuencia de río es igual a 9.6 cruces por km²; la alta frecuencia de río es un indicador de que la cuenca hidrográfica de San Juan de las Cucarachas es propensa a generar inundaciones debido a que el agua fluye rápidamente y no es evacuada de la misma manera.

- El índice de Gravelius también conocido índice de compacidad, es mayor que uno, por lo que se reconoció que la cuenca hidrográfica de San Juan de las Cucarachas es compacta, esto significa que la cuenca tiene una forma más circular y menos alargada. En general, una cuenca hidrográfica más compacta es más eficiente en la captación y conducción del agua de lluvia hacia los ríos y arroyos que la atraviesan, por lo que son aquellas que producen mayor riesgo de inundación.

La topografía de un terreno se clasifica según la pendiente que tenga. En este sentido, una pendiente media de 5.8% se considera una pendiente moderada; hidrográficamente, una pendiente moderada indica que el agua fluye lentamente y no hay riesgo de erosión. Además, permite la infiltración del agua en el suelo y la recarga de los acuíferos subterráneos; sin embargo, la cuenca hidrográfica de San Juan de las Cucarachas se ubica en la divisoria de la cuenca hidrográfica Guayas, por lo que, es importante distinguir la existencia de corrientes de primer orden que por la velocidad con la cual se trastada las aguas mediante escorrentía superficial se tendría un alto nivel erosivo, como también, de riesgo de inundación.

Objetivo Específico

Amenaza

Vulnerabilidad

Elaborar un informe interpretativo del comportamiento de las variables amenaza y vulnerabilidad por medio de parámetros determinados en la caracterización hidrográfica para la evaluación del riesgo de inundación.

- La cuenta hidrográfica de San Juan de las Cucarachas tiene una extensión de 382 km²; por lo que, según la clasificación por intervalo de Campos Aranda, es una cuenca intermedia pequeña. Este tipo de cuenca es sensible a las precipitaciones de alta intensidad y corta duración; decir a los chubascos.

- La adimensional sinuosidad del cauce principal de San Juan de las Cucarachas es mayor a dos; es decir la distancia horizontal en recorrido duplica a la distancia horizontal axial, por lo que, se reconoció que estas características permiten identificarlo como un río meándrico, lo que a su vez revela la existencia de llanuras aluviales.

- Toda vez que se calcularon las pendientes del cauce principal se observa que en los primeros 5000 m se experimenta pendientes que pasan de -12.9% a -0.6%, para posteriormente desde aquel quinto kilómetro hasta el kilómetro 50 experimentar pendientes entre el intervalo -0.6% y 0.0%; mientras que al final comprendido entre el kilómetro 60 y el kilómetro 67 del cauce principal de la Cuenca hidrográfica del río de San Juan de las cucarachas se determinan pendientes entre -0.1% y 0.0%; resulta importante reconocer que este último kilómetro respondería al área de afectación del lugar de estudio.

Elaborar un informe interpretativo del comportamiento de las variables amenaza y vulnerabilidad por medio de parámetros determinados en la caracterización hidrográfica para la evaluación del riesgo de inundación.

- La imagen geo referenciada no solo distingue la ubicación del lugar de estudio, sino que también permite observar el comportamiento del cauce principal, en cuanto a su curso se distingue distintos cambios de direcciones lo que permite reconocer su sinuosidad. La mancha urbana cute San Juan de las Cucarachas se estaría intercalando con el paso del influente, cuál lo que a su vez revela la vulnerabilidad que este sector estaría experimentando a causa de la cercanía al cuerpo de agua natural.

Elaborado: Marquez, P. (2023)

CONCLUSIONES

Se logra fundamentar desde la teoría el riesgo de inundación por medio de una actualizada revisión literaria como soporte de la identificación de las variables amenaza y vulnerabilidad. Además, se distinguen como factores de amenaza a las actuales políticas de gestión, su impacto y la falta de cultura preventiva. Por otro lado, se resalta como vulnerabilidad la inexistencia de estudios hidrográficos, y la inadecuada orientación del Ordenamiento Territorial, que se evidencia con el crecimiento urbano en proximidad al río de San Juan de las Cucarachas.

Así mismo se identificaron las variables amenaza y vulnerabilidad en la comunidad San Juan de las Cucarachas por medio de una caracterización hidrográfica. Al mismo tiempo se resaltan como amenazas, las precipitaciones, los tiempos de concentración, la drenabilidad y frecuencia de ríos, la clase de cuenca hidrográfica, la sinuosidad del cauce principal, como también, la ubicación de la cuenta intermedia pequeña de la misma con respecto a la cuenca hidrográfica del Guayas. Del mismo modo se resaltan como vulnerabilidad la morfología, topografía de la cuenca y la altimetría del cauce principal.

Se elaboró un informe interpretativo del comportamiento de las variables amenaza y vulnerabilidad por medio de parámetros determinados en la caracterización hidrográfica. También se distingue entre las amenazas a los tiempos de concentración debido a su corta oscilación variando entre 8 y 13 horas. Además, con soporte teórico ya se ha evidenciado que frente a una lluvia de duración aproximada a cuatro horas se han experimentado inundaciones.

El informe interpretativo también distingue como amenaza la existente frecuencia de río, que expresa la cantidad de veces que esta cruza una unidad de área. En este caso, la frecuencia es igual a 9.6 cruces por km²; la alta frecuencia de es un indicador de que la cuenca hidrográfica de San Juan de las Cucarachas es propensa a generar inundaciones debido a que el agua fluye rápidamente y no es evacuada de la misma manera.

Por otro parte, el informe interpretativo respecto al análisis hipsométrico señala como vulnerabilidad que la cuenca hidrográfica de San Juan de las Cucarachas es sedimentaria y se encuentra en una etapa de vejez, pues este tipo de cuencas son depresiones de la corteza terrestre, formadas por la actividad tectónica de las placas o por el hundimiento progresivo de un sector de la corteza, donde se acumulan y se entierran sedimentos y rocas sedimentarias.

El riesgo de inundación fue evaluado desde distintas perspectivas por medio de las variables amenaza y vulnerabilidad para el ordenamiento territorial de la comunidad San Juan de las Cucarachas perteneciente a la parroquia rural San Pablo de Pueblo Nuevo del cantón Santa Ana, Manabí, Ecuador y se identifica la necesidad del planteamiento de políticas de gestión preventiva debido a los múltiples semáforos de alerta encontrados entorno al riesgo de inundación. En este sentido y con soporte en lo fundamentado se califica la hipótesis de investigación con juicio de valor verdadero; la caracterización hidrográfica permitió evaluar el riesgo de inundación en la comunidad San Juan de las Cucarachas.

RECOMENDACIONES

Que, la Academia continúe promoviendo investigaciones que evalúen el riesgo de inundación en los distintos sectores de Ecuador, en aras de lograr que sus gobiernos autónomos descentralizados GAD alcance el deseado desarrollo sostenible y el bienestar en sus poblaciones, comunidades.

Que, los GAD Municipales de Ecuador, destinen recursos para la realización de estudios de riesgos de inundaciones, de tal manera que se pueda impedir la proliferación de asentamientos humanos en zonas donde se experimentan indeseados sucesos naturales.

Que, la presente investigación tenga continuidad con las propuestas de soluciones que reduzcan la agresividad hídrica de las expuestas amenazas, como también, fortalezcan la resiliencia de los poblados y mancha urbana existentes reducción de la vulnerabilidad per se del riesgo de inundación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfonso Jimenez, K. D., & Sierra Martin, D. S. (14 de octubre de 2021). Modelación Hidrodinámica Del Tramo 2 Del Rio Botello Entre las Veredas Prado y Moyano, Del Municipio de Facatativa. *Universidad de Cundinamarca*, 77. <http://hdl.handle.net/20.500.12558/3790>
- Álvarez Tapia, C. A., & Torres Murillo, J. R. (2023). Propuesta del Modelo de Implementación de la Gestión de Riesgo de Desastres en el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Déleg. *Universidad Politecnica Salesiana*. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/24625>
- Arteaga Gutiérrez, J. A. (Junio de 2020). Análisis Morfométrico y Neotectónico en Cuencas Hidrográficas de los levantamientos Napo y Cutucú Mediante Modelos de Elevación Digital. *Escuela Politécnica Nacional*. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20977>
- Arteaga, A. (2020). Desarrollo metodológico para la evaluación de la gestión del riesgo hidrico. Ejercicio de aplicación sobre caso del Arroyo el Gato. *Universidad de la Plata*. <https://doi.org/https://doi.org/10.35537/10915/114454>
- Barreto Pozo, L., & Canma Salas, P. (2019). Definición de las Áreas Colectoras con Fines de Diseño de Drenaje Pluvial en el Distrito de Tarapoto, Provincia y departamento de San Martín-2019. *Universidad Científica de Perú*. <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/923>
- Bladés Benítez, A., & López Soto, J. (1 de Septiembre de 2020). Análisis Hidrológico e hidráulico del potencial de inundación. *Ingeniería y sus alcances*, 4(10), 13. <https://doi.org/10.33996/revistaingenieria.v4i10.65>
- Castillo Cruz, Z. G., & Medrado Pérez, O. R. (8 de Febrero de 2023). Análisis Geomorfológico de las Subcuencas Usumacinta y Grijalva en el Suroeste de México. *Revista Acta Universitaria* . <http://repositorio.ugto.mx/handle/20.500.12059/8131>

- Cerquero Rios, B. Y. (2019). Vulnerabilidad social ante amenaza por inundación en el área urbana de Florencia, Caquetá, estudio de caso, asentamiento subnormal portal de bajo Caldas. *Universidad Autonoma de Manizales*.
<https://repositorio.autonoma.edu.co/handle/11182/1059>
- Choque Huanca, R. , & Mamani Ccantuta, D. (2020). Modelamiento Hidraulico con Fines de Delimitación de Fajas Marginales del Rio Caplina en los Distritos de Pachia -Calana. *Universidad Privada de Tacna*. <http://hdl.handle.net/20.500.12969/1548>
- Choque Tarqui, C. E. (2021). Estimación de la Evapotranspiración a Partir de Datos Satelitales Para la Gestión de Alto Beni, Norte de la Paz http://www.scielo.org.bo/pdf/riiarn/v8n1/v8n1_a07.pdf
- Cobeña Gil, K. (2022). Variaciones en la Cubierta Forestal a Largo Plazo y su Incidencia en los Caudales de las Cuencas Hidrograficas del Cantón Valencia, Provincia de los Rios-Ecuador. *Universidad Tecnica Estatal de Quevedo* .
<https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6914>
- Codigo Organico de Organización Territorial, COOTAD. (31 de diciembre de 2019). *Asamblea Nacional del Ecuador*. Ecuador.
<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjxfCZ4rOAAxWPIWoFHVmMDosQFnoECBUQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.cpccs.gob.ec%2Fwp-content%2Fuploads%2F2020%2F01%2Fcootad.pdf&usg=AOvVaw36m9tFZ0bPQmQk7leA1QIN&opi=89978449>
- Constitución de la Republica del Ecuador. (12 de marzo de 2020). Asamblea Nacional del Ecuador. Montecristi, Ecuador.
- Cordoba Veloz, J. C. (17 de Febrero de 2022). Diseño Hidraulico de una Alcantarilla Tipo Ducto Cajón para Facilitar el Acceso Peatonal y Vehicular entre las Ciudadelas la Fae y Alberto Heredia de la Ciudad de Jipijapa. *Universidad Estatal del Sur de Manabi* .
<http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/4851>

- Da Silva Alves, K., Parodia Dávila, M. C., Zimmermann Garcia, E. D., Rodriguez de Lira, D., & Araújo Montero, K. (2021). Caracterización Morfometrica de la Cuenca del Salado Bajo, Región de Atacama, Chile. *Investigaciones Geográficas*(62), 90-105. <https://doi.org/https://doi.org/10.5354/0719-5370.2021.64574>
- De la Rosa Ladines, P., & Diaz Prieto, D. (octubre de 2022). Analisis hidrológico e hidráulico en la parroquia tenguel para control de inundaciones. 85. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/64738>
- Duarte Angarita , D., & Sierra Bernal, S. (2021). "Morfocuenas"Plugin para QGIS que Permite Obtener la Delimitación y caracterización Morfometrica de una Cuenca Hidrografica. *Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas* , 11-21. <http://hdl.handle.net/11349/30635>
- Erasun, V., Sapriza, G., Failache, N., Gamazo, P., Arcelus, A., & Nardin, A. (31 de marzo de 2019). Modelacion Hidrológica para la gestion del riesgo de inundaciones den subcuencas tributarias al rio Uruguay. *Aqua-LAC*, 11, 33. <https://doi.org/10.29104/phi-aqualac/2019-v11-1-02>
- Escudero Cueva, C. S., & Perez Taype, G. J. (2019). Análisis Hidrológico para el Diseño del Sistema de Drenaje Puvial Urbano en el Sector Parco Chico, Ciudad de Pomabamba Áncash-Perú. *Universidad de San Martin de Porres*. <https://hdl.handle.net/20.500.12727/5484>
- Escuintla Moran, J., & Rivas Dominguez, M. (2021). Procedimiento QGIS: Extracción de Curvas de Nivel, Mapa de Pendientes, Modelo 3D, y la Clasificación Semiautomática. *Universida Doctor Andrés Bello*. <http://redicces.org.sv/jspui/handle/10972/4627>
- Estrada , E. (2020). *Evaluacion del riesgo de inundacion fluvial en la cuenca baja del rio Esmeralda*. Ibarra. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/10942>
- Estrada, M., Achkar, M., & Donadio, A. (2021). Comportamiento de la tasa de infiltración y su Relación con Parametros Fisicos-Quimicos de los Suelos como Indicadores en la Mejora de la Conservación del Agua, en los Lugares Intervenidos con el Proyecto + Agua+Identidad. *GEOUERJ*. <https://doi.org/10.12957/geouerj.2021.51481>

- Fajardo, C. L. (2022). La Caracterización Hidrográfica y su Influencia en la Evaluación del Riesgo de inundación. *Polo del conocimiento* , 21.
- Fernandez, L. (2023). *DETERMINACIÓN DE ESCORRENTÍA SUPERFICIAL Y CALIDAD DE AGUA EN LA CUENCA DE ABASTECIMIENTO DE LA PARROQUIA ALOASI*. Quito: Universidad Politecnica Salesiana Sede Quito. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/24416>
- Flores Abad, E., & Álvarez Guitierrez, Y. (Junio de 2022). Estimación de los niveles de vulnerabilidad en los asentamientos humanos frente a inundaciones en la cuenca hidrografica del Rios Daule. *Pro Sciencie:Revista de produccion, ciencias e investigación*, 6(43), 322. <https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol6iss43.2022pp322-332>
- Fraga, I., Cea, L., Puertas, J., Mosqueira, G., Quintero, B., Botana, S., Fernandez, L., Salson, S., Fernandez Garcia, F., & Taboada, J. (27 de julio de 2021). Ingeniería del Agua | 25.3 | 2021Fraga et al. | MERLIN: Una nueva herramienta para la predicción del riesgo de inundaciones en la demarcación hidrografica Galicia-Costa. *Ingenieria del agua*, 25(3), 227. <https://doi.org/10.4995/ia.2021.15565>
- García Suárez , D. F. (Marzo de 2021). Análisis Hidrológico de la Cuenca del Río Chulo a Partir de un Balance Hídrico Mediante Imágenes Satelitales Landsat del Año 2018. *Universida Militar de Nueva Granda*. <http://hdl.handle.net/10654/39363>
- Gardiol, M., Del valle Morresi, M., Grand, L., Cardoso, M., & Finelli, N. (Enero de 2021). Analisis de vulnerabilidad ante amenazas de origen hidrico en la cuenca del arroyo Las Turbias, Argentina. *Revista de estudios latinoamericanos sobre reduccion de riesgo de desastres(REDER)*, 5(1), 85. <https://doi.org/10.55467/reder.v5i1.62>
- Garrido Rueda, C. C. (Octubre de 2022). Formulación de Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA) Como Instrumento de Organización para la Empresa de Servicios Publicos del Socorro, Santander. *Universidad Libre Seccional del Socorro*. <https://hdl.handle.net/10901/23918>

- Giler, A. M., Donoso Lucas, S., Arteaga Zambrano, R. P., & Zaldumbide Peralvo, D. A. (2020). Manejo Sostenible de Inundaciones, Cuencas Hidrográficas y riberas en la Provincia de Manabi. *La Técnica*(23), 55-72. https://doi.org/10.33936/la_tecnica.v0i23.1442
- Gómez Barroso, D. (2019). Cálculo de Cuencas Hidrográficas Mediante Mallas Irregulares. *Universidad Politécnica de Madrid*. <https://oa.upm.es/55591/>
- Gómez Muñoz , S. A. (2019). Aplicabilidad del Método del Índice de Susceptibilidad Compuesto para la Identificación de Cuencas Susceptibles a la Ocurrencia de Flujos Torrenciales. *Universidad Nacional de Colombia*. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/77219>
- Gomez, F., Tarabani , M., Buduba, C., Von Muller, A., & La Manna, L. (2019). Balance Hidrico en plantaciones de Pinus Radiata en el NO de la Patagonia Argentina. *Ecología Austral*, 29(2), 261-271. <https://doi.org/https://doi.org/10.25260/EA.19.29.2.0.776>
- Gonzalez Valderma, L., Areiza Pereira, K., & Pulido Moreno, D. (2021). Criterios de Interdependencia en los Procesos de Gestión del Riesgo por Inundación en la Localidad de Bosa 2016-2020, Orientados al Desarrollo Sostenible. *UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS*, 127.
- Guevara Guitiérrez , R., Olgún López , J., Mancilla Villa, O. R., & Barreto García, O. A. (2019). Análisis Morfométrico de la Cuenca Hidrográfica del Río Ayuquila, Jalisco-México. *Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*(24). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.21138/GF.622>
- Guevara Sánchez, N. S. (2023). Análisis de Vulnerabilidad ante Amenazas de Inundaciones en el Cañón Caluma, Provincia de Bolívar. *Universidad Agraria del Ecuador*. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/GUEVARA%20SANCHEZ%20NATHALY%20SILVANA.pdf>
- Jorge, O. C. (2020). ORDENACIÓN DEL TERRITORIO PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO DE INUNDACION:PROPUESTAS. *Instituto Interuniversitario de Geografía, Universidad de Alicante*, 1321. <http://hdl.handle.net/10045/109065>

- Kruse, E. (12 de Diciembre de 2022). Comité Académico de Aguas. *AUGM DOMUS*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.24215/18522181e001>
- Lechón Sánchez, W. (2023). Acción Frente al Cambio Climático: Gobernanza Multinivel de los Gobiernos Subnacionales y Locales en Ecuador. *Estado & Comunes, Revista de Políticas y Problemas Públicos*, 1(16).
https://doi.org/https://doi.org/10.37228/estado_comunes.v1.n16.2023.287
- Ley de Seguridad Pública y del Estado. (09 de junio de 2014). *Asamblea Nacional*. Ecuador.
- Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión de Suelo. (30 de junio de 2016). Asamblea Nacional del Ecuador. Quito, Ecuador.
- Lopez Ortiz, J. (2019). Inundaciones Urbanas: Modelo de prevención de riesgo Hidrometeorológico. *Universidad Nacional Autónoma de México*, 10.
- Maceda Chuquimia, J. (2021). Generación de Modelo Digital del Terreno MDT con Tecnología LIDAR y su Empleo en Ortofotos Proyecto "San Ignacio de Velasco-San Matías". *Universidad Mayor de San Andrés*.
<http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/30626>
- Martínez, F., & Madrid, H. (Julio-Agosto de 2022). Sinuosidad y dimensión fractal de cauces chilenos. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 13(4).
<https://doi.org/https://doi.org/10.24850/j-tyca-2022-04-04>
- Matiz Buitrago, C. F., & Velandia Vargas, J. (19 de enero de 2018). Análisis de la coherencia y articulación entre las herramientas de planificación territorial: plan de manejo general de la ordenación territorial., plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica y plan básico de ordenamiento territorial., a partir. *Universidad Distrital Francisco José de Caldas Facultad de medio ambiente y recursos naturales*. Bogotá, Colombia.
- Matovelle, C., Andreato, B., & Mudarra, M. (2021). Análisis de la Influencia de la Altitud en los Eventos de Máxima Precipitación en una Cuenca del Pacífico: Tendencias y

Varialidad. *Scielo*, 32(6). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642021000600003>

Mena Benavides, M., Scheffczyk, K., Urrutia, M., Huerta, B., & Walz, Y. (2021). Evaluación del Riesgo de Inundación Ecuador. *United Nations University- Institute for Environment and Human Security*, 38. <https://ehs.unu.edu/research/development-and-validation-of-earth-observation-based-indicators-for-the-monitoring-of-the-sendai-framework-using-the-example-of-flooding-in-ecuador.html#outline>

Mena Cabrera, P., & Alberjo Ojeda, C. (2021). Eficiencia de un Humedal al Flujo Subsuperficial horizontal para tratar los efluentes de un colegio rural en Colombia. *BJAER*. <https://doi.org/DOI:10.34188/bjaerv4n3-056>

Mogollón Sanabria, M. Y. (2021). Determinación de la Línea Base Ambiental-Microcuenca Quebrada Sancotea-Fuente Abastecedora del Acueducto del Municipio del Socorro Santander. *Universidad Libre Seccional Socorro*. <https://hdl.handle.net/10901/22451>

Monteira, S., & Jimenez Alexander, M. (2019). ¿Cómo llega el agua a las nubes? Construcción de Explicaciones Sobre Cambios de Estado de Educación Infantil. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. <https://doi.org/10.1016/j.eureka.2019.06.001>

Molinar Monsiváis, Judith, & Cervantes Herrera, Ana. (2021). Actitudes percibidas en el discurso narrativo docente hacia el alumnado con TDAH. Un estudio de observación indirecta. *Revista de estudios y experiencias en educación*, 20(42), 87-100. <https://dx.doi.org/10.21703/rexe.20212042molinar5>

Ortega, A. O. (2018). Enfoques de investigación. Extraído de https://www.researchgate.net/profile/Alfredo_Otero_Ortega/publication/326905435_ENFOQUES_DE_INVESTIGACION_TABLA_DE_CONTENIDO_Contentido/links/5b6b7f9992851ca650526dfd/ENFOQUES-DE-INVESTIGACION-TABLADECONTENIDO-Contenido.pdf el, 14. https://www.researchgate.net/profile/Alfredo-Otero-Ortega/publication/326905435_ENFOQUES_DE_INVESTIGACION/links/5b6b7f9992851ca650526dfd/ENFOQUES-DE-INVESTIGACION.pdf

- Pacheco Suarez, T. L. (1 de Enero de 2020). Valoración Económica del Impacto de la Inundación de Febrero del 2019 en la Unión, Santa Ana, Manabí, Ecuador. *San Gregorio*, 1(43), 35. <https://doi.org/10.36097/rsan.v1i43.1460>
- Panta Montero, N. F. (Diciembre de 2020). Determinación de Caudales de las Cuencas Sobre las que se Asienta la Comunidad Campesina Cujaca. *Universidad de Piura*. <https://hdl.handle.net/11042/4991>
- Pauta Calle, F. (28 de junio de 2019). ¿Son Técnicas Viables los Planes de Uso y Gestión de Suelo Previstos por la Ley Ecuatoriana de Ordenamiento Territorial. *Eidos-Universidad UTE*(13), 54. <https://doi.org/10.29019/eidos.v13i1.543>
- Pedraos Suarez , E., Rojas Suarez , E., & Andrey Torres, H. (2019). Caracterización de las Microcuencas Hidrográficas que Conforman la Cuenca del Río Surata en el Municipio de California. Unidades Tecnológicas de Santander.
- Peña Luna, M. A. (2022). Alternativas de Solución de Drenaje Pluvial en el Canal Via Las Lomas en la Provincia y Departamaneto de Piura. *Universidad de Piura*, 18-23. <https://hdl.handle.net/11042/5670>
- Pouleurs, D. (2021). El Gran Libro del Agua. En D. Pouleurs, *El Gran Libro del Agua* (pág. 71). <https://bvearmb.do/handle/123456789/742>
- Reglamento a la Ley de Seguridad Pública y del Estado. (14 de julio de 2017). Ecuador.
- Reglamento al Código Orgánico del Ambiente. (12 de junio del 2019). <https://www.ambiente.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2021/06/REGLAMENTO-AL-CODIGO-ORGANICO-DEL-AMBIENTE.pdf>
- Reyna Garcia, A., Moreira Moreira, D., Bonilla Ponce, A., Pisco Palacios, J., & Macias Mera, J. (31 de Diciembre de 2020). Asentamientos humanos en zonas susceptibles a riesgos de inundación y deslizamiento de la ciudad de portoviejo. *San Gregorio*, 1(43), 123. <https://doi.org/10.36097/rsan.v1i43.1413>

- Rivas Ramirez, D. C., & Moreno Rivas, M. A. (2019). Delimitación Hidrografica y caracterización Morfométrico de la Cuenca del Rio Metica. *Universidad Cooperativa de Colombia*, 64. <https://doi.org/http://hdl.handle.net/20.500.12494/11680>
- Robles Castaño, D. P. (2023). Determinación de Índice de Escasez de Tres Fuentes Hídricas Principales de la Región Suroeste Antioqueño. *Universidad de Antioquia*. <https://hdl.handle.net/10495/34386>
- Rodriguez Palacios, C., & Ramón Alarcón, J. (2021). Estudio Hidromorfológico de la Cuenca La Mona El Cady y el Riesgo de Inundaciones Imprevistas. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 8(15). <https://doi.org/https://doi.org/10.46377/dilemas.v8i.2598>
- Rojas Ochoa, A. (2019). Delimitación de la Cuenca Hidrografica del Rio Bitá, Departamento de Vichada a Partir de Modelos Digitales de Elevación. <https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/4167>
- Rojas Portocarreno, W. K., Hidalgo Egocheaga, B., Moya Durand, C. A., Castro Perez, F., & Barboza Palomino, M. (2019). Percepción del riesgo de inundación en personas que habitan en zonas vulnerables de Lima, Perú. *Revista Cubana de Salud Publica*, 15. <https://www.scielosp.org/article/rcsp/2019.v45n2/e1190/#>
- Romero, C., Colavita, M., Massenzio, A., & Colombo, J. (12 al 14 de Junio de 2019). Composición de Textural del Sedimento Suspendido y de Cauce a lo largo de la Cuenca del Rio Salado. *V Reunión Argentina de Geoquímica de la Superficie (RAGSU)*. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/77067>
- Salvatore Olivares, O., Burgos, A., Sosa Ramírez, J., & Bocco, G. (2019). Valoración de la Seguridad Hídrica con Enfoque de Cuenca Hidrografica: Aplicación en Cuencas Rurales del Centro Occidente de México. *Journal of Latin American Geography*, 18(2). <https://www.jstor.org/stable/48619332>
- Santillán Icaza, K. E., & Zamora Romero, B. E. (2021). Análisis Climático y de Cambio Climático en el Distrito Metropolitano de Quito. *Universidad Politécnica de Salesiana Sede Quito*. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19899>

- Shamir, R. R. (2018). Estrategias para determinar la contaminación difusa su relación con los sistemas productivos de una cuenca hidrografica. *Centro de Investigación en alimentación y Desarrollo A.C.*, 99.
- Silva Galvez, R. (2019). Generación de Información Hidrométrica con Fines de Aprovechamiento Hídrico para la Cuenca el Porvenir Distrito de Huarango. *Universidad Nacional de Cajamarca*. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/3211>
- Tavera Ortiz , J., & Mora Acosta, E. (2019). Estado de Arte de las Variables Predominantes que Componen las Ecuaciones Utilizadas para Calcular la Interceptación de Lluvias. Trabajo de Titulación, Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas , Bogota. <http://hdl.handle.net/11349/23176>
- Universo, E. (21 de Febrero de 2019). *El Universo*. El Universo: <https://www.eluniverso.com/noticias/2019/02/21/nota/7198895/crecida-cinco-rios-dejo-destrozos-sector-manabita/>
- Valero Fajardo, C. (2021). Gestión del riesgo de inundación para el ordenamiento territorial del canton Vinces. *Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil*.
- Valero, C. (12 de agosto de 2022). La caracterización hidrografica y su influencia en la evaluación del riesgo de inundación. *Polo del Conocimiento*, 7(8), 21. <https://doi.org/10.23857/pc.v7i8>
- Vargas Molina, J., & Canovas Garcia, F. (2022). Caracterización del riesgo de inundación en el ordenamiento territorial avances y retos para la incorporación de vulnerabilidad. *Asociación de Geógrafos Españoles*, 48. <https://doi.org/https://doi.org/10.21138/bage.3200>
- Vásconez, M., Mancheno, A., Álvarez , C., Prehn, C., Cevallos, C., Ortiz , L., & Araque, M. (2019). Cuencas Hidrográficas. *Universidad Politécnica Salesiana, ABYA-YALA*. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19038>

- Vasquez Malocho , C. E., & Delgado Bardales, J. M. (2021). Gestión de desastres naturales para mejorar el ordenamiento territorial en municipalidades. *Ciencia Latina*, 5(1), 22. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i1.214
- Vega Sánchez, A. M., & Mejía, L. M. (Julio de 2023). Soluciones Basadas en la Naturaleza para la Mitigación y la Adaptación al Cambio Climático en Ciudades de América Latina. *Scioteca Espacio de Conocimiento Abierto*. <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/2059>
- Villota Rosero, M. A. (Mayo de 2019). Metodología para el Cálculo de los Parametros Morfometricos de una Cuenca Hidrografica por medio de Sistemas de Información Geográfica.Caso de Estudio-Rio Mulaló(Yumbo-Colombia). *Universidad Nacional de Luján*. <http://ri.unlu.edu.ar/xmlui/handle/rediunlu/755>

ANEXOS

Anexo 1. Estación meteorológica M175

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1993	9.8	214.3	201.7	20.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8
1997	68.3	158.4	159.1	162.4	29.8	39.0	23.1	1.3	7.3	17.1	233.2	514.2
1998	699.7	686.2	518.2	570.2	275.0	42.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1999	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	1.5	0.3	1.0	30.6
2000	15.3	130.5	68.1	0.0	24.2	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2001	203.7	81.4	310.1	99.2	2.0	0.0	1.0	0.7	0.0	0.0	1.4	0.0
2002	20.6	214.5	463.3	141.9	7.4	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.6
2003	36.1	165.9	47.6	90.9	1.6	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2006	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	10.2
2007	28.8	25.9	0.0	27.1	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2008	0.0	0.0	302.3	17.8	0.0	2.4	0.0	0.0	10.2	0.0	0.0	0.0

Anexo 2. Estación meteorológica M218

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1991	154.1	650.9	348.8	107.0	120.5	0.0	0.0	0.8	1.1	0.0	1.8	53.4
1992	252.7	350.4	543.5	489.0	405.3	36.0	8.5	2.7	0.0	0.0	12.6	11.7
1993	298.1	576.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	4.0	198.6
1994	332.3	475.7	239.4	316.4	166.3	2.0	1.5	0.0	0.0	12.5	0.0	0.0
1995	320.0	185.2	102.3	118.5	47.2	0.0	7.0	4.4	2.3	7.1	8.0	25.1
1996	178.5	472.8	386.5	79.6	5.0	1.6	2.3	6.0	0.7	2.3	1.0	30.9
1997	234.6	602.3	588.5	437.3	501.9	200.0	170.1	85.6	179.5	131.8	625.5	1049.7
1998	762.7	1085.4	662.8	1123.2	603.0	275.7	79.8	1.1	1.3	2.5	0.7	148.6
1999	170.2	572.5	716.2	246.5	209.4	0.0	0.5	0.5	10.5	8.2	0.0	0.0
2000	229.6	0.0	0.0	0.0	217.2	11.8	0.9	0.1	9.5	0.8	1.0	7.4
2001	465.3	362.5	745.6	535.4	18.6	0.9	0.7	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0
2007	215.7	113.6	483.2	183.5	40.5	4.1	0.0	0.0	0.0	2.3	1.5	12.1
2008	658.8	663.1	695.5	487.1	77.4	3.3	11.7	6.9	0.0	0.0	0.0	0.0
2009	435.8	416.8	175.1	119.5	103.0	8.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.8
2010	241.2	378.6	362.9	516.1	102.2	4.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2011	204.3	248.7	15.8	468.5	5.4	11.9	43.9	0.0	0.0	0.0	0.0	25.4
2012	363.6	691.5	738.4	490.4	337.6	30.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.6
2013	340.0	312.5	539.4	165.1	14.3	0.0	0.0	0.7	0.5	4.2	10.1	3.5

Anexo 3. Estación meteorológica M348

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1990	72.4	93.8	83.6	117.9	66	48.9	16.9	9	1.4	0	4.2	147
1991	29.1	514.4	613.7	576	314.6	117.4	70.6	16.4	14	39.4	93.4	102.8
1992	543.2	721.1	721.2	763.4	684.3	163.5	40.4	7.1	12.7	37.5	32.8	45.5
1993	176.5	367.4	410.4	519.9	100.4	99.3	39.6	21.9	13.3	17.5	21.2	115.7
1995	303	228	190.7	247.2	115.9	85	30.5	20	14.5	59.8	76.7	48
1996	99.8	179.9	233.9	374.4	67.7	31.7	57.1	32.9	15	44.9	8.8	23.2
1997	449.7	314.5	406.8	438	236.1	322.8	147.8	228.8	505.5	270.2	424.5	518.3
1998	278	432.8	282.7	329.1	300.1	307.9	89.3	47.2	61.2	0	34.6	13.8
1999	184.6	252.6	457.6	369.5	308.7	44.3	3.5	6.5	21.6	37.9	31.6	141.2
2000	61.7	216.6	284.4	339.1	308.7	55.5	7.8	13.6	57.1	9.3	5.5	20.3
2001	206.4	112.6	195.4	198.5	103	8.4	3	0.5	0	10.8	6	73.2
2002	166.4	174.4	277.5	495	280.3	68.7	4.5	0.2	117.6	48.3	78.1	277.5
2003	274.7	25.7	225.9	224.9	275.4	34.5	9.6	9.5	3.7	37	11	198.7
2004	279.4	244.5	300.5	324.6	528.8	30.5	27.5	3.7	101.3	47	82.5	0
2005	149.9	223.9	314.4	387.6	11.1	19.2	3.6	3.8	14.5	18.7	26.5	96
2006	127	327.4	704.5	566.3	84.4	130.6	8.2	375	198.4	52.7	859.4	86.2
2007	486.8	438.6	328.4	753.8	507.2	82.6	55	19.7	70.8	20	45.8	86.3
2008	750.7	408.9	514.1	440.7	260.7	118.1	92.7	50.8	72.3	51.4	40.4	208.1
2009	680.7	597.4	535.6	172.7	110	10.9	34.6	30.6	12.9	24	29.3	417.5
2010	380.2	641.9	401.4	514.2	299.1	145.8	158.8	0	0	42.7	93.8	328.5
2011	542.5	299.7	457	508.6	169.5	92.2	155.2	6.7	60.1	65.1	18.1	87.5
2012	595.3	896.5	710.4	746.9	394.7	286.6	41.8	16.4	9.3	30.6	42.6	33.3
2013	427.8	649.1	506.9	601.8	233.9	127.3	31.9	36.6	16.7	56.2	3.4	100.8

Anexo 4. Estación meteorológica M363

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1990	56.9	131.8	62.9	164.3	76.2	24.8	24.8	10.3	14.8	143.4	1.7	77.8
1991	63.1	95.8	183.1	113.8	118.7	31.1	33.8	28.6	43.5	35.0	100.5	82.6
1992	98.3	109.2	123.9	142.2	66.9	7.8	9.9	17.5	69.0	41.8	38.3	21.5
1993	132.4	138.7	184.6	244.6	104.2	23.1	21.8	0.0	75.7	48.4	31.0	149.5
1995	59.8	69.6	109.8	136.9	119.4	38.5	22.3	35.0	11.5	73.8	97.3	79.6
1996	150.3	215.8	138.8	145.1	125.4	64.2	6.7	9.6	31.2	69.7	24.8	55.8
1997	163.1	100.5	178.2	79.5	50.0	76.6	13.6	0.0	78.0	133.2	211.7	77.7
1998	55.1	142.7	109.6	158.0	187.3	14.4	29.4	34.0	47.4	46.2	64.3	21.3
1999	172.3	246.3	185.1	154.9	111.7	85.3	12.0	11.9	116.0	49.4	27.8	133.3
2000	129.6	182.9	141.2	225.1	195.9	0.0	0.0	2.0	84.8	17.2	41.2	97.2
2001	122.9	80.4	98.6	0.0	76.9	26.1	0.8	0.0	71.9	9.1	69.2	116.7
2002	56.7	90.6	160.8	208.5	45.4	20.6	3.2	0.0	8.4	0.0	170.3	50.3
2003	0.0	69.2	85.4	109.3	45.1	50.3	9.5	13.9	31.1	34.8	106.1	84.0
2004	58.5	73.1	75.3	169.8	108.2	6.8	29.2	0.0	39.6	29.5	84.9	102.3
2005	65.8	164.8	163.2	110.9	24.2	26.9	0.0	25.0	18.5	28.6	65.9	72.3
2006	105.0	155.9	179.4	141.1	47.6	75.9	0.0	7.2	16.4	52.2	154.2	0.0
2007	0.0	64.6	161.0	179.9	114.0	52.4	26.2	14.0	5.5	80.9	92.4	110.1
2008	173.1	171.6	244.0	212.8	204.4	53.0	47.8	46.9	38.9	140.0	66.4	81.6
2009	273.0	183.8	149.1	36.7	0.0	32.2	0.0	13.1	19.5	31.4	66.9	75.5
2010	95.0	116.6	87.4	130.7	54.7	73.3	95.4	10.2	46.2	14.3	106.1	207.9
2011	130.3	177.8	94.1	246.9	19.7	35.8	56.4	27.9	14.4	53.7	17.3	131.4
2012	247.2	222.6	105.8	221.9	64.1	14.9	5.2	5.5	14.6	79.9	104.1	44.6
2013	57.4	175.9	139.1	109.5	172.6	8.7	23.4	29.2	19.5	68.2	8.3	39.1

Anexo 5. Estación meteorológica M376

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1990	27.8	62.3	39.3	55.6	71.8	48.6	48.5	32.2	19.4	123.6	23.6	36.3
1991	20.7	19.0	71.9	38.7	72.7	66.1	76.4	33.5	8.4	38.0	78.2	15.8
1992	14.0	59.6	109.0	55.7	43.8	30.7	58.9	26.4	37.4	26.8	31.8	19.2
1993	0.0	71.8	71.8	81.3	71.0	35.6	85.9	36.5	58.3	32.5	54.4	57.0
1995	25.2	3.4	44.4	73.6	103.0	57.8	91.6	40.1	28.4	25.5	92.3	68.8
1996	84.9	80.3	52.9	83.3	96.8	76.2	55.3	39.7	52.8	34.3	0.0	35.4
1997	61.8	69.8	71.6	48.4	71.6	44.8	67.0	44.6	52.5	40.5	119.5	61.8
1998	38.9	64.4	46.0	92.6	117.4	86.7	96.1	51.2	28.6	84.5	61.7	59.3
1999	44.8	129.8	100.1	107.5	62.9	90.6	36.1	74.0	107.1	32.4	23.8	135.0
2000	49.6	109.3	74.0	93.4	220.5	92.9	30.5	59.5	61.6	18.4	26.0	55.0
2001	41.8	58.3	56.3	66.7	54.8	88.1	49.7	24.7	39.9	5.4	54.0	61.1
2002	39.6	48.3	86.3	86.8	86.4	66.8	47.9	31.6	24.8	0.0	117.3	42.6
2003	38.0	40.7	94.7	58.5	52.5	65.0	26.5	14.4	35.7	70.3	48.3	45.6
2004	18.1	58.9	49.9	104.6	113.8	51.0	62.2	36.3	48.5	46.0	71.4	47.8
2005	25.0	113.1	109.1	108.5	54.0	77.2	40.3	22.7	0.0	44.2	43.2	118.7
2006	55.7	0.0	78.4	81.3	46.6	92.1	17.7	45.3	33.6	38.3	58.2	79.8
2007	56.5	16.5	106.1	92.2	59.5	166.5	21.4	96.0	29.8	54.9	59.0	54.6
2008	82.3	106.8	84.2	113.9	117.0	58.4	71.6	71.4	52.9	80.9	90.9	59.2
2009	93.0	60.0	45.2	80.0	29.8	90.1	69.1	19.6	14.5	37.3	18.6	29.5
2010	22.6	60.1	51.2	107.0	88.1	110.5	0.0	47.9	55.1	27.7	107.2	86.1
2011	37.8	71.6	43.0	142.6	98.6	66.9	63.4	56.9	0.0	29.7	80.8	116.0
2012	101.1	94.7	62.0	126.5	61.4	38.4	36.8	57.3	41.0	67.3	45.3	32.2
2013	49.1	80.7	56.3	54.2	88.5	50.8	63.4	37.8	29.2	59.5	12.4	39.5

Anexo 6. Estación meteorológica M393

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1990	80.8	47.0	27.1	127.0	39.3	21.5	36.8	10.2	19.0	162.2	52.0	40.8
1991	44.3	11.3	78.5	46.3	61.2	26.0	40.7	12.4	40.7	45.8	117.5	43.7
1992	8.0	115.2	70.4	98.6	51.5	10.3	9.7	17.6	0.0	30.5	50.6	22.3
1993	47.8	62.0	209.2	89.0	72.4	3.5	16.3	12.0	23.4	73.5	66.7	53.5
1995	13.6	10.2	69.2	91.4	68.0	20.5	74.2	16.8	30.2	85.6	151.2	34.9
1996	86.0	111.0	77.5	107.4	0.0	37.8	6.3	14.8	43.8	95.0	32.1	83.7
1997	99.8	30.9	83.6	62.2	56.1	34.8	0.0	1.4	27.4	66.4	139.0	54.2
1998	10.3	95.4	73.6	72.7	135.4	27.1	29.2	19.5	6.6	116.3	61.3	1.8
1999	52.3	196.9	101.8	129.6	42.5	96.8	8.0	31.9	148.8	15.9	59.0	65.8
2000	96.5	173.0	61.9	105.8	151.9	70.6	2.7	16.7	117.6	5.5	0.0	65.1
2001	54.8	42.4	35.0	14.8	0.0	13.2	0.8	0.6	59.1	0.0	40.4	100.5
2002	26.6	16.7	136.2	94.1	24.7	44.4	7.5	11.6	14.4	112.2	99.0	41.3
2003	17.5	37.5	36.6	103.7	13.2	26.1	4.1	0.0	3.4	61.7	76.8	69.5
2004	16.3	60.4	24.3	92.6	85.8	2.9	9.8	0.0	37.5	79.2	95.1	49.9
2005	8.1	73.3	138.5	74.4	21.5	21.7	13.4	7.6	0.4	26.6	44.6	126.1
2006	29.9	70.2	97.3	99.6	30.0	18.9	9.1	26.7	14.7	43.3	133.1	145.7
2007	70.7	26.2	113.2	139.6	123.5	66.8	6.8	47.3	9.8	104.7	43.5	48.8
2008	53.2	105.5	99.5	96.2	123.2	58.4	14.0	37.1	29.9	114.2	92.5	51.9
2009	94.7	69.3	53.5	84.8	31.3	37.1	20.6	4.9	11.4	72.9	14.2	33.2
2010	3.9	32.2	32.1	129.8	119.9	44.6	56.9	19.9	42.2	43.2	125.8	102.0
2011	33.8	47.6	45.9	230.2	25.6	29.9	14.0	10.7	52.7	30.5	84.8	98.1
2012	112.4	74.6	52.1	156.9	16.7	17.8	11.6	23.6	19.4	134.5	91.9	18.2
2013	25.4	52.4	36.9	72.7	68.7	19.0	10.3	17.5	10.0	51.7	23.9	14.4

Anexo 7. Estación meteorológica M409

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1990	30.1	194.6	211.7	319.4	153.3	126.2	107.7	20.2	35.4	236.7	84.5	127.0
1991	118.6	181.3	258.3	215.6	211.8	131.5	107.0	86.7	138.4	90.5	247.3	195.9
1992	182.3	216.2	0.0	290.1	266.6	60.6	107.3	145.6	44.0	108.3	85.8	56.8
1993	241.5	331.1	358.3	384.8	327.9	203.5	233.3	120.7	273.2	241.7	196.2	251.9
1995	317.0	283.6	335.2	315.7	442.4	308.0	297.2	346.1	120.0	0.0	329.6	221.2
1996	329.8	317.5	277.7	318.9	277.2	223.6	167.2	60.0	117.3	305.8	41.7	0.0
1997	247.9	220.2	265.5	198.8	157.0	72.1	23.1	1.2	0.0	20.9	56.3	48.9
1998	29.1	0.0	65.1	0.0	55.7	14.7	14.6	13.7	15.4	15.9	17.9	6.6
1999	25.3	39.1	64.6	171.7	138.8	0.0	45.2	55.8	159.8	131.0	98.2	160.3
2000	76.1	141.7	140.9	206.6	237.4	49.3	29.7	37.6	52.5	25.7	27.5	58.4
2001	77.7	61.8	80.1	53.5	61.4	34.4	22.3	9.4	45.1	19.5	44.0	72.2
2002	36.5	47.5	89.0	66.4	47.1	30.3	14.8	6.1	15.9	49.9	72.3	0.0
2003	34.2	49.2	65.5	137.4	108.0	30.5	56.3	5.2	59.4	123.8	103.7	96.9
2005	51.6	94.9	152.2	110.7	63.5	64.3	53.0	32.3	54.3	150.6	118.3	142.4
2006	143.4	149.8	166.5	161.5	78.8	74.0	0.0	0.0	60.9	142.6	181.5	0.0
2007	127.0	111.9	151.2	187.7	185.2	168.5	83.3	98.9	62.4	128.4	147.2	181.7
2008	195.4	213.8	280.5	237.3	228.7	0.0	76.7	86.8	94.1	192.6	160.3	151.8
2009	223.9	207.7	156.3	328.6	138.5	133.0	83.2	0.0	48.4	125.1	83.3	127.7
2010	143.6	152.6	156.9	547.3	257.3	172.6	73.9	16.6	39.1	25.3	95.7	128.0
2011	78.0	131.2	43.6	234.5	52.7	19.4	87.6	32.9	45.6	42.2	85.4	94.9
2012	158.2	124.4	54.5	129.9	20.5	20.1	1.6	20.6	20.4	112.7	125.5	33.8
2013	42.6	118.5	55.9	59.8	168.0	9.5	44.1	9.0	18.5	89.2	6.0	50.0

Anexo 8. Estación meteorológica M410

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1990	0.0	49.8	224.3	120.9	124.9	203.0	122.4	152.9	125.1	81.7	96.4	66.0
1991	42.6	109.3	48.1	80.0	190.9	167.3	152.9	90.7	29.1	29.1	79.1	39.5
1992	41.0	52.3	93.5	109.8	168.5	199.0	170.5	104.6	107.3	73.9	0.0	0.0
1993	0.0	90.0	120.9	173.5	76.8	134.7	95.9	123.1	73.3	104.0	41.1	106.9
1995	56.3	38.2	55.9	181.8	229.6	132.4	202.7	93.3	113.3	101.1	88.7	112.8
1996	61.2	200.7	33.2	167.0	144.2	132.9	247.3	97.1	130.5	80.8	35.1	52.6
1997	47.3	95.7	84.5	102.4	166.7	74.4	187.3	157.9	82.1	69.6	82.3	97.5
1998	116.5	90.8	135.6	144.7	103.0	189.3	188.3	107.4	49.1	119.7	48.5	45.0
1999	55.6	103.0	188.2	250.1	154.8	0.0	0.0	157.1	137.6	54.0	14.4	67.5
2000	85.8	152.7	103.0	163.1	249.3	212.7	101.8	151.4	0.0	64.6	33.6	113.9
2001	60.5	41.3	82.0	119.0	130.6	233.1	205.6	132.1	93.8	88.6	56.5	108.2
2002	21.5	69.0	71.8	145.1	128.5	126.4	148.0	84.3	67.4	116.6	137.3	57.4
2003	105.6	108.4	74.6	174.6	206.6	163.1	161.1	89.8	104.5	57.1	70.2	71.6
2004	21.2	60.3	145.4	150.3	196.0	236.9	171.1	0.0	92.7	87.2	84.2	81.1
2005	18.2	117.9	57.7	192.8	89.8	231.2	88.0	73.0	52.3	66.0	48.0	128.1
2006	66.1	74.1	77.0	96.2	141.0	158.6	133.9	114.2	124.4	58.7	51.9	70.5
2007	138.7	24.6	141.4	147.8	137.9	249.8	47.2	183.5	131.9	0.0	136.1	73.1
2008	43.0	130.6	75.7	98.3	203.3	151.0	218.4	177.3	90.4	71.2	64.1	38.7
2009	80.5	43.2	29.0	79.9	101.9	135.4	236.9	123.1	80.6	63.6	15.2	58.3
2010	34.7	58.0	86.5	166.1	153.2	197.3	128.7	93.6	76.9	45.8	0.0	39.0
2011	69.5	79.3	51.3	164.0	201.7	133.1	240.1	119.5	114.0	46.4	116.5	153.4
2012	121.6	82.5	115.6	125.4	210.8	155.4	194.7	188.9	107.5	117.5	81.5	96.9
2013	75.3	115.7	83.1	75.6	210.3	162.1	241.3	79.0	116.1	115.8	56.4	55.9

Anexo 9. Estación meteorológica M446

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1990	86.1	92.2	144.5	131.3	23.6	21.4	5.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1991	70.6	236.0	91.4	2.7	13.6	13.0	0.8	5.1	0.8	0.0	8.0	36.3
1992	53.1	162.6	185.1	289.6	211.5	20.6	0.0	0.0	0.0	1.5	1.0	0.0
1995	107.0	132.4	12.1	54.2	14.8	3.6	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.8
1996	27.4	155.4	121.3	80.6	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	3.3
1997	68.5	145.2	118.3	142.9	139.3	64.2	61.8	64.8	25.1	41.5	205.8	305.3
1998	160.6	189.2	576.4	329.1	234.3	26.2	37.7	0.0	13.4	0.0	4.0	2.5
1999	32.8	270.0	0.0	88.5	87.7	0.0	0.0	0.0	1.1	4.5	3.2	21.3
2000	59.6	60.5	74.6	83.0	37.5	15.0	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0	70.0
2001	76.7	33.3	229.0	0.0	8.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2002	34.2	285.9	0.0	0.0	108.1	17.6	1.7	0.0	0.0	8.4	10.0	31.4
2003	115.0	0.0	94.8	142.2	0.0	0.0	0.0	0.9	0.3	118.0	31.0	0.0
2005	113.4	170.9	69.5	212.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2007	116.1	135.7	160.1	180.7	58.3	20.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2011	256.3	282.4	109.6	78.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2013	487.1	171.3	236.1	47.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.5	0.0

Anexo 10. Estación meteorológica M459

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1990	311.7	307.8	169.0	280.5	75.8	34.3	40.8	10.4	1.4	16.3	12.8	46.4
1991	83.4	363.4	292.4	135.7	210.4	62.3	4.0	35.9	19.8	88.0	18.9	59.2
1992	269.7	471.5	734.3	618.8	585.0	270.6	191.4	68.7	28.7	0.0	7.0	74.3
1993	195.7	475.2	1004.8	532.3	209.9	126.5	121.9	47.0	64.6	46.2	8.0	117.6
1995	224.4	465.3	138.9	398.7	393.4	158.0	193.0	58.3	5.7	3.6	28.1	14.5
1996	301.6	345.0	555.9	112.0	49.0	11.0	45.7	4.1	0.0	0.0	1.3	0.0
1997	209.9	628.0	0.0	608.2	406.6	0.0	0.0	143.3	192.3	97.0	496.5	1148.7
1998	864.6	718.0	0.0	1309.7	1227.4	656.6	360.4	165.7	101.0	83.6	0.3	15.5
1999	154.0	632.1	766.9	965.5	458.1	104.3	77.9	136.4	89.1	81.1	29.2	58.6
2000	188.1	390.5	519.4	0.0	336.1	106.3	89.6	8.9	43.5	0.0	24.4	24.5
2001	999.4	910.9	858.0	79.3	166.6	82.4	47.3	1.0	3.6	0.0	6.8	5.1
2002	263.5	1416.7	0.0	0.0	351.4	34.0	20.5	8.5	7.7	23.6	95.5	170.3
2003	366.6	335.7	328.3	114.4	426.4	32.5	20.9	17.0	0.0	2.4	0.0	35.5
2004	111.9	300.4	296.2	113.1	185.8	33.8	19.4	0.0	18.6	20.5	0.4	0.0
2005	9.1	124.2	93.7	415.6	7.1	0.2	0.0	2.5	0.0	0.6	0.0	10.7
2006	81.1	250.2	221.7	20.9	11.7	16.1	11.2	1.4	12.8	0.0	3.9	39.0
2007	48.5	174.3	179.0	133.6	31.9	28.3	5.0	1.3	0.0	0.0	3.3	3.6
2008	204.8	260.7	401.8	76.1	137.7	11.0	5.7	5.4	2.9	4.0	2.5	1.1
2009	113.6	240.9	103.9	152.7	17.2	6.9	1.0	0.0	2.0	0.0	0.0	5.8
2010	66.2	138.8	72.6	57.3	5.6	0.0	3.7	0.0	0.5	0.5	1.1	164.0
2011	0.0	207.0	46.1	206.5	5.6	20.2	2.6	0.1	1.2	2.0	9.9	29.1
2012	277.7	456.7	449.5	195.1	184.9	24.1	1.2	1.8	0.3	0.0	0.5	16.6
2013	203.6	150.6	279.5	74.9	63.4	4.5	0.7	0.8	0.3	2.4	0.0	2.4

Anexo 11. Estación meteorológica M470

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1990	201.8	425.4	253	186.2	17.8	30.1	6.3	0	0	1.4	4.1	44.3
1991	147.6	583.8	428.1	197.2	70.0	1.7	0.2	0.2	2.4	13.3	53.5	232.0
1992	574.4	513.7	529.0	693.4	591.5	69.2	16.7	0.7	5.8	1.8	1.2	121.9
1993	374.8	637.8	545.8	508.2	178.9	16.9	0.4	4.1	4.6	17.5	3.2	188.2
1994	439.0	406.5	328.2	311.3	71.7	12.6	0.5	0.4	9.1	38.1	0.0	285.2
1995	377.1	243.7	129.5	367.3	35.6	14.6	27.3	7.1	0.3	3.2	16.4	25.7
1996	313.3	435.1	397.2	288.4	0.0	0.4	12.4	2.2	0.0	0.3	14.9	72.8
1997	328.6	410.7	340.6	420.4	381.2	203.5	212.3	185.0	390.7	291.7	801.3	945.9
1998	652.5	781.0	1108.0	794.3	490.7	227.3	100.7	7.1	9.1	10.0	47.4	16.1
1999	110.2	451.5	472.2	452.4	0.0	0.7	10.1	0.5	86.7	8.1	13.3	158.6
2000	185.1	237.9	391.7	405.9	132.4	12.1	0.2	0.7	6.9	13.0	23.6	51.1
2001	442.0	241.8	380.1	411.5	94.0	0.0	2.3	0.0	0.2	0.0	5.6	90.8
2002	238.2	375.8	707.3	568.7	116.6	0.0	4.4	1.0	0.2	9.8	11.7	264.0
2003	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2004	162.0	304.3	405.3	302.7	196.1	4.2	9.3	4.0	5.6	13.0	0.0	15.4
2005	189.9	214.0	253.4	425.9	0.0	0.2	5.5	0.0	0.0	4.5	2.2	98.9
2006	258.4	651.7	418.5	78.6	62.2	0.0	42.7	6.1	0.4	0.9	7.7	31.2
2007	301.3	197.1	289.2	354.9	96.3	38.2	12.3	0.2	0.0	0.3	13.9	57.8
2008	569.0	439.0	432.1	386.2	129.6	3.1	10.2	51.1	8.9	8.4	12.1	16.9
2009	359.9	302.3	318.9	160.1	103.2	26.8	0.1	1.3	0.0	6.0	0.0	85.4
2010	606.2	733.5	576.2	497.2	102.7	10.0	25.1	0.6	9.1	0.0	0.0	0.0
2011	220.2	380.8	168.1	546.2	21.8	46.8	43.2	0.0	3.4	0.6	0.2	138.5
2012	585.6	711.2	570.1	432.4	164.1	12.8	3.5	0	0	2.1	12.7	74.3
2013	0	388	0	458.8	73.7	7.6	0	1.1	0	4.3	2.5	167.5

Anexo 12. Estación meteorológica MA2V

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1992	0.0	286.9	429.1	535.8	158.0	37.8	4.8	0.6	0.0	0.0	0.0	7.8
1993	158.3	525.1	155.5	332.1	133.1	0.3	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	86.2
1994	183.3	137.8	189.0	119.5	17.3	3.6	0.0	0.0	0.2	0.0	0.6	164.0
1995	121.7	198.8	129.1	24.7	12.8	1.5	3.1	0.0	0.1	0.5	1.4	2.3
1996	160.1	411.4	223.2	66.4	1.2	0.0	0.6	0.5	0.5	0.0	0.5	17.8
1997	109.3	298.7	560.5	262.8	201.1	26.5	80.6	10.5	14.6	89.6	520.7	772.0
1998	419.8	783.3	932.5	1137.7	228.8	88.9	11.3	0.0	0.3	0.3	0.1	0.4
1999	63.5	357.3	316.6	173.7	19.1	2.0	0.0	0.0	4.0	0.4	0.7	62.7
2000	69.3	228.8	355.1	226.0	196.1	5.3	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	2.1
2001	192.4	424.9	563.9	207.5	8.1	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
2002	73.5	531.3	482.9	458.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	12.2
2004	104.7	0.0	0.0	129.1	0.0	0.0	0.2	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0
2005	0.0	54.4	280.3	187.3	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	22.1
2006	170.3	453.9	200.5	6.8	21.5	1.5	0.0	0.2	0.3	1.0	2.3	42.7
2007	171.9	61.5	485.1	102.1	11.1	2.4	0.0	0.1	0.0	1.7	0.6	3.5
2008	443.7	381.8	521.7	143.2	7.0	1.1	0.7	0.8	3.7	1.7	0.0	1.1
2009	342.8	365.1	429.2	125.3	36.7	2.1	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2010	171.8	364.4	160.2	192.1	17.3	11.9	3.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0