



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL**

**DEPARTAMENTO DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL MENCIÓN CONSTRUCCIÓN CIVIL  
SUSTENTABLE**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MAGISTER EN  
INGENIERÍA CIVIL MENCIÓN CONSTRUCCIÓN CIVIL SUSTENTABLE**

**TEMA**

**GESTIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN PARA EL ORDENAMIENTO  
TERRITORIAL DEL CANTÓN VINCES**

**TUTOR**

**MG. ING. CIVIL KLEBER ALBERTO MOSCOSO RIERA**

**AUTORES**

**ING. CIVIL CARLOS LUIS VALERO FAJARDO**

**GUAYAQUIL-ECUADOR**

**2021**



## REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

### FICHA DE REGISTRO DE TESIS

**TÍTULO Y SUBTÍTULO:**

Gestión del riesgo de inundación para el ordenamiento territorial del cantón Vinces

**AUTOR/ES:**

Valero Fajardo Carlos Luis

**REVISORES O TUTORES:**

Moscoso Riera Kleber Alberto

**INSTITUCIÓN:**

Universidad Laica VICENTE  
ROCAFUERTE de Guayaquil

**Grado obtenido:**

Magister en Ingeniería Civil Mención Construcción  
Civil Sustentable

**DEPARTAMENTO DE  
POSGRADO:**

Maestría en Ingeniería Civil

**COHORTE:**

I

**FECHA DE PUBLICACIÓN:**

2021

**N. DE PAGS:**

132

**ÁREAS TEMÁTICAS:** Arquitectura y Construcción

**PALABRAS CLAVE:** Gestión, inundación, precipitación, hidrografía, ordenamiento urbano.

**RESUMEN:**

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar el riesgo de inundación de la zona urbana del cantón Vinces por medio de los factores amenaza y vulnerabilidad para su Ordenamiento Territorial. La gestión del riesgo es posible por un

proceso documentado que sustenta la prospectiva del factor amenaza lluvias, la medición del factor vulnerabilidad por persecución social y una caracterización hidrográfica. La investigación es de enfoque cuantitativo y cualitativo, el alcance está dado por la evaluación del riesgo de inundación de la urbe del cantón, es tipo no experimental, transaccional, porque recolectó datos en un determinado tiempo y no experimental longitudinal porque analizó comportamientos en un determinado intervalo de tiempo. Se identificó el factor amenaza del riesgo de inundación por medio de una prospectiva de lluvias. El riesgo de inundación de la zona urbana del cantón Vinces, se duplicará en los próximos 50 años; esto en el caso de no tomar medidas preventivas por medio de acciones en el territorio. Al final de la investigación se logra identificar necesidades estructurales como la construcción de un sistema de control de desbordamiento del río y no estructurales como la voluntad política. Se recomienda que el Ordenamiento Territorial del cantón Vinces, considere la implementación de espacios públicos multipropósitos, que contribuyan a mitigar el riesgo de inundación de su zona urbana; así como también, dotar de una estructura que controle los desbordamientos del Río Vinces.

<b>N. DE REGISTRO (en base de datos):</b>	<b>N. DE CLASIFICACIÓN:</b>	
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>		
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<b>SI</b> <input type="checkbox"/>	<b>NO</b> <input type="checkbox"/>
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>  Valero Fajardo Carlos Luis	<b>Teléfono:</b>  0986431525	<b>E-mail:</b>  cvalerof@ulvr.edu.ec

<b>CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:</b>	<p>Mg. Eva Marjoriet Guerrero López, PhD. Teléfono: (04)2596500 Ext. 170 E-mail: eguerrerol@ulvr.edu.ec Directora del Departamento de Posgrado</p> <p>Mg. Ing. Civil Kleber Alberto Moscoso Riera Teléfono: (04)2596500 Ext. 170 E-mail: kmoscosor@ulvr.edu.ec Coordinadora de maestría</p>
--	---

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de titulación, proyecto de investigación a mi lugar natal el cantón Vinces lleno de gente amable y bondadosa, que merecen tener calidad de vida; a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, por formarme profesionalmente e inculcarme valores de ética y humanos, a las autoridades y dirigentes del Programa de Posgrado Maestría en Ingeniería Civil mención Construcción Civil Sustentable, por su efectiva gestión; a mi hija Alejandra Adeline Valero Márquez, por darme luz en tiempos difíciles y motivarme a crecer en cada día; a mi compañera de vida Pamela Selena Márquez Mera, por ser un apoyo constante e incondicional, a mi tutor Mg. Ing. Civil Kleber Alberto Moscoso Riera, por orientarme de manera asertiva en el desarrollo de la investigación, al Ing. Civil Calero Amores Marcial Sebastian, Ph D., por compartir sus valiosos conocimientos, al Mg. Ing. David Octavio Rugel González, por su filantrópica colaboración en la investigación, a la Psic. Clínica Dayana Valentina Fajardo Luna, por su valioso aporte en la investigación; a mis compañeros de grupo, Ing. Angélica Silva, Ing. Guido Velasco y Arq. Fabricio Gómez, por su apoyo incondicional durante el desarrollo de cada asignatura y no por mencionar al último menos importante a toda la Comunidad Laica símbolo de sacrificio, perseverancia, entrega y dedicación, porque ser Laico significa superación.

Carlos Luis Valero Fajardo

## **AGRADECIMIENTOS**

No me cansaré de agradecer a Dios, por su eterna bondad; por darme la fuerza para poder salir adelante en mi reciente problema de salud y sé que, si tengo esta nueva oportunidad de vida, es para servir a mi comunidad a mi familia, a quien requiera de ayuda; agradezco a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, por darme la oportunidad de especializarme en Construcción Civil Sustentable; a mis docentes por la entrega y generosidad en cada clase; a todos quienes integramos la primera cohorte de la Maestría en Ingeniería Civil mención Construcción Civil Sustentable; gracias a la vida por darme tanto.

Carlos Luis Valero Fajardo

## CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO ACADÉMICO

### GESTIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN PARA EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL CANTÓN VINCES

#### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>3</b> %	<b>4</b> %	<b>1</b> %	<b>1</b> %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

#### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<a href="https://sites.google.com">sites.google.com</a> Fuente de Internet	<1%
<b>2</b>	<a href="https://pt.slideshare.net">pt.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1%
<b>3</b>	<a href="https://docplayer.es">docplayer.es</a> Fuente de Internet	<1%
<b>4</b>	<a href="https://aprendeonlinea.udea.edu.co">aprendeonlinea.udea.edu.co</a> Fuente de Internet	<1%
<b>5</b>	<a href="https://idoc.pub">idoc.pub</a> Fuente de Internet	<1%
<b>6</b>	Submitted to Universidad Nacional de Colombia Trabajo del estudiante	<1%
<b>7</b>	<a href="https://imip.pachuca.gob.mx">imip.pachuca.gob.mx</a> Fuente de Internet	<1%
<b>8</b>	<a href="https://bdigital.unal.edu.co">bdigital.unal.edu.co</a> Fuente de Internet	<1%

9	www.asf.gob.mx Fuente de Internet	<1 %
10	Submitted to Universidad Santo Tomas Trabajo del estudiante	<1 %
11	www.puertoscostas.com Fuente de Internet	<1 %
12	Ronita Bardhan. "Integrating rapid assessment of flood proneness into urban planning under data constraints: a fuzzy logic and bricolage approach", Area Development and Policy, 2017 Publicación	<1 %
13	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 40 words

Excluir bibliografía

Activo



Mg. Ing. Civil Kleber Alberto Moscoso Riera

C.C. 0908960628

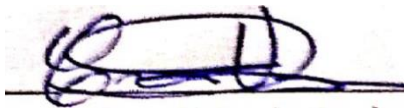


## **CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR**

Guayaquil 31 de agosto del 2021

Yo, **Carlos Luis Valero Fajardo**, declaro bajo juramento, que la autoría del presente proyecto de investigación, **Gestión del riesgo de inundación para el ordenamiento territorial del cantón Vinces**, corresponde totalmente al suscrito 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.



Ing. Civil Carlos Luis Valero Fajardo

C.I. 0925766461

## CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Guayaquil 31 de agosto del 2021

Certifico que el trabajo titulado **“Gestión del riesgo de inundación para el ordenamiento territorial del cantón Vinces”** ha sido elaborado por **Carlos Luis Valero Fajardo** bajo mi tutoría, y que el mismo reúne los requisitos para ser defendido ante el tribunal examinador que se designe al efecto.



---

Mg. Ing. Civil Kleber Alberto Moscoso Riera

C.C. 0908960628

## ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO 1: MARCO GENERAL DE INVESTIGACIÓN .....	3
1.1 Tema .....	3
1.2 Planteamiento del problema .....	3
1.3 Formulación del problema .....	6
1.4 Sistematización del problema .....	6
1.5 Delimitación del problema de investigación.....	6
1.6 Delimitación de la investigación .....	6
1.7 Línea de investigación .....	7
1.8 Objetivo general .....	7
1.9 Objetivos específicos .....	7
1.10 Justificación de la investigación.....	8
1.11 Hipótesis de la investigación.....	9
1.12 Variable independiente .....	10
1.13 Variable dependiente .....	10
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO.....	11
2.1 Marco teórico .....	11
La gestión del riesgo de inundación. ....	11
La política y la gestión del riesgo de inundación. ....	12
Las políticas de desarrollo sustentable.....	18
La economía y el impacto de las inundaciones. ....	20
La percepción social de vulnerabilidad a inundación. ....	21
El análisis retrospectivo y la vulnerabilidad social.....	23
La tecnología y las condiciones meteorológicas locales.....	25
La prospectiva del riesgo de inundación. ....	27

Incidencia del área aguas arriba de la zona geográfica del cantón Vinces. ....	30
Los fenómenos del Niño de 1972-1973, 1982-1983 y 1997-1998.....	31
2.2 Marco conceptual .....	32
Gestión. ....	32
Riesgo.....	32
Inundación. ....	32
Gestión del riesgo de inundación.....	32
Ordenamiento territorial.....	32
2.3 Marco Legal .....	33
<b>CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA/ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>	
.....	36
3.1 Enfoque de la Investigación.....	36
3.2 Alcance de la Investigación .....	37
3.3 Tipo de Investigación .....	37
3.4 Métodos y técnicas de investigación .....	37
3.5 Población.....	40
3.6 Muestra .....	42
3.7 Operacionalización de las Variables.....	44
3.8 Análisis, Interpretación y Discusión de Resultados .....	46
3.9 Presentación de resultados .....	47
<b>CAPÍTULO 4: INFORME TÉCNICO .....</b>	<b>49</b>
4.1 Título	49
4.2 Objetivos.....	49
Objetivo general. ....	49
Objetivos específicos. ....	49
4.3 Justificación .....	49

4.4 Exposición de los hechos .....	50
Prospectiva del riesgo de inundación.....	51
Fuente de Información. ....	51
Procedimiento y técnicas de análisis. ....	53
Procesos de cálculo. ....	54
4.5 Análisis de lo actuado.....	61
4.6 Resultados obtenidos .....	64
Caracterización hidrográfica. ....	64
4.7 Conclusiones del informe técnico .....	102
4.8        Recomendaciones del informe técnico .....	102
CONCLUSIONES.....	104
RECOMENDACIONES .....	107
BIBLIOGRAFÍA .....	108
ANEXOS.....	112

### **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Línea de Investigación.....	7
Tabla 2. Políticas de gestión de riesgo en escala mundial .....	16
Tabla 3. Operacionalización de las Variables Independientes .....	44
Tabla 4. Operacionalización de la Variable Dependiente .....	45
Tabla 5. Estaciones Meteorológicas .....	52
Tabla 6. Precipitaciones 1990-2013 (mm) .....	55

Tabla 7. Test de Tukey.....	56
Tabla 8. Prueba T.....	57
Tabla 9. Prospectiva del Riesgo de Inundación.....	59
Tabla 10. Clasificación de tamaños de cuencas .....	81
Tabla 11. Longitud de las corrientes de agua.....	82
Tabla 12. Cálculo de $hi(si)$ .....	93
Tabla 13. Cálculo de pendiente media por el método de cuadrículas.....	96
Tabla 14. Cálculo de la sumatoria del producto de ocurrencias y pendientes medias por intervalo de clase .....	98

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Amenaza de inundación en el cantón Vinces. Fuente Dutan et al., 2018. Presentación propia del autor. ....	3
<i>Figura 2.</i> La zona urbana del cantón Vinces y su cercanía al efluente. Fuente Google Earth. Presentación propia del autor. ....	4
<i>Figura 3.</i> La zona urbana del cantón Vinces y su vulnerabilidad a inundaciones. Fuente Suarez (2018).....	5
<i>Figura 4.</i> La zona urbana del cantón Vinces y su vulnerabilidad a inundaciones. Fuente Suarez (2018).....	5
<i>Figura 5.</i> La zona urbana del cantón Vinces y su vulnerabilidad a inundaciones. Fuente Suarez (2018).....	5
<i>Figura 6.</i> La zona urbana del cantón Vinces y su vulnerabilidad a inundaciones. Fuente RTS (2017). ....	8
<i>Figura 7.</i> La zona urbana del cantón Vinces y su vulnerabilidad a inundaciones. Fuente RTS (2018). ....	9
<i>Figura 8.</i> La zona urbana del cantón Vinces y su vulnerabilidad a inundaciones. Fuente RTS (2019). ....	9

<i>Figura 9.</i> Desbordamiento del Río Vinces en la zona urbana del cantón Vinces provincia de los Ríos, Ecuador. Valero (2019). .....	13
<i>Figura 10.</i> Modelo teórico sobre políticas de gestión de desastres para la adaptación del cambio climático. Mondragon (2020). .....	15
<i>Figura 11.</i> Impacto de los desastres naturales a escala mundial en billones de dólares norteamericanos entre 2005 y 2014 clasificados por el origen de la amenaza natural. UN Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction (2015). .....	20
<i>Figura 12.</i> Objetivos de Desarrollo Sostenible Organización de las Naciones .....	21
<i>Figura 13.</i> Mar de Guayaquil. Fuente: Marín, 2011. ....	30
<i>Figura 14.</i> Instrumento de investigación Cuestionario. Presentación del autor.....	39
<i>Figura 15 .</i> Estaciones Meteorológicas.....	53
<i>Figura 16.</i> Estación M409 y M466 .....	58
<i>Figura 17.</i> Curva IDF, estación M409.....	58
<i>Figura 18.</i> Curva IDF, estación M466.....	59
<i>Figura 19.</i> Zona Urbana del cantón Vinces. Fuente Google Earth. ....	60
<i>Figura 20.</i> Prospectiva del riesgo de inundación de la zona urbana del cantón Vinces. ....	61
<i>Figura 21.</i> Genero de las personas encuestadas. Fuente Google Forms. ....	62
<i>Figura 22.</i> Grupo de edades de las personas encuestadas. Fuente Google Forms. ....	62
<i>Figura 23.</i> ¿Qué tan probable es que se experimente inundaciones a causa de lluvias? Fuente Google Forms.....	62
<i>Figura 24.</i> ¿Qué tan probable es que sufra inundaciones a causa del desbordamiento del río? Fuente Google Forms. ....	63
<i>Figura 25.</i> ¿Qué tan probable es que las inundaciones del cantón sean a causa de su cercanía al río? Fuente Google Forms. ....	63
<i>Figura 26.</i> ¿Qué tan probable es que las inundaciones del cantón sean a causa de su cercanía al río? Fuente Google Forms. ....	63
<i>Figura 27.</i> Cuencas Hidrográficas de Ecuador. Fuente INAMHI.....	64

<i>Figura 28.</i> Cuenca Guayas. Fuente Google Earth. ....	65
<i>Figura 29.</i> Subcuencas Guayas. Fuente Google Earth. ....	65
<i>Figura 30.</i> Subcuenca del Río Vinces. Fuente Google Earth. ....	66
<i>Figura 31.</i> Microcuencas del Río Vinces. Fuente Google Earth.....	66
<i>Figura 32.</i> Corrientes de la Subcuenca del Río Vinces. Fuente Google Earth. ....	67
<i>Figura 33.</i> Divisoria de la Subcuenca del Río Vinces. Fuente Google Earth. ....	68
<i>Figura 34.</i> Corrientes de la Subcuenca del Río Vinces. Fuente Google Earth. ....	69
<i>Figura 35.</i> Área de la Subcuenca del Río Vinces. Fuente Google Earth.....	70
<i>Figura 36.</i> Perímetro de la Subcuenca del Río Vinces. Fuente Google Earth. ....	71
<i>Figura 37.-</i> Longitud del cauce principal de la Subcuenca del Río Vinces. Fuente Google Earth.....	72
<i>Figura 38.</i> Perfil del cauce principal de la Subcuenca del Río Vinces. Fuente Google Earth. ....	73
<i>Figura 39.</i> Longitud axial del cauce principal de la Subcuenca del Río Vinces. Fuente Google Earth.....	76
<i>Figura 40.</i> Orden de corrientes de la Subcuenca del Río Vinces. Fuente Google Earth. ....	79
<i>Figura 41.</i> Elevaciones de la Subcuenca del Río Vinces. Fuente Google Earth.....	86
<i>Figura 42.</i> Pendiente media del cauce principal de la Subcuenca del Río Vinces. Fuente Google Earth. ....	88
<i>Figura 43.</i> Tiempos de Concentración de la subcuenca del Río Vinces zona Urbana. Fuente indicada en la figura. * Considera como variable la pendiente del cauce principal. ** Considera como variable la pendiente media de la subcuenca hidrográfica. ....	91
<i>Figura 44.</i> Áreas contenidas entre curvas de nivel de la Subcuenca del Río Vinces. Fuente Google Earth. ....	92
<i>Figura 45.</i> Curva Hipsométrica de la Subcuenca del Río Vinces. Fuente Google Earth. ....	94



<i>Figura 46.</i> Distancia entre curvas de nivel de la Subcuenca del Río Vinces. Fuente Google Earth.....	95
<i>Figura 47.-</i> Crecimiento Urbano del cantón Vinces. Fuente Google Earth.....	99
<i>Figura 48.</i> Corriente de orden cinco en sector de crecimiento urbano. Fuente Google Earth.....	100
<i>Figura 49.</i> Riesgo de inundación en crecimiento urbano del cantón Vinces. Fuente Google Earth.....	100
<i>Figura 50.</i> Influencia de la subcuenca del Río Vinces en la zona urbana del cantón Vinces. Fuente Google Earth.....	101

## ÍNDICE DE ANEXOS

<i>ANEXO 1.- Instrumento de Investigación para medir la percepción social del riesgo de inundación.....</i>	112
<i>ANEXO 2.- Carta de Validación de procesos estadísticos aplicados en la prospectiva del riesgo de inundación del proyecto de investigación Gestión del Riesgo de Inundación para el Ordenamiento Territorial del cantón Vinces. ....</i>	113
<i>ANEXO 3.- Carta de Validación del instrumento de investigación cuestionario aplicado en la prospectiva del riesgo de inundación del proyecto de investigación Gestión del Riesgo de Inundación para el Ordenamiento Territorial del cantón Vinces. ....</i>	114
<i>ANEXO 4.- Carta de Validación de la técnica caracterización hidrográfica del proyecto de investigación Gestión del Riesgo de Inundación para el Ordenamiento Territorial del cantón Vinces.....</i>	115

## INTRODUCCIÓN

El riesgo de inundación es latente en America Latina y precisa de las realidades urbanas (Sevillano, 2021). Las múltiples afectaciones que produce a la población, ha inducido a su gestión mediante distintos instrumentos; entre otros el Ordenamiento Territorial, quien lo propicia por medio de un accionar basado en la prospectiva (Calderón y Frey, 2017). Sin embargo, es importante que la gobernanza sea consecuente para su efectividad (Sandoval y Sarmiento, 2018).

En Ecuador las inundaciones se presentan con ocurrencia y se pronuncian al tiempo que incrementa su población, así como también sus urbes (Estrada, 2021). Paucar (2016) comenta que las épocas lluviosas son incidentes del riesgo de inundación, esto en gran parte debido a la topografía de sus cuencas ubicadas en la región Litoral y a sus condiciones meteorológicas, esto sin separar, pero sí; con menor consideración de acorde a la magnitud de lo experimentado en las cuencas de la Amazonia y de la región Andina.

La provincia de los Ríos forma parte de las 24 provincias que tiene Ecuador; se ubica en la región Litoral del país y es reconocida como escenario de emergencias, producidas por las lluvias y la drenabilidad de sus cuencas; lo cual es evidencia por el incremento de caudal quien es directamente proporcional al incremento del nivel del efluente del Rio Vinces, esto según lo registrado en las estaciones de monitoreo “Su nivel superó los 6 metros, según el reporte de alertas hidrológicas del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología” (El Comercio, 2018).

El cantón Vinces perteneciente a la provincia de los Ríos, es considerado como propenso a inundaciones, por desbordamiento, en especial la zona urbana, debido a su topografía y cercanía al efluente del rio Vinces, lo cual deja en evidencia la vulnerabilidad de aquella zona. Valero y Mendoza (2015) afirman “El agua es un elemento esencial para el desarrollo humano en todos sus aspectos, y la predicción de su comportamiento es complejo” (p. 80). La antelación al comportamiento del efluente

causado por las precipitaciones y el entorno físico, resulta importante para el cantón a pesar de lo complejo que esto podría ser.

La coexistencia de los factores; amenaza y vulnerabilidad, condicionan el riesgo de inundación per se, en un entorno urbano (Sevillano, 2021). Moguel, Tejeda y García (2016), proponen su evaluación como indicio en su gestión, pues es importante su mitigación porque significa para la población salvar pérdidas de toda índole. Las inundaciones representan un peligro que ocasiona pérdidas humanas y económicas (Pérez, Gil y Quezada, 2021).

La Gestión del riesgo de inundación para el ordenamiento territorial del cantón Vinces, por lo antes mencionado se muestra necesario, pues es un importante aporte para la sociedad y al desarrollo del cantón. Valero (2020) identifica una baja efectividad en la planificación del territorio por la no consideración del riesgo que presenta el cantón. La presente investigación tiene por objetivo; evaluar el riesgo de inundación de la zona urbana del cantón, por medio de los factores amenaza y vulnerabilidad para su gestión mediante el ordenamiento territorial.

La investigación de enfoque cuantitativo, genera representaciones graficas que expresan el comportamiento de la sub cuenca del Río Vinces por medio de su caracterización hidrográfica, así como también; de las precipitaciones en distintos periodos de retornos; bajo la influencia del comportamiento dado por la intensidad, duración y frecuencia de las lluvias experimentadas. La caracterización hidrográfica en conjunto con la prospectiva de las precipitaciones del cantón, permitió evaluar el riesgo de inundación de su zona urbana.

## CAPÍTULO 1: MARCO GENERAL DE INVESTIGACIÓN

### 1.1 Tema

Gestión del riesgo de inundación para el ordenamiento territorial del cantón Vinces.

### 1.2 Planteamiento del problema

El cantón Vinces es parte de la llanura aluvial de la cuenca baja de Guayaquil, también conocida como llanura de inundación y sector de depósito de suelo aluvial proveniente de la cordillera. La topografía del lugar que se podría clasificar como escarpada por la variación de sus extremas pendientes; producen la sinuosidad del río Vinces, mismo que en época de lluvia llega al límite de su capacidad hídrica, desborde; lo que causa las inundaciones en la zona urbana del cantón (Dutan, Amaya, Nugra y Palacios, 2018).

El centro del cantón Vinces con un 46.10% de su superficie, presenta un muy alto nivel de amenaza de inundación, el sector sur, noroeste y noreste; con un 37.26% un alto nivel, mientras que el 16.26% en el sector sur y oeste presenta un nivel medio, quedando un 0.38% sin amenaza ubicado en el sector noreste en zonas altas del cantón. Los sectores con alto nivel de amenaza de inundación presentan pendientes promedio entre el 0% y 5%, y aquel sector con un nivel medio de amenaza presenta pendientes promedio entre el 0% y 12%, mientras que el sector con bajo o nulo nivel de amenaza presenta pendientes mayores al 25% (Dutan et al., 2018).

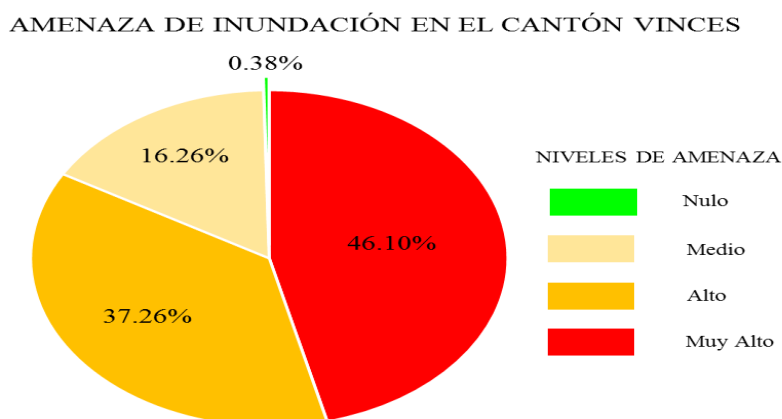


Figura 1. Amenaza de inundación en el cantón Vinces. Fuente Dutan et al., 2018.

Elaborado por: Valero (2021).

La zona urbana ubicada en el sector céntrico del cantón Vinces, se muestra vulnerable por la cercanía al efluente (Figura 2). Suarez (2018) muestra esta vulnerabilidad en las Figura 3, 4, y 5, pues resulta evidente el problema con el cual el cantón coexiste; lo que motiva a su evaluación con el fin de verificar si este se intensificará o no, con el paso del tiempo.



*Figura 2.* La zona urbana del cantón Vinces y su cercanía al efluente. Fuente Google Earth. Elaborado por: Valero (2021).



*Figura 3.* La zona urbana del cantón Vinces y su vulnerabilidad a inundaciones. Fuente Suarez (2018).



*Figura 4.* La zona urbana del cantón Vinces y su vulnerabilidad a inundaciones. Fuente Suarez (2018).



*Figura 5.* La zona urbana del cantón Vinces y su vulnerabilidad a inundaciones. Fuente Suarez (2018).

Las inundaciones son efecto del desbordamiento del efluente, a causa de las épocas lluviosas, insuficiente capacidad hídrica, reducciones en su curso, sinuosidad, y topografía (Valero y Hechavarría, 2020). La investigación propone la Gestión del riesgo de inundación para el ordenamiento territorial del cantón Vinces, la intervención en el cantón es necesaria, pues se lo ha evidenciado con los argumentos planteados con anterioridad.

### **1.3 Formulación del problema**

¿Cómo la evaluación de los factores amenaza y vulnerabilidad del riesgo de inundación en la zona urbana del cantón Vinces, permitirían su gestión en el Ordenamiento Territorial?

### **1.4 Sistematización del problema**

¿Cómo evaluar el factor amenaza del riesgo de inundación en la zona urbana del cantón Vinces?

¿Cómo evaluar el factor vulnerabilidad del riesgo de inundación en la zona urbana del cantón Vinces?

¿Cómo Ordenamiento Territorial podría gestionar el riesgo de inundación en la zona urbana del cantón Vinces?

### **1.5 Delimitación del problema de investigación**

Estudio del riesgo de inundación en la zona urbana del cantón Vinces en el periodo 1975-2021.

### **1.6 Delimitación de la investigación**

*Delimitación espacial:* Ecuador, provincia de los ríos, cantón Vinces, zona urbana.

*Área:* Gestión del Riesgo de Inundación.

*Temporal:* 1975-2021.

*Delimitación Amplia del Conocimiento: Ingeniería, Industria y Construcción.*

*Delimitación Específica del Conocimiento: Arquitectura y Construcción.*

## 1.7 Línea de investigación

Tabla 1. Línea de Investigación

*Línea de Investigación ULVR*

<b>Dominio</b>	<b>Línea Institucional</b>	<b>Línea de Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción</b>	<b>Sublínea de Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción</b>
Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de construcción eco-amigable, industria y desarrollo de energías renovables	Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción.	Territorio	Ordenamiento territorial, usos del suelo y urbanismo

Fuente: Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil. Elaborado por: Valero (2021).

## 1.8 Objetivo general

Evaluar el riesgo de inundación de la zona urbana del cantón Vinces por medio de los factores amenaza y vulnerabilidad para su Ordenamiento Territorial.

## 1.9 Objetivos específicos

- Identificar el factor amenaza del riesgo de inundación por medio de una prospectiva de lluvias para su evaluación.



- Identificar el factor vulnerabilidad del riesgo de inundación por medio de una caracterización hidrográfica para su evaluación.
- Medir la percepción social del riesgo de inundación en la zona urbana del cantón Vinces; para su evaluación.
- Elaborar un informe técnico por medio de la exposición de los hechos, análisis de lo actuado y los resultados obtenidos para la compilación de un todo cohesivo de la evaluación.

### 1.10 Justificación de la investigación

Las inundaciones en la zona urbana del cantón Vinces coexisten desde hace mucho tiempo, pues el Fenómeno del Niño las produce en los periodos comprendidos entre: a) 1972-1973, b) 1982-1983, c) 1997-1998.

En el año 2016 el río Vinces desborda e inunda la zona urbana del cantón (RTS La Noticia, 2016). El problema persiste en el año 2017, pues continúan las inundaciones (RTS La Noticia, 2017). En el año 2019 se contabilizó alrededor de 35 recintos afectados por inundaciones en el cantón (RTS La Noticia, 2019).



*Figura 6.* La zona urbana del cantón Vinces y su vulnerabilidad a inundaciones.  
Fuente RTS (2017).



*Figura 7.* La zona urbana del cantón Vinces y su vulnerabilidad a inundaciones. Fuente RTS (2018).



*Figura 8.* La zona urbana del cantón Vinces y su vulnerabilidad a inundaciones. Fuente RTS (2019).

### **1.11 Hipótesis de la investigación**

La gestión del riesgo de inundación por medio de la evaluación de sus factores amenaza y vulnerabilidad, contribuiría al ordenamiento territorial del cantón Vinces provincia de Los Ríos, Ecuador.

### **1.12 Variable independiente**

La gestión del riesgo de inundación por medio de la evaluación de sus factores amenaza y vulnerabilidad.

### **1.13 Variable dependiente**

El ordenamiento territorial del cantón Vinces provincia de Los Ríos, Ecuador.

## CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

### 2.1 Marco teórico

#### **La gestión del riesgo de inundación.**

La herramienta que aconseja, Gonzales (2021); para poder analizar la gestión del riesgo, al punto de poder describirlo; es el cuestionario, debido a que permite obtener la percepción de la población, en cuanto al trabajo realizado para mitigar el riesgo existente en el territorio. Además, logra conformar una data que, al ser estudiada por medio de procesos estocásticos, permite calcular las probabilidades de ocurrencia del riesgo para su gestión mediante el ordenamiento del territorio.

Londoño (2021) menciona que la probabilidad permite evaluar al riesgo de inundación y lo menciona como algo importante a considerar en el ordenamiento territorial. La evaluación permite identificar los factores del riesgo, mismo que podrían estar colindantes o dentro del territorio, que podrían ser de origen natural o antrópico, dando apertura a ordenar al territorio con una prospectiva de su vulnerabilidad y del impacto de las amenazas. Por otra parte, es importante reconocer que el cuestionario no es el único medio que permite estudiar al riesgo para su gestión, debido a que existen técnicas que permiten simular la iteración de los factores de riesgo.

Alfonso y Sierra (2021), en su estudio identifican intensos eventos hidrográficos. y llegan a comprenderlos, por medio de modelaciones. El estudio de los cuerpos de agua en el territorio por medio de la hidrografía, permite identificar el riesgo de inundación en un determinado sector por medio de una perspectiva del paso del agua en el territorio. La hidrografía es un medio importante en la evaluación del riesgo de inundación, en conjunto con la técnica modelación; logran representar un escenario cuya proximidad a la realidad dependerá de la calidad de la información con la cual se trabaje.

La gestión del riesgo implica la configuración de procedimientos y procesos que no necesariamente precisan de medidas estructurales. Arteaga (2021) en su investigación implementó medidas de tipo no estructural para gestionar las

inundaciones. La concesión de recursos intangibles pero importantes para la detección de riesgos, por se infiere en una gestión que se focaliza como una antesala de la configuración de medidas y acciones a implementar en el territorio. El cambio de uso de suelo o la designación de múltiples propósitos a distintos espacios, produce un cambio en la dinámica del riesgo; con tendencia a reducir.

El medio urbano que permite gestionar el riesgo de inundación, es el espacio público verde (Ybarra, Guadalupe y Gill, 2021). La zona urbana del cantón Vinces cuenta con el recurso espacio que podrían ser destinados a espacios públicos multipropósitos, a fin de dotar de medios que permitan que el cantón sea resiliente frente al riesgo de inundación; esto es posible por medio del accionar del ordenamiento territorial. Castellanos y Rodríguez (2021), consideran que la gestión del riesgo de inundación es una componente del ordenamiento territorial.

### **La política y la gestión del riesgo de inundación.**

Las políticas y el quehacer político aplicados en un determinado territorio, contribuyen de manera indirecta en la disminución del riesgo de inundación; por medio de una correcta ordenación del territorio, esto reconociendo los conceptos y componentes de: a) Peligro, b) Vulnerabilidad, y c) Riesgo. Perusset (2017). “Cabe Aclarar que, si bien partimos de comprender que los peligros existen, que son globales y que sus consecuencias son irreversibles” (p. 215). Martucelli (2017). “La vulnerabilidad es uno de los grandes términos que participan en el advenimiento de una nueva sensibilidad colectiva, más compasiva, frente a los fenómenos sociales” (p. 125). Hernández, Barrios y Ramírez (2016). “La determinación del riesgo por inundación se ha convertido en una práctica cada vez más recurrente, debido principalmente a la planeación urbana y a la mitigación de desastres” (p. 6).

El peligro o amenaza identificado en el área de estudio que considera la puesta de la investigación, es el Río Vinces; quien ha presentado desbordamientos en las épocas lluviosas, fenómeno que presuntamente es influenciado por la drenabilidad que presentan las aguas superficiales a causa de la deforestación. Gómez (2018) en su

estudio afirma. “Después de la tala, el volumen de flujo de tormenta en los 30 eventos de inundación monitoreadas en periodo de tratamiento de los tres años aumentó un 11% en general (...)” (p. 22). El incremento del nivel de amenaza puede ser evidente a corto plazo, debido a que en la actualidad se presentan síntomas de desbordamiento como se muestra en la imagen a continuación:



*Figura 9.* Desbordamiento del Río Vinces en la zona urbana del cantón Vinces provincia de los Ríos, Ecuador. Valero (2019).

El nivel de la Vulnerabilidad incrementa con la cercanía de la población al Río Vinces identificado como la amenaza en esta investigación, dejando como efecto consecuencias en la sociedad a causa de las transformaciones que experimenta el clima producto de la contaminación ambiental. “También resulta de vital importancia analizar la vulnerabilidad social para enfrentar las consecuencias del cambio climático” (Álvarez y Tuñón, 2016, p.126). Por otro lado, es reconocible que la exposición de la población a la amenaza no es un indicador de vulnerabilidad, sí en un momento dado se idealiza un alto nivel de resiliencia a las inundaciones, por medio de la incorporación de elementos en el territorio. Perles, Sortino, y Cantarero (2017) afirman que; “La vulnerabilidad del territorio frente a la inundación se define por el conjunto de características del mismo que le capacita para resistir en mejor medida el impacto de la inundación” (p. 349).

El riesgo de inundación disminuirá a consecuencia de la reducción de sus factores amenaza y vulnerabilidad, lo cual es posible mediante una la gestión del mismo por medio de la ordenación del territorio con políticas integrales. Perles, Olcina y Mérida (2018) indican que “a pesar de que las soluciones que se aplican durante esta década

siguen siendo de control hidráulico, comienza a hacerse evidente que la vía más efectiva para controlar el riesgo pasa necesariamente por una correcta gestión del territorio” (p. 424). Lo antes indicado no es pie para desmerecer el aporte que producen las obras hidráulicas en la gestión del riesgo de inundación, pero si los es para reconocer la eficacia que se podría obtener al ser coordinadas con una ordenación del territorio que considera las amenazas y vulnerabilidades existentes.

La ordenación del territorio es clave y fundamental para la prevención de riesgos de inundación. Una adecuada ordenación del territorio conlleva a una planificación urbanística racional, evitando las zonas de riesgos y reduciendo la vulnerabilidad de la sociedad, a la vez que se tiene en cuenta su importancia ambiental. (Oliva, 2019, p.73)

El crecimiento de un determinado territorio sin una adecuada ordenación del mismo, se realiza similar a la forma de una mancha producida por el derrame de aceite a superficie; es decir es impredecible y por lo general guiado por ofertas económicas inmobiliarias, que carecen de la sensibilidad y evaluación del riesgo retrospectivo y prospectivo, que si es en bien cubren la necesidad en tiempo presente, pero detienen el desarrollo y el bienestar social. Contreras y Odriozola (2016) afirman:

Las necesidades de ocupación de nuevos espacios debido al crecimiento espacial de las ciudades muchas veces dejan expuestas a la población que se instala áreas riesgosas debido a, entre otras cosas, la especulación inmobiliaria y a los reducidos valores del suelo de estos lugares. (p.92)

El control en el territorio es posible no solo con las políticas, es necesario también el quehacer político de la mano con una planificación que ordene el territorio de una manera integral; es decir que incorpore las problemáticas y las gestione armónicamente con un balance que regule el peso de las dimensiones: a) social, b) Medioambiental, y c) Económico.

En este sentido, la falta de un ordenamiento territorial, de una planificación urbana que contemple la ubicación de estos lugares riesgosos o bien, la inexistencia de un control riguroso que regule estas variables, son las principales responsables de los eventuales desastres o la concreción de algún determinado riesgo. (Contreras y Odriozola, 2016, p.92)

Las políticas y el quehacer político deben alinearse a un concepto que actualmente se denomina Seguridad hídrica Urbana y responder a un modelo teórico sobre políticas de gestión del riesgo de inundación, que en primera instancia promueva sobre el territorio el actuar preventivo, pero que en instancias posteriores no deseadas pero de ser requerido vele por la población por medio de un actuar reactivo, frente a los desastres que producen las inundaciones, así como también para la adaptación del territorio a los ya experimentados cambios climáticos.

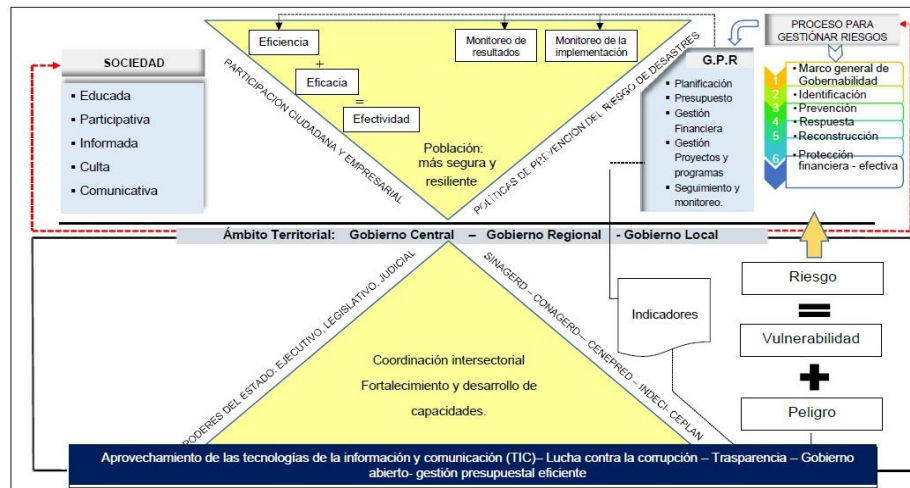


Figura 10. Modelo teórico sobre políticas de gestión de desastres para la adaptación del cambio climático. Mondragon (2020).

En su modelo Mondragon (2020) propone una política de gestión por resultado participativo, basado en un análisis prospectivo que determina escenarios de vulnerabilidad, en donde las inundaciones corresponden a un orden prioritario, reconociendo los desafíos que impone la naturaleza. Además, establece un ámbito territorial estimando: a) Gobierno Central, b) Gobierno Regional, c) Gobierno Local; y dictamina que las gobernanzas en conjunto con la ciudadanía y el sector privado deben utilizar estudios prospectivos frente escenarios de amenaza y trabajar para controlar la vulnerabilidad. Cárdenas (2018) indica. “Para crear programas y planes de gestión del riesgo se debe calcular el riesgo mediante la evaluación de amenazas y vulnerabilidad” (p.41).



Tabla 2. Políticas de gestión de riesgo en escala mundial

*Políticas de gestión de riesgo en escala mundial*

Periodo Temporal y Tipo de Gestión	Políticas de Actuación en la Emergencia	Políticas de Ordenamiento Urbano	Políticas de Comunicación y Concientización sobre riesgos
Gestión entre Desastres	<p>Modificación de la Junta Municipal de Defensa Civil, incluye Plan de Emergencia para inundaciones</p> <p>Decreto de nivel de Alerta Azul ante la situación de emergencia pluvial</p> <p>Creación de la Subsecretaría de Gestión de Riesgo</p> <p>Creación de una comisión investigadora para determinar responsabilidad del Ejecutivo Municipal en la inundación</p>	<p>Construcción de viviendas y relocalización de personas afectadas por la inundación</p> <p>Creación de la Unidad Municipal de Planificación Urbana y Territorial</p> <p>Construcción de viviendas para afectados por la inundación en el marco de la "Propuesta de vivienda y urbanización</p>	<p>Plan de Contingencia</p> <p>Programa Cuidemos nuestras defensas, concientización sobre la obra pública</p>

Gestión de riesgo desplegada a partir de que las inundaciones se vuelven un tema nodal de la agenda pública	Sistema municipal de Gestión de Riesgo  Creación de la comisión de seguimiento de la Emergencia Hídrica	Desarrollo de un nuevo Plan Urbano. Reglamento de Ordenamiento Urbano  Plan de regulación Nominal	Plan de Contingencia  Creación de la Dirección de Gestión de Riesgo  Creación de la Dirección de Comunicación de Riesgos  Acciones de concientización acerca del riesgo de obstruir desagües con basura Secretaria de Cultura
	Solicita la creación de un mapa de zonas afectadas por la inundación de 2007	Traslado y reubicación de vecinos asentados en la zona de Playa Norte	

---

Nota: Los riesgos en el tamiz de la agenda pública. Fuente: Beltramino y Filippón (2018). Elaborado por: Valero (2021).

El beneficio de identificar e interrelacionar las políticas de gestión de riesgo es importante, debido a que se puede establecer rutas que permitirán mitigar el riesgo de inundación y facilita el actuar durante el desastre. Beltramino y Filippón (2018) en su cuadro muestran políticas de gestión de riesgo a escala mundial enfocadas a las inundaciones, e identifican tres tipos de políticas: a) Políticas de actuación en la emergencia, b) Políticas de ordenamiento Urbano, y c) Políticas de Comunicación y concientización sobre riesgos; así como también identifican dos tipos de gestión: a) Gestión entre Desastres, b) Gestión de riesgo desplegada a partir de que las inundaciones se vuelven un tema nodal de la agenda pública.

Los extremos climáticos actuales se suscitan con frecuencia, lo que produce la demanda de adaptación como una necesidad para mejorar la capacidad para absorberlos a tal forma que las actividades en el territorio sufran un menor impacto; lo cual es posible con: a) El recurso informativo objetivo y fiable, b) La toma de decisión, y c) Antelación a los sucesos (López y Melgarejo, 2020). La dinámica que se ha evidenciado en el clima tiene su efecto en la gestión del riesgo de inundación, Olcina (2020) afirma “El tratamiento del riesgo de inundación ha experimentado cambios notables en las últimas décadas, tanto en los aspectos de análisis como de las acciones para su reducción” (p.22). Llasat (2020) alega que el impacto de las inundaciones ha tenido un cambio en los últimos años y que esto se debe a los cambios en el uso del suelo y las políticas de actuación.

### **Las políticas de desarrollo sustentable.**

La gestión urbana en el cantón Vinces, denota la ausencia del reconocimiento del riesgo de inundación, a pesar de la recurrencia de este desastre natural, a razón de esto resulta importante realizar un modelo de gestión urbana que responda frente a situaciones de riesgo de inundación por medio del estudio de alternativas posibles integradoras con los fenómenos sociales de los estados de peligrosidad, vulnerabilidad, emergencia, rehabilitación y reconstrucción urbana, bajo el principio de políticas de desarrollo sustentable.

Las políticas de desarrollo deben estar enmarcadas en un acoplamiento armonioso con la naturaleza, como un compromiso que deben tomar las autoridades municipales del cantón Vinces; teniendo como punto de orientación las puestas ante la existencia de problemas de las distintas autoridades municipales de Latinoamérica que gestionan territorios propensos a fenómenos socio-naturales. Se reconoce al fenómeno socio-natural, como la negación de la existencia conceptual del desastre natural; sustentando dicha teoría en la ausencia de entidad física, por lo que se describe al desastre como la ausencia o falta de preparación para manejar sus efectos, lo cual nuevamente direcciona a recaer en la necesidad de plantear procesos en la Gestión del Riesgo, basados en principios preventivos, colectivos y prospectivos.

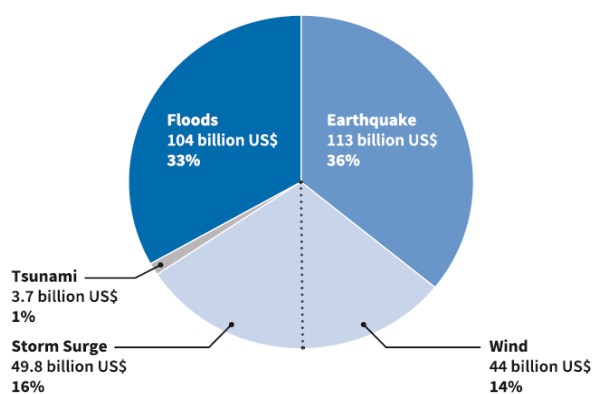
La puesta de procesos y políticas para la construcción del riesgo, basados en escenarios suscitados, es de gran valor en gestión del riesgo de inundación; esto podrá permitir asimilar una conceptualización de procesos que interrelacionan el medio ambiente, la construcción social del riesgo, desastre y gestión ambiental urbana; procesos que reconocen la incidencia de la urbanización en los cambios físicos naturales existentes. La interrelación planteada induce a la formulación de una agenda de investigación y acción, donde intervienen una diversificada nómina de autores sociales, situación basada en una participación sustentable.

Se denota el traslado del riesgo consecuente en respuestas a medidas estructurales adoptadas por las autoridades locales de Chiapas-México, como plan de rehabilitación pos-desastre. Las autoridades locales reubicaron a la población afectada por el desastre de inundación, sin considerar un posible aislamiento social. Se cuestiona el actuar de estas autoridades en vista que sus acciones se limitó en la reducción parcial y temporal de los riesgos, mas no en la mitigación a largo plazo; lo cual está enmarcado en un enfoque reactivo, que contribuye en las pérdidas económicas producto del desastre natural; esto es un real y claro ejemplo que deja al descubierto la necesidad de plantear políticas de desarrollo sustentables, que respondan a un análisis de los distintos fenómenos sociales y naturales.

La búsqueda de estrategias de adaptación desarrollada por décadas entre el hombre, la sociedad, y el medio ambiente; se reflejan en el Ordenamiento Territorial y contemporáneamente en la Gestión del Riesgo. Se plantea la idea de relacionar a la gestión ambiental y de riesgo con el ordenamiento territorial. La investigación destaca las ventajas que produce la existencia de una entidad con autonomía administrativa desvinculada de todo aspecto gubernamental, que desarrolle un modelo de gestión de riesgo de inundación en el ordenamiento Territorial.

## La economía y el impacto de las inundaciones.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (como se citó en Estrela, 2020) indica que la calidad de la gobernanza está ligada a políticas relacionadas con las inundaciones y la inclusión de los actores sociales en la toma de decisiones. Escuder (2020) “En el espectro de la gobernanza, el tema de la gestión de riesgos se ha convertido además en un aspecto muy relevante tanto desde el punto de vista teórico como práctico” (p.648). En efecto es acertada la relación debido a que a nivel mundial es reconocido el impacto negativo que causan las inundaciones a la economía de un territorio.



*Figura 11.* Impacto de los desastres naturales a escala mundial en billones de dólares norteamericanos entre 2005 y 2014 clasificados por el origen de la amenaza natural. Fuente: UN Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction (2015).

El impacto de la economía por desastres naturales a nivel mundial específicamente los causados por las inundaciones es alto y similar al causado por los sismos, esto debe demandar la atención de los gobernantes para su gestión, en proa de un desarrollo sustentable por medio de la resiliencia y la reducción de la vulnerabilidad en el territorio. La Agenda 2030 (como se citó en Sánchez, Aparicio, y Arrazola, 2020) es reconocida como un medio eficaz para lograr la resiliencia salvaguardando el ambiente, la salud, y la seguridad social.



*Figura 12.* Objetivos de Desarrollo Sostenible Organización de las Naciones Unidas. Fuente ODS (2015).

López y Melgarejo (2020) asocian el crecimiento de daños con fenómenos naturales y explican que este comportamiento es el resultado de la acumulación de exposición que produce el crecimiento económico y la urbanización. Lo cual no es intransigente de pensar debido a que en la actualidad se observan los perjuicios que causa en la sociedad la no evaluación del riesgo o la no percepción del mismo, frente a fenómenos atmosféricos en el cantón Vinces y en distintas partes de Ecuador. Pascual (2020) afirma que, a pesar de la existencia de innumerables estudios sobre el origen y efecto de las inundaciones, aun no se dispone del medio que permita mitigar sus consecuencias efectivamente, por tal motivo estas son los mayores causantes de daño en vidas como en coste económico.

### **La percepción social de vulnerabilidad a inundación.**

Se reconoce como factores que inciden en el riesgo de inundación; parámetros dentro de la caracterización hidrográfica, las condiciones meteorológicas, las propiedades físicas, químicas y mecánicas del suelo, el cambiante uso del suelo, condiciones morfológicas del territorio y la deforestación con variables fines. A razón de la existencia de variables factores incidentes en el riesgo de inundación, se reconoce complejo discernir en una causal aislada; sin embargo, se plantea interrelacionar estos factores en una discretización dada por tres grupos; factores naturales, factores influenciados por la mano del hombre, factores sociales o antrópicos; discretización que aún se podría sintetizar al relacionar los factores naturales con los factores sociales o antrópicos, dando lugar a reconocimiento de los factores socionaturales; todo esto a fin de lograr explorar las causales del riesgo de inundación habidas en la zona urbana del cantón Vinces.

Dentro de los factores siconaturales se destaca: el uso del suelo, manejo de presas y la construcción de obras hidráulicas; el siguiente caso de estudio enmarca estos tres factores siconaturales. El caso de estudio analiza las causas de un desastre de inundación del 2007 en Tabasco, México; el caso de estudio en análisis es considerado de gran valor en el presente proyecto de investigación, por la similitud a nuestra realidad local; el cantón Vinces tiene influencia directa del más grande proyecto hídrico de Ecuador denominado Traspase Daule Vinces, el cual fue inaugurado en diciembre del 2015; el cantón Vinces ha sufrido épocas de tala indiscriminada de árboles con fines varios, situaciones similares en el caso de estudio descrito con anterioridad y que se analizará a continuación.

Por razonamiento analítico se puede deducir que a efecto de la erosión en la cuenca hidrográfica del río Vinces las corrientes de agua en épocas de lluvia podrían transportar suelo erosivo, provocando que el cauce principal; Río Vinces, presente acumulación de sedimento lo cual produce pérdida de la capacidad por sección hidráulica provocando el desbordamiento del mismo. Las obras hidráulicas generan un impulso social económico en un determinado territorio; sin embargo, el no adecuado manejo de estas obras o a su vez la inconsistencia en la consideración de parámetros que regulen la capacidad de las mismas en el diseño; podrían ser precursores de desastres que generen un mayor impacto negativo frente al beneficio proyectado.

Al intervenir la sociedad como un fenómeno e interactuar con el fenómeno natural, se logra analizar cuál es la percepción social de la vulnerabilidad a las inundaciones, a fin que las decisiones y acciones humanas consideren la existencia del riesgo de inundación al cual se podría someterse, esto da indicio a la conceptualización de un cantón que responda de una manera preventiva y en caso de emergencias reactiva, frente a las situaciones adversas que podrían darse por desastres naturales en específico las inundaciones; todo esto destinaría al cantón Vinces a seguir el camino hacia una ciudad resiliente.

la percepción social de vulnerabilidad y análisis articulado de un valioso potencial literario, de factores naturales mediante el empleo de sistemas de información geográfica y la identificación de los procesos antrópicos aportantes al desastre socio-naturales locales; permitirá mitigar el riesgo de inundación por medio de una gestión integrada, situación que contribuirá en la preservación social y economía cantón Vinges; no hay duda que la percepción social de vulnerabilidad al riesgo de inundación juega un papel muy importante en la gestión del riesgo.

### **El análisis retrospectivo y la vulnerabilidad social.**

La investigación sustenta que una adecuada intervención como territorio, frente a una amenaza natural se logra por medio de una estricta revisión literaria y procesos estocásticos basados en información; que permitan el planteamiento de procesos direccionados a reducir la vulnerabilidad ante desastres naturales. Por medio del análisis retrospectivo, se podrá identificar si la exposición al riesgo de inundación, de la población en el paso del tiempo; influye en los sucesos que han evidenciado la existencia de vulnerabilidad.

El análisis retrospectivo puede ser realizado por medio de fotografías aéreas, que denoten la situación habida del territorio, enfocada en la impermeabilización como una característica de la cuenca del río Vinges, en un determinado intervalo de tiempo. impermeabilización producida a causa del crecimiento de la mancha urbana, factor de gran influencia en el proliferante riesgo de inundación del cantón Vinges.

Usualmente se imponen una relación entre el riesgo y el grado de peligrosidad al estudiar la gestión del riesgo, situación que en bien es significativa, pero adolece de escenarios integradores en el marco conceptual. Se plantea como escenarios integradores la Exposición y la Vulnerabilidad; siendo estos los que permitan obtener nuevas arterias conceptuales en la gestión de riesgo. Basados en sucesos se considera que las inundaciones son efectos de cuyas causas son imprecisas de control, sin embargo, se plantea que al regular la exposición con el enfoque de disminuir la vulnerabilidad, por medio del Ordenamiento Territorial; se dejaría de contribuir en el incremento del riesgo de inundaciones de la población del cantón Vinges.



La carencia y minusvaloración del concepto de vulnerabilidad del medio humano situación también reconocida como vulnerabilidad social, frente al riesgo de inundación es notorio en nuestra realidad cíclica y en la realidad de países vecinos; en los que se antepone la peligrosidad generada por la exposición, antes que la vulnerabilidad causada por dicha exposición. Planificar el territorio en búsqueda de satisfacer las necesidades de asentamientos humanos informales es el escenario que muestra nuestra realidad cíclica; escenario que nos obliga a que nuestros Ordenamientos Territoriales tengan un enfoque reactivo a más de preventivo.

Proponer un enfoque preventivo a más de reactivo, frente amenazas socio-naturales; será un indicio en la disminución de la vulnerabilidad al riesgo de inundación de la población urbana del cantón Vinces; situación que en la actualidad y frente al proliferante cambio climático debe ser prioridad para las autoridades municipales, las mismas que deberán respaldarse de estudios guías en su gestión. El presente proyecto de investigación será un aporte para las autoridades municipales del cantón Vinces, y propone un enfoque preventivo a más de reactivo por medio del diseño de procesos para la gestión del riesgo de inundación; lo cual genera un aporte importante en la capacitación de los actores sociales, de un territorio que es propenso a fenómenos socio-naturales.

En la provincia de los ríos, cantón Vinces; así como en las distintas provincias del Ecuador, se tiende a responder frente a desastre naturales con actividades de rehabilitación y reconstrucción, esquema que se pretende no excluir, pero si diluir por medio de procesos de gestión de riesgo de inundación preventivos como un insumo para el Ordenamiento Territorial. Es importante reconocer que la gestión del riesgo de inundación, será efectiva cuando se considere la realidad local, para lo cual es necesario sustentarla mediante un análisis retrospectivo del territorio, en vista que la vulnerabilidad producto de la exposición está dada en función de las condiciones particulares del territorio.

Es importante reconocer que la gestión del riesgo de inundación, será efectiva cuando se considere la realidad local, para lo cual es necesario sustentarla mediante un análisis retrospectivo del territorio, en vista que la vulnerabilidad producto de la exposición está dada en función de las condiciones particulares del territorio, como por ejemplo la incidencia de un fenómeno natural; quien, al interactuar con el comportamiento de la sociedad, se reconoce como fenómeno socio natural.

### **La tecnología y las condiciones meteorológicas locales.**

La adaptabilidad en aplicación de los Sistemas de Información Geográfica en distintos campos de estudio, induce a emplearlo en la Gestión del Riesgo de Inundación como un potencial en el estudio del Territorio y la vulnerabilidad a desastres naturales por medio de escenarios tales como; cartografía del territorio, regionalización de información meteorológica, sectorización de áreas inundables, caracterización morfométrica, y caracterización fisiográfica; escenarios que permiten identificar el origen de la problemática y plantear la ordenación del territorio a medida que responda a la mitigación del riesgo frente a desastres naturales.

El Empleo de los Sistemas de Información Geográfica es de gran ayuda para identificar, evaluar y mitigar, el riesgo de inundación en un determinado territorio; porque permite crear escenarios a partir de información de campo representativa de la realidad local. En la actualidad el Sistema de Información Geográfica es muy usado en los sistemas municipales catastrales, situación que nos permite identificar el grado de exposición que presenta la zona urbana frente al riesgo de inundación.

En Ecuador el Sistema de Información Geográfica es empleado por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, el cual nos brinda la información primaria para el análisis de la peligrosidad de inundación de las distintas regiones del Ecuador. El análisis de la peligrosidad de inundación es logable partiendo de la información que se registra en los Anuarios Meteorológicos, información que es recolectada de las distintas estaciones meteorológicas que existen en el país y que cuantifican: precipitación, humedad relativa, temperatura del aire a la sombra, punto de rocío,

tención de vapor; información de gran valor en el análisis del riesgo de inundación de un determinado territorio.

El estudio del territorio por medio del Sistema de Información Geográfica empleado por el software ArcGIS, es una alternativa rentable a elección, permite trasponer distintas capas temáticas a fin de identificar las causas del riesgo de inundación, como lo es la exposición y su efecto, la vulnerabilidad; dentro de las distintas capas temáticas podemos resaltar: censos, catastros, cobertura vegetal, topografía, geología, hidrología, hidrografía, factores políticos, factores económicos, factores sociales, factores tecnológicos, factores ecológicos, factores legislativos; capas temáticas que traspuestas darán como resultado un escenario muy aproximado a la realidad, con el cual se podrá identificar y analizar los distintos riesgos de inundaciones presentes en el territorio.

El Sistema de Información Geográfica, a más de ser una herramienta de gran valor en la mitigación del riesgo de inundación, se ha convertido en una estrategia dentro del Ordenamiento Territorial. Por otra parte, se reconoce a la precipitación como un factor preponderante de las crecidas, esta a su vez productora de las inundaciones; situación que refleja la necesidad de conocer la estructura espacio-temporal de las precipitaciones, la caracterización fisiográfica y las características físicas-mecánicas del suelo de la cuenca de drenaje, a fin de identificar las áreas con mayor potencial de inundación dentro del territorio en estudio.

Conceptualizar el riesgo de inundación bajo la perspectiva de la caracterización hidrográfica de la cuenca del río Vinces, es una estrategia que permitirá estudiar el territorio a manera de comprender el comportamiento del mismo frente a las precipitaciones orográficas locales registradas por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología; las características hidrográficas de la cuenca del río Vinces, podrían representar considerables factores en la intensificación de las crecidas, lo cual sería un indicador de la génesis del riesgo de inundación en la zona urbana del cantón Vinces. En vista que se debe considerar muchos más grados de

libertad en el análisis de la génesis del desastre natural por inundación; no es recomendable penalizar solo a las precipitaciones.

Caracterizar la cuenca hidrográfica del río Vices implica determinar parámetros tales como: clasificación por el tamaño de la cuenca, tipificación por su drenaje final, identificar de la divisoria, clasificación de los cursos de agua, identificación del área de drenaje, identificación de la forma de la cuenca, identificación del orden de las corrientes de agua, identificación de la densidad de drenaje, identificación de la extensión media de la escorrentía superficial, determinar la sinuosidad de la corriente de agua, identificar pendiente de la cuenca hidrográfica, generar la curva hipsométrica de la cuenca, determinar la elevación media de la cuenca, determinar la pendiente de la corriente principal o cauce, determinar las propiedades físicas, químicas y mecánicas del suelo; parámetros que en conjunto con las condiciones meteorológicas que registra el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología; nos permitirá estudiar el territorio a fin de reconocer la forma fluvial e identificar aquellos factores que inciden en el riesgo de inundación de la zona urbana del cantón Vices.

El estudio del territorio bajo la conceptualización descrita, permitirá identificar unidades hidrogemomorfológicas que al diseñar los procesos de la gestión del riesgo de inundación con una perspectiva preventiva a más de reactiva, sirvan como semáforos de alerta durante el ordenamiento territorial del cantón Vices, con la identificación de estas superficies consideradas como unidades hidrogeomorfológicas y a su vez la identificación de superficies de bajo o en lo posible carente de riesgos de inundación; se podrá encaminar al crecimiento urbano en una ruta que garantice un desarrollo social y económico que guarde armonía con la naturaleza, todo esto a raíz de un adecuado estudio del territorio.

### **La prospectiva del riesgo de inundación.**

En Ecuador las épocas lluviosas son incidentes del riesgo de inundación, esto en gran parte debido a la topografía de sus cuencas ubicadas en la región Litoral y a sus condiciones meteorológicas, esto sin separar, pero sí; con menor consideración de

acorde a la magnitud de lo experimentado en las cuencas de la Amazonia y de la región Andina.

El Ecuador es uno de los países de la región andina con mayor probabilidad de ocurrencia de desastres principalmente por la incidencia de fenómenos extremos de origen geológico (sismos, erupciones volcánicas y deslizamientos) e hidrometeorológicos (inundaciones y fenómeno El Niño), así como el incremento de la vulnerabilidad (inadecuado uso del suelo, densidad poblacional e incremento de la frontera agrícola) (Paucar, 2016).

La provincia de los Ríos forma parte de las 24 provincias que tiene Ecuador; se ubica en la región Litoral del país y es reconocida como escenario de emergencias, producidas por las lluvias y la drenabilidad de sus cuencas; lo cual es evidencia por el incremento de caudal el cual es directamente proporcional al incremento del nivel del efluente del Rio Vices, esto según lo registrado en las estaciones de monitoreo “Su nivel superó los 6 metros, según el reporte de alertas hidrológicas del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología” (El Comercio, 2018).

El cantón Vices perteneciente a la provincia de los Ríos, es considerado como propenso a inundaciones, por desbordamiento, en especial la zona urbana, debido a su topografía y cercanía al efluente del rio Vices, lo cual deja en evidencia la vulnerabilidad de aquella zona. “La Secretaría de Gestión de Riesgos revisa y evalúa los planes de contingencia de los municipios de Montalvo, Urdaneta, Vices y Baba, que son parte de los cantones más proclives a inundaciones por desbordamientos de ríos” (El Comercio, 2018).

El riesgo de inundación a nivel de país, provincia y cantón es evidente, palpable e intrínseco; lo cual produce que sea un fenómeno atractivo, importante y pertinente de analizar para su gestión en un marco político dentro de la ordenación del territorio del cantón Vices.

La gestión del riesgo actualmente se presenta como una serie de políticas orientadas a la prevención, alerta, intervención en situaciones de emergencia y recuperación luego del desastre, sin embargo, la falta de articulación de esta misma gestión con la planificación del territorio

y el conocimiento producido por los expertos trae como resultado una serie políticas ineficaces (Cárdenas, 2018).

La prospectiva del riesgo de inundación, es una herramienta de enfoque similar al de un sistema de alerta temprana (SAT). El objetivo del sistema es evaluar al territorio desde su gestión, para proponer alternativas que garanticen mejoras en las respuestas frente a desastres naturales; es decir genera con anticipación al ciclo del desastre los posibles efectos producentes en el territorio (Pérez, 2017).

El estudio está focalizado en exponer los rasgos producentes del riesgo de inundación. El principal objetivo de esta investigación es presentar un indicador sintético de la amenaza que tiene sustento en sistemas de información geográfica y meteorológica; “Gracias al uso de herramientas de los sistemas de información geográfica, estas zonas se relacionan con rasgos del territorio como la topografía y la hidrografía, verdaderos elementos de peligro en el área de estudio” (Cardoso, 2017).

La investigación sustenta que una adecuada intervención como territorio, frente a una amenaza natural se logra por medio de una estricta revisión literaria y procesos estocásticos basados en información de campo; que permitan el planteamiento de procesos direccionados a reducir la vulnerabilidad ante desastres naturales “Cuanto más asentamientos humanos y población haya en un territorio, mayor será la vulnerabilidad humana ante las amenazas” (Reyes y Fernández, 2015).

Por medio del análisis retrospectivo, se podrá identificar si la exposición al riesgo de inundación, de la población en el paso del tiempo; influye en los sucesos que han evidenciado la existencia de vulnerabilidad.

La carencia y minusvaloración del concepto de vulnerabilidad del medio humano situación también reconocida como vulnerabilidad social, frente al riesgo de inundación es notorio en nuestra realidad cíclica y en la realidad de países vecinos; en los que se antepone la peligrosidad generada por la exposición, antes que la vulnerabilidad causada por dicha exposición. En la provincia de los ríos, cantón

Vinces; así como en las distintas provincias del Ecuador, se tiende a responder frente a desastres naturales con actividades de rehabilitación y reconstrucción, esquema que se pretende no excluir, pero sí diluir por medio de procesos de gestión de riesgo de inundación preventivos como un insumo para el Ordenamiento Territorial.

### **Incidencia del área aguas arriba de la zona geográfica del cantón Vinces.**

Luego de la última era glacial el Río Vinces al igual que el cantón Vinces no existían, en su ubicación se desarrollaba lo que se denominó el mar de Guayaquil con una profundidad de aproximadamente dos kilómetros y aligerado por la cordillera de los Andes y la cordillera Chongón Colonche (Marín, 2011).



*Figura 13.* Mar de Guayaquil. Fuente: Marín, 2011.

El Río Vinces tiene incidencia de la cordillera de los Andes a la altura del cantón Sigchos provincia de Cotopaxi sector que se podría considerar como el parte agua de una serie de ríos que llevan el nombre de los cantones, parroquias o recintos por donde transita. De la Cordillera de Los Andes el curso de agua se desarrolla por la parroquia Santa María del Toachi, este río es denominado El Río Toachi Grande tiene inicio 1050 metros sobre el nivel medio del mar, en las faldas de la cordillera de los Andes.

El Río Toachi Grande, se une al Río Baba quien tiene inicio a 550 metros sobre el nivel medio del mar, entre los recintos La Lorena y García Moreno de la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, de esta unión resulta el Río Quevedo; quien tiene inicio a 150 metros sobre el nivel medio del mar transita por: 1) La Represa Multipropósito Baba, ubicada en el cantón Buena Fe; 2) La ciudad San Jacinto de Buena Fe, cabecera cantonal del cantón Buena Fe; 3) Se une el Río San Pablo, proveniente del cantón la Maná provincia de Cotopaxi; 4) El cantón Quevedo, 5) El cantón Mocache, 6) Hacienda Aguacatal de las Garzas ubicada en la parroquia Palenque; hasta convertirse en el Río Vinces. El Río Vinces recibe el agua del Río Quevedo a 30 metros sobre el nivel medio del mar y la transita por: 1) Playa La Reserva, 2) El cantón Palenque, hasta llegar a la zona urbana del cantón Vinces, de la provincia de los Ríos, objeto de estudio en la investigación.

### **Los fenómenos del Niño de 1972-1973, 1982-1983 y 1997-1998**

El fenómeno del niño de 1972-1973 fue caracterizado como intenso, se desarrolló por el paso de las aguas tropicales originarias del Golfo de Panamá, en el mes de enero de 1972 en mar ecuatorial en donde emite con nimia contribución el Golfo de Guayaquil; en los meses de febrero a marzo resulta en mar peruano; y finaliza en febrero de 1973 (INOCAR, 1983). El Niño es la denominación que se le da a un comportamiento altamente variado de las temperaturas del océano, produjo desde 1972 a 1973, inundaciones, pérdidas de vidas humanas, perdidas económicas y pérdida de la biodiversidad.

El Niño azoto a Ecuador; este fenómeno también se hace presente desde 1982 hasta 1983, nuevamente coincide con anomalías en cuanto a temperatura del Océano Pacífico, se lo categoriza como el más fuerte considerando el impacto económico que este generó a causa de la falta de preparación frente a su retorno y a efecto de desbordamientos de ríos e inundación de campos. Las lluvias arremetieron a la zona costera de Ecuador (El Comercio, 2009).

El Comercio (2009) publica que Ecuador recibe preparado al Niño suscitado desde 1997 hasta 1998, este es caracterizado como el más potente considerando las condiciones meteorológicas con las cuales se mostraron, se registra su mayor



significancia en cuanto a la temperatura del Océano Pacífico (NOOA, 2015). La investigación referencia a los años; 1972-1973, 1982-1983 y 1997-1998, porque en aquellos se pronuncian las cimas de los Niños que tienen incidencia directa con la temperatura del Océano Pacífico y en aras de que la zona urbana del cantón Vinces, este preparado ante el retorno del Niño de tales magnitudes; realiza su cometido con la intervención del presente estudio.

## **2.2 Marco conceptual**

### **Gestión.**

Proceso documentado que busca determinar las pautas para la solución de un problema (Areiza, Pulido y González, 2021).

### **Riesgo.**

Posibilidad de un evento no deseado de magnitud proporcional al producto de la amenaza y vulnerabilidad que lo producen (Sánchez y Barrera, 2021).

### **Inundación.**

Presencia de nivel de agua sobre niveles de elementos urbanos como, por ejemplo:  
1) Calles, 2) Parterres, 3) Aceras, 4) Áreas verdes, etc.

### **Gestión del riesgo de inundación.**

Proceso documentado que busca mitigar las posibilidades de presencia de nivel de agua sobre zonas urbanas (Morote y Souto, 2020).

### **Ordenamiento territorial.**

Instrumento con el cual se asigna usos de suelos y genera dinámicas urbanas en un determinado territorio (Vasquez y Delgado, 2021).

## 2.3 Marco Legal

1. Constitución de la República del Ecuador: Art 389 ,390
2. Ley de Seguridad Pública y del Estado: Capítulo 3 Art.11
3. Reglamento de la Ley de Seguridad Pública y del Estado: Art3,18,19,24
4. Código Orgánico Organización Territorial Autonomía Descentralización (COOTAD): Art.140
5. Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas (COPLAFIP): Art 64
6. Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública. Numeral 5.1 bajo el título de situaciones de emergencia.
7. Plan Nacional de Desarrollo para el “Buen Vivir” 2013 - 2017: Objetivo # 3

En la Constitución de la República del Ecuador se reconoce al Estado como el protector de personas, colectividades y naturaleza; frente a los eventos de consecuencias negativas originarios de fenómenos naturales o antrópicos, por medio de medidas preventivas y en el caso de no absorber reactivas a razón de bajar los niveles de vulnerabilidad por medio de la gestión del riesgo y con el fortalecimiento de los ejes de la sustentabilidad: a) Social, b) Económica, y c) Ambiental (Art. 389).

La gestión del riesgo tiene como principio la descentralización, pero con rectoría del Estado por medio de sus organismos, asignando la responsabilidad directa entorno a delimitación geográfica, a los Gobiernos Autónomos Descentralizados y en caso de que alguno demuestre la no suficiente capacidad para gestionar el riesgo, recibirán el apoyo del o los GAD que estén en condiciones de asistirlo sin relevarlos de responsabilidad y conservando el respeto de autoridad en su territorio (Art. 390).

Con enfoque a mejora en la Constitución de la República del Ecuador se debe incorporar un cambio en las funciones principal de los organismos técnicos establecidos en la ley para la rectoría del Estado, este cambio deberá no solo asegurar

que todas las Instituciones Públicas y Privadas incorporen obligatoriamente y en forma transversal la gestión de riesgo en su planificación y gestión, sino que también se asegure la correcta y contundente aplicación de la gestión del riesgo por medio de procesos de investigación y lineamientos de control.

La Ley de Seguridad Pública y del Estado permite interpretar que es obligación de las entidades públicas y privadas, nacionales, regionales y locales, adoptar medidas para gestión dentro de sus límites territoriales y políticos; que permitan, prevenir, contrarrestar, reducir y mitigar; riesgos de origen natural y antrópicos, lo cual será de vigilancia del Estado por medio de su rectoría a través de la Secretaria Nacional de Gestión de Riesgo, reconocida a partir del 2018 por disposición del Presidente de la Republica, Lenin Moreno, como Servicio Nacional de Gestión de Riesgo y Emergencia (Capítulo 3, Art.1).

El Reglamento a la Ley de Seguridad Pública y del Estado, dictamina que el Servicio Nacional de Gestión de Riesgo y Emergencia el cual reconoceremos en esta investigación como SNGRE y antes reconocido en el marco legal de la Gestión del Riesgo como la Secretaria Nacional de Gestión de Riesgo; actúa como órgano rector y ejecutor del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgo el cual reconoceremos en esta investigación como SNDGR y es de su competencia: a) Identificar riesgos y reducir vulnerabilidad que aqueje al territorio de Ecuador, b) Dar acceso y difundir contenido informativo oportuno y suficiente a fin de adecuadamente gestionar el riesgo, c) Dar seguridad que las instituciones públicas y privadas cumplan con la incorporación obligatoria de la gestión del riesgo en sus planificaciones, d) El fortalecimiento de capacidades en la ciudadanía entidades públicas y privadas para la identificación de riesgos de inherencia a sus ámbitos de acción, e) La gestión del financiamiento de la puesta en marcha del SNDGR y la cooperación internacional, f) La coordinación de funciones y esfuerzos entre instituciones públicas y privadas, en todas las etapas de la gestión del riesgo, g) El diseño de programas que eduquen, capaciten y difundan, enfocados en el fortalecimiento de las capacidades para la gestión del riesgo de ciudadanos e instituciones públicas y privadas, h) La

Coordinación de ayuda humanitaria e información necesaria que permita enfrentar situaciones de riesgo (Art. 3).

El Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización; incorpora la reconstrucción y transferencia como acciones incluidas en la gestión del riesgo, frente a toda amenaza de origen natural o antrópico, siendo competencia de los GAD, quienes con obligatoriedad deben adoptar un recurso normativo técnico en su gestión, la cual de darse en el cantón de manera concurrente y de forma articulada con políticas y planes que en concordancia con La Constitución y la Ley, son emitidos por organismos nacionales responsable (Art. 140).

## **CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA/ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

El cantón Vinces, denominado como "París Chiquito" y bella ciudad ubicada al sur de la provincia de los Ríos y perteneciente a la misma, posee una superficie aproximada de 709.6 km<sup>2</sup>, con un clima cálido y húmedo y temperatura fresca de 24°C a 32°C; está a 6 m.s.n.m. con una precipitación aproximada de 1500m.m. Está conformado por parroquias Urbanas y Rurales, la Urbana: Vinces como cabecera cantonal, y rural: Antonio Sotomayor, y además cuentas con 182 recintos. Vinces muy reconocida por su producción agrícola, comercial, por sus festividades y atractivos naturales, está a 100 km. de Guayaquil y 54 km. de Babahoyo, capital de la provincia de los Ríos, (GAD Vinces, 2020).

El diseño de esta investigación se sustenta en un análisis metódico, descriptivo, deductivo; y tiene como objeto de estudio el Ordenamiento Territorial. La investigación científica tiene como campo de acción la medición del riesgo de inundación, para determinar una prospectiva de su comportamiento en distintos periodos de retorno.

### **3.1 Enfoque de la Investigación**

La investigación tuvo por objeto de estudio la medición del riesgo de inundación, como gestión en la zona urbana del cantón Vinces provincia de los Ríos; por medio de un enfoque cuantitativo y cualitativo, que como paradigma buscó probar una hipótesis con datos recolectados en campo, procesados y analizados por métodos estadísticos. La información recolectada describió la envolvente del riesgo de inundación por medio de su medición, la cual permitió identificar focos de intensidad como semáforos de alerta durante la investigación.

La investigación tiene enfoque cuantitativo porque busca identificar y medir los factores amenaza y vulnerabilidad, para evaluar el riesgo de inundación en la zona urbana del cantón Vinces provincia de los Ríos, Ecuador. Por otro lado, la investigación es cualitativa porque afianza la evaluación del riesgo de inundación, por

medio del estudio del fenómeno en un ambiente natural y modelado, así como también; lo interpreta con sustento en la percepción social de la población local, misma que al final fue posible cuantificar por medio de preguntas cerradas aplicadas en un cuestionario.

### **3.2 Alcance de la Investigación**

Evaluar el riesgo de inundación en la zona urbana del cantón Vinces, como reconocer específicas propiedades, características y rasgos importantes para identificar el grado de correlación existente, fue el escenario que mostró el alcance de la investigación, el cual estuvo enmarcado en un estudio descriptivo y correlacional; los cuales tenían como punto de convergencia en su amplitud; focalizar las variables del riesgo de inundación para su gestión.

### **3.3 Tipo de Investigación**

Esta investigación aplicada es no experimental, transaccional, porque recolectó datos en un determinado tiempo y no experimental longitudinal porque analizó comportamientos en un determinado intervalo de tiempo. El alcance transaccional formuló la medición de la percepción social del riesgo de inundación mediante una encuesta, mientras que el alcance longitudinal buscó por medio de argumentos técnicos analizar el riesgo de inundación con información meteorológica registrada por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.

### **3.4 Métodos y técnicas de investigación**

El método de investigación empleado es deductivo directo, este buscó obtener de muchas variables del riesgo de inundación una conclusión veraz e inédita. La técnica empleada en la recolección de la información durante la investigación fue diversificada por dos instrumentos los cuales buscaron por un lado medir la percepción social del riesgo de inundación y por otro tener un sustento técnico del fenómeno.

La percepción del riesgo de inundación fue medida por medio de una encuesta, la cual fue estructurada con diez preguntas que buscaron determinar el nivel de amenaza y vulnerabilidad que experimenta la población de la zona urbana del cantón Vinces. Los factores, amenaza y vulnerabilidad permitieron medir el riesgo, bajo la tipificación transaccional y el enfoque cualitativo de la investigación.

Las preguntas en el cuestionario pudieron medir la percepción social del riesgo de inundación gracias a cuatro niveles de respuesta los cuales evaluaron las probabilidades, valoraciones, concurrencias y recurrencias; de la iteración de los factores amenaza y vulnerabilidad con el fenómeno inundación. El cuestionario se estructuró en cinco secciones: 1) Introducción, presenta un saludo, identificación como estudiante de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, explica los motivos del cuestionario, solicita amablemente la colaboración llenando el cuestionario, explica cómo se debe llenar el cuestionario, 2) Objetivo del cuestionario, explica cuál es la meta del cuestionario, 3) Dato de clasificación, permite seleccionar género y grupo de edades, 4) Preguntas en relación al factor amenaza, de la zona urbana del cantón Vinces, 5) Preguntas en relación al factor vulnerabilidad, de la zona urbana del cantón Vinces. El cuestionario se muestra en el Anexo 1 y en la imagen a continuación:



## CUESTIONARIO

N°

### Sección 1. Introducción

Saludos, soy estudiante de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, vinceño de nacimiento y me encuentro realizando mi proyecto de titulación cuyo tema es: Gestión del Riesgo de Inundación para el Ordenamiento Territorial del cantón Vinces. Solicito su colaboración llenando este cuestionario, marcando con una "X" la respuesta de su elección. Agradezco por su inversión de tiempo.

### Sección 2. Objetivo del cuestionario

Medir la percepción social del riesgo de inundación, por medio de los factores amenaza y vulnerabilidad; para su gestión en la zona urbana del cantón Vinces.

### Sección 3. Datos de clasificación

Género:  Masculino  Femenino      Edad:  18 - 25 años  26 - 39 años  40 - 55 años

### Sección 4. Preguntas en relación al factor amenaza, de la zona urbana del cantón Vinces

1. ¿Qué tan probable es que se experimente inundaciones a causa de lluvias?

No Probable  Poco Probable  Probable  Muy Probable

2. ¿Qué tan probable es que sufra inundaciones a causa del desbordamiento del río?

No Probable  Poco Probable  Probable  Muy Probable

### Sección 5. Preguntas en relación al factor vulnerabilidad, de la zona urbana del cantón Vinces

3. ¿Qué tan probable es que las inundaciones del cantón sean a causa de su cercanía al río?

No Probable  Poco Probable  Probable  Muy Probable

4. ¿Con que frecuencia se adoptan medidas preventivas frente a inundaciones?

Ninguna  Poca  Mediana  Mucha

Figura 14. Instrumento de investigación Cuestionario. Elaborado por: Valero (2021).



El sustento técnico que mide al riesgo de inundación dado el enfoque cuantitativo de la investigación, se basó en una caracterización hidrográfica; la cual buscó evaluar al fenómeno por medio de los siguientes factores: (a) tipo; (b) área, divisoria, ancho; (c) longitud horizontal, inclinada y de recorrido del cauce principal; (d) coeficiente de compacidad Gravelius; (e) factor de forma Horton; (f) relación de elongación; (g) coeficiente de torrencialidad; (h) densidad de drenaje; (i) extensión media de la escorrentía; (j) frecuencia de ríos; (k) sinuosidad de las corrientes de agua; (l) tiempo de concentración; (m) elevación o altura media; (n) curva hipsométrica; (ñ) pendiente media del terreno; (o) pendiente media del cauce principal; (p) cauce; (q) precipitación; (r) curvas de intensidad duración y frecuencia.

### **3.5 Población**

La población que se consideró en la investigación respecto a la percepción social corresponde a los habitantes de la zona urbana del cantón Vinces provincia de los Ríos; quienes cuenta con una extensión territorial de 7.16 km<sup>2</sup>. Estos habitantes representan el 49% de la población del cantón; la cual es considerada como joven debido a que gran porcentaje de la misma presentan edades menores a 20 años (INEC, 2020).

La línea del tiempo de la población de la zona urbana del cantón, fue formada con información registrada hasta el 2010 en los censos que se detallan a continuación: (a) censo de 1950 registra 3,748 habitantes; (b) censo de 1962 registra 5901 habitantes; (c) censo de 1982 registra 10,126 habitantes; (d) censo de 1990 registra 14,608 habitantes; (e) censo de 1990 registra 17,512; (f) censo del 2001 registra 24,128 habitantes; (g) censo del 2010 registra 30,248 habitantes (INEC, 2020).

Debido a que la investigación fue realizada en el 2020, fue necesario generar una proyección de la población. Esta proyección respondió a una tendencia lineal de la misma que muestra una correlación del 96.7% con la dispersión de puntos dados en función de los años y población registrado en cada censo desde 1950 hasta el 2010; la mencionada proyección fue posible gracias a la ecuación resultado del análisis que se muestra a continuación:

$$\text{Pobl.} = 446.43n - 869315$$

Dónde: (1) Pobl. = Población; (2) n = año.

$$\text{Pobl.} = 446.43(2020) - 869315$$

$$\text{Pobl.} = 32474$$

De la población proyectada para el 2020, solo se consideró aquella que reside en la zona urbana del cantón; es decir el 49% de la proyectada:

$$\text{Pobl. Urbana} = (\text{Pobl.} * 49\%)/100$$

$$\text{Pobl. Urbana} = (32474 * 49\%)/100$$

$$\text{Pobl. Urbana} = 15912$$

En la investigación se descartó la población que reside en el área rural y se precisó en estudiar a la población que reside en el área urbana; además, se delimitó a la población urbana bajo un régimen que consideró a hombres y mujeres con edades comprendidas entre 25 y 29 años. El régimen de edades fue seleccionado debido a que en los dos últimos censos realizados en el año 2001 y 2010, se registró que la población de la provincia de los ríos tiene una edad promedio de 27 y 28 años consecuentemente.

La población comprendida en el rango de edades de 25 y 29 años ha representado un porcentaje de 7.8% de la población total de la provincia de los ríos; porcentaje reiterado en el censo del año 2001 así como en el censo del año 2010. La investigación refleja la relación porcentual antes expuesta en la zona urbana del cantón Vinces, a tal

forma de obtener una población manejable bajo el enfoque de estudio; escenario que genera como resultado bajo la discriminación planteada la población urbana de estudio:

$$\text{Pobl. Urbana de Estudio} = (15912 * 7.8\%)/100$$

$$\text{Pobl. Urbana de Estudio} = 1241$$

La penalización bajo un régimen de edades en la población del cantón Vinces, mantuvo el criterio de considerar aquellos individuos que han habitado en el área urbana el suficiente tiempo condición que generó un escenario valido para la investigación. A pesar de que se delimita la población bajo las condiciones de la investigación, esta se denotó no manejable; situación por la cual fue necesario recurrir al muestreo.

### 3.6 Muestra

El tamaño de la muestra fue determinado por un método probabilístico, el cual arroja para la investigación propuesta 293 individuos, tamaño que considera una población de 1241 individuos (hombres-mujeres), los mismo que habitaban en la zona urbana del cantón Vinces y presentaban edades comprendidas entre 25 y 29 años; el tamaño de la muestra presentó las siguientes consideraciones: (1) nivel de confianza del 95%; (2) error muestral del 5% y (3) un factor de proporción  $p=q=0.5$ ; como se muestra en el modelo matemático a continuación:

$$n = \frac{N\sigma^2 * Z^2\sigma}{e^2(N - 1) + \sigma^2 Z^2\sigma}$$

$$n = \frac{1,241 * 0.5^2 * 1.96^2}{0.05^2(1,241 - 1) + 0.5^2 * 1.96^2}$$

$$n = \frac{1191}{4.06}$$

$$n = 293$$

La muestra fue muy accesible, considerando que el sector de estudio está delimitado por la zona urbana del cantón Vinces y que el tamaño de la muestra fue manejable esto gracias a las consideraciones anteriormente expuestas en función del tiempo con el cual se contó para realizar la investigación.

La técnica principal seleccionada para la recolección de datos fue la encuesta digital; este medio fue seleccionado bajo los principios de la sostenibilidad y el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación; sin embargo, no se descartó la información habida en libros, tesis, proyectos de investigación, revistas científicas, artículos, diarios locales y demás medios bibliográficos que converjan en la temática de la investigación.

### 3.7 Operacionalización de las Variables

Tabla 3. Operacionalización de las Variables Independientes

*Operacionalización de las Variables Independiente*

<u>Variable</u>	<u>Definición</u>	<u>Dimensión</u>	<u>Indicadores</u>	<u>Instrumento</u>
Amenaza	Situación de peligro eminente, no sucedida pero con efectos perjudiciales a una o varias personas en el caso de que suceda	Medio ambiental	Frecuencia de las inundaciones	1,2,r
		Meteorológica	Incremento del Riesgo de inundación	1,2,p,r
		Hidrográfica	Desbordamiento del rio Vinges	2, a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, q
		Territorial	Percepción del riesgo de inundación	1,2,3,4
Vulnerabilidad	Expresa la proximidad al peligro eminente, el mismo que puede estar sujeto a varios escenarios	Política	Adopción de medidas preventivas y reactivas frente a inundaciones	4
		Urbana	Eficiencia del sistema de aguas lluvias	1
		Topográfica	Riesgo de inundación en función de la cercanía al Río Vinges	3,m, n, ñ, o

Nota: La Operacionalización de las variables independientes considera el enfoque cuantitativo y cualitativo de la investigación.

Elaborado por: Valero (2021).

Tabla 4. Operacionalización de la Variable Dependiente

*Operacionalización de la Variable Dependiente*

<u>Variable</u>	<u>Definición</u>	<u>Dimensión</u>	<u>Indicadores</u>	<u>Instrumento</u>
Ordenamiento territorial	Instrumento con el cual se asigna usos de suelos y genera dinámicas urbanas en un determinado territorio	Gobernanza local	Adopción de medidas preventivas y reactivas frente a inundaciones	4
		Política	Voluntad Política	4
		Ordenanza	Riesgo de inundación en función de la cercanía al Río Vinces	3, d, e, h, m, n, ñ, o
		Planificación	Incremento del Riesgo de inundación	4, r
		Urbana	Recilencia frente a inundaciones	1
		Social	Percepción del riesgo de inundación	1,2,3,4

Nota: La Operacionalización de la variable dependiente considera el enfoque cuantitativo y cualitativo de la investigación.

Elaborado por: Valero (2021).

### **3.8 Análisis, Interpretación y Discusión de Resultados**

Anteponiendo como sustento de la prospectiva, una base de datos que contiene 3768 registros mensuales de precipitación y los métodos de análisis estadísticos expuestos con anterioridad se concluye que el riesgo de inundación en la zona urbana del cantón Vinces, bajo el factor amenaza (precipitación) incrementará con: (a) 31% al transcurrir de 10 años, (b) 70.5% al transcurrir de 25 años, (c) 100% al transcurrir de 50 años, y (d) 128.5% al transcurrir de 100 años.

El incremental riesgo de inundación expresa similar comportamiento porcentual en las estaciones M409 y M466, que representan la zona alta y baja respectivamente del cantón; a pesar de que las intensidades de lluvia difieren en magnitud.

El incremento del riesgo de inundación bajo el análisis de su prospectiva es indistinto a la duración de las lluvias.

El riesgo de inundación de la zona urbana del cantón Vinces, se duplicará en los próximos 50 años; esto en el caso de no tomar medidas preventivas por medio de acciones en el territorio.

Por medio de la caracterización hidrográfica realizada, se logró obtener un escenario en el cual se visualizan los distintos semáforos de alerta de riesgo de inundación que existen en el cantón Vinces; es evidente que la puesta de la investigación es atinada, debido a que se ha sustentado en distintas penalizaciones, que la caracterización hidrográfica no solo influye positivamente en la gestión del riesgo de inundación debido a que proporciona los indicadores de riesgo, sino que también muestra las potencialidades hídricas del territorio.

La medición de la percepción social del riesgo de inundación permitió interpretar que: 1) Más del 60% de las personas encuestadas reconocen a las lluvias como una

amenaza, debido a que es muy probable que la presencia de aquellas produzca inundaciones en urbe del cantón Vinces, 2) Más del 70% de las personas encuestadas reconocen al río Vinces como una amenaza, debido a que es muy probable que el desbordamiento de aquel produzca inundaciones en urbe del cantón, 3) Más del 60% de las personas encuestadas reconocen que la urbe del cantón Vinces es vulnerable a inundaciones por su cercanía al río, 4) Más del 70% de las personas encuestadas reconocen que la urbe del cantón Vinces es vulnerable a inundaciones, debido a que se adoptan medidas con poca frecuencia medidas preventivas.

### 3.9 Presentación de resultados

De la prospectiva del riesgo de inundación del cantón Vinces, Ecuador; se obtiene como resultado que: 1) En los próximos 10 años el riesgo de inundación por su factor amenaza incrementará en un 30%, 2) En los próximos 25 años el riesgo de inundación por su factor amenaza incrementará en un 70%, 3) En los próximos 50 años el riesgo de inundación por su factor amenaza incrementará en un 100%, 4) En los próximos 50 años el riesgo de inundación por su factor amenaza incrementará en un 130%.

De la caracterización hidrográfica se obtiene como resultados: 1) Tipo Exorreica; Intermedia – grande, 2) Área 1833 km<sup>2</sup>, 3) Divisoria 556 km, 4) Ancho “b” 3.3 km, 5) Longitud horizontal, cauce principal 28.6 km, 6) Longitud inclinada, cauce principal: 35.09 km, 7) Longitud en recorrido, cauce principal 65.4 km, 8) Coeficiente de compacidad Gravelius “Kc” 3.7, 9) Factor de forma Horton “Kf” 1.1, 10) Relación de elongación “re” 0.1, 11) Coeficiente de torrencialidad “Ct” 0.39, 12) Densidad de Drenaje “Dd” 0.87 km( [km] ^2 " " ), 13) Extensión media de la esorrentía “l” 0.29 km, 14) Frecuencia de ríos “FR” 0.48 km( [km] ^2 " " ), 15) Sinuosidad de las corrientes de agua “S” 1.58, 16) Tiempo de concentración Scs-Ranser “Tc” 15 horas, 17) Tiempo de concentración Culvert “Tc” 23 horas, 18) Tiempo de concentración Kirpic “Tc” 41 horas, 19) Tiempo de concentración Témez “Tc” : 15 horas, 20) Tiempo de concentración V.T. Chow “Tc” 12 horas, 21) Elevación o altura media “H\_media” 28.5 m.s.n.m. 22) Curva Hipsométrica “H\_media” 28



**m.s.n.m**, 23) Pendiente media del terreno Cuadricula “S” 0.5 %, 24) Pendiente media del cauce principal “S” 0.02 %,

De la medición de la percepción social del riesgo de inundación en la zona urbana del cantón Vinces, se obtienen los siguientes resultados: 1) Más del 60% de las personas encuestadas reconocen a las lluvias como una amenaza, 2) Más del 70% de las personas encuestadas reconocen al río Vinces como una amenaza, 3) Más del 60% de las personas encuestadas reconocen que la urbe del cantón Vinces es vulnerable a inundaciones por su cercanía al río, 4) Más del 70% de las personas encuestadas reconocen que la urbe del cantón Vinces es vulnerable a inundaciones, debido a que se adoptan medidas con poca frecuencia medidas preventivas.

## **CAPÍTULO 4: INFORME TÉCNICO**

### **4.1 Título**

Gestión del riesgo de inundación para el ordenamiento territorial del cantón Vinces.

### **4.2 Objetivos**

#### **Objetivo general.**

Compilar en un todo cohesivo la exposición de los hechos, análisis de lo actuado y los resultados obtenidos, para disertación de la evaluación del riesgo de inundación de la zona urbana del cantón Vinces.

#### **Objetivos específicos.**

1. Mostrar los hechos mediante la prospectiva del riesgo de inundación para su compilación y disertación.
2. Relatar el análisis de lo actuado mediante la percepción social del riesgo de inundación para su compilación y disertación.
3. Relatar el análisis de los resultados mediante la caracterización hidrográfica de la subcuenca del Río Vinces.

### **4.3 Justificación**

Es importante evaluar el riesgo de inundación de la zona urbana del cantón Vinces, porque de esta manera el Ordenamiento Territorial podrá contar con semáforos de alertad en la prospectiva del crecimiento y desarrollo local. La mancha urbana muestra un crecimiento demarcado por el curso del Río Vinces, sin embargo; no se gestiona el riesgo de inundación por desbordamiento del efluente, tal vez porque no se percibe la magnitud de la amenaza, es por eso que la investigación prioriza la evaluación del riesgo de inundación frente a un acelerado crecimiento urbano.

Por otro lado, se observa una dispersión poblacional, asentamientos humanos satélites en lugares que la investigación reconoce como de alto riesgo de inundación, es pertinente la gestión del riesgo de inundación para el ordenamiento territorial del cantón Vinces, puesto que resolverá un problema social y orientará a un crecimiento y desarrollo con beneficio en la dimensión social, económica y medioambiental.

Además, el Ordenamiento Territorial por medio de la evaluación del riesgo de inundación, visibiliza metafóricamente a distancias de parada, esos conflictos que producen daños a la humanidad, así como también; logra cambiar el rumbo urbano hacia la prosperidad y resiliencia.

El riesgo de inundación es el resultado de la iteración entre la amenaza y vulnerabilidad, a la cual esté sujeta la población de un determinado territorio, estos son factores de proporción directa a la magnitud del riesgo; se estudió el riesgo de inundación del cantón Vinces y se desarrolló una prospectiva sustentada en información meteorológica, procesada por técnicas acordes a la temática y en el estudio del fenómeno en su medio natural mediante la percepción social de la población urbana del cantón..

El grado de pertinencia de la investigación es alto, puesto que; generó representaciones graficas que expresan el comportamiento de las precipitaciones en distintos periodos de retornos; resultado que permitió predecir el riesgo de inundación del cantón, bajo la influencia del comportamiento dado por la intensidad, duración y frecuencia de las lluvias experimentadas. Se realizó el análisis entorno al cantón por el evidente riesgo de inundación que presenta su zona urbana a causa de su condición meteorológica, topografía y cercanía al efluente de Rio Vinces.

#### **4.4 Exposición de los hechos**

La investigación enmarca a los hechos mediante la prospectiva del riesgo de inundación, quien contiene un importante sustento estadístico; mismo que es validado con la supervisión de un Ingeniero en Estadística Informática (Anexo 2), en donde resulta que en la zona urbana del cantón Vinces incrementará el riesgo de inundación por condiciones meteorológicas y de no tomar medidas preventivas a más de reactivas en el territorio.

### **Prospectiva del riesgo de inundación.**

La precipitación es la variable que la investigación focaliza como indicador del riesgo de inundación; las dimensiones para su análisis son: a) intensidad, (b) duración, y (c) frecuencia. La variable y sus dimensiones formulan el factor amenaza, el mismo que es considerado en conjunto con el factor vulnerabilidad; productores del riesgo.

El comprendido factor amenaza se intensifica al transcurrir del tiempo, siempre que no se adopten acciones preventivas o en el no deseable escenario reactivas en el territorio. En ocasiones las medidas no son adoptadas, por la ausencia de percepción del riesgo; sin embargo, en ocasiones este no es el justificante del descuido por la gobernanza de turno.

La percepción del riesgo de inundación, por medio de una prospectiva; posibilitara al territorio; para ser resiliente frente a este fenómeno. La investigación estructura una prospectiva a partir del estudio de los sucesos entorno a las lluvias experimentadas en el cantón Vinces.

La necesidad de establecer la estructura de la prospectiva, ocasiona que la investigación analice la variable tiempo; esto a fin de establecer los periodos de retorno para la recurrencia del fenómeno lluvia.

### **Fuente de Información.**

Se empleó como instrumento de investigación catorce estaciones meteorológicas de dominio del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología; las mismas que presentan un registro de precipitación valido para la investigación desde el año 1990 hasta el año 2013 y pueden ser observadas en la imagen 1. Estas estaciones fueron seleccionadas por su cercanía al cantón Vinces y su continuidad en el registro de información; a continuación, en la tabla 1, se muestran las estaciones meteorológicas empleadas en la investigación.

Tabla 5. Estaciones Meteorológicas

*Estaciones Meteorológicas*

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

Nota: Las coordenadas indicadas corresponde al sistema geográfico.

Elaborado por: Valero (2021).



Figura 15 . Estaciones Meteorológicas. Elaborado por: Valero (2021).

De las catorce estaciones meteorológicas se excluyó a aquellas que mostraron diferencias significantes por grupo de análisis seleccionados en función de la altura.

### **Procedimiento y técnicas de análisis.**

La información fue procesada en Excel, InfoStat y Google Earth; el procedimiento de análisis se enmarcó en la aplicación de técnicas estadísticas de pruebas de hipótesis a la data obtenida de las estaciones meteorológicas, por medio del test de Tukey y la distribución t de student; todo esto para generar dos representaciones gráficas de la prospectiva de intensidad, duración y frecuencia de lluvias tanto de las zonas bajas como altas del cantón Vinces; por medio del siguiente proceso:

1. Ajustar los datos diarios máximos anuales de precipitación (x), a una distribución Gumbel.
2. Calcular la media (m) y desviación estándar muestral (s) para todas las precipitaciones diarias máximas anual.

3. Calcular los periodos de retornos para cada precipitación diaria máxima anual.
4. Calcular la cantidad de precipitación para duraciones de 15, 30, 60 y 120 minutos, por medio de la ecuación de Bell.
5. Calcular la media (m) y desviación estándar muestral (s) para todas las duraciones.
6. Calcular el factor de frecuencia Kt, para periodos de retorno de 5, 10, 25, 50 y 100 años.
7. Estimar el valor de precipitación para cada periodo de retorno con la ecuación de Chow.
8. Calcular la intensidad de precipitación para cada periodo de retorno y duración.
9. Graficar las curvas de intensidad, duración y frecuencia (IDF).

#### **Procesos de cálculo.**

El ajuste de las precipitaciones, a la distribución Gumbell; se logra con las siguientes ecuaciones:

$$f(x) = 1 - \exp(-\exp(-\frac{x-\beta}{\alpha})) \quad \text{Ec. (1)}$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} s \quad \text{Ec. (1.1)}$$

$$\beta = m - 0.5772\alpha \quad \text{Ec. (1.2)}$$

La precipitación máxima diaria (x), se expresa en milímetros y representa a una lámina de agua, formada sobre una superficie plana e impermeable dada en unidad de metros cuadrados. Los parámetros  $\alpha$  y  $\beta$ , propios de la distribución; están dados en función de m y S, media y desviación estándar de las precipitaciones en respectivo orden.

Para obtener una partición dada en intervalos de duración de las precipitaciones se empleó la ecuación de Bell, que se muestra a continuación:

$$P_T^t = (0.35 \ln T + 0.76)(0.54t^{0.25} - 0.50)P_2^{60} \quad \text{Ec. (2)}$$

La precipitación en mm, para una duración (t) en minutos y un periodo de retorno (T) en años; esta expresado por  $P_T^t$ , considerando que el periodo de retorno estimado debió estar comprendido entre 2 y 100 años, además las duraciones se limitaron entre 5 y 120 minutos, todo esto como condicionantes de la ecuación de Bell.

Para estimar la precipitación en cada periodo de retorno se emplea la ecuación de Chow, que se detalla a continuación:

$$P = m + K_T * s \quad \text{Ec. (3)}$$

$$K_T = \frac{-\sqrt{6}}{\pi} \{0.5772 + \ln[\ln(\frac{T}{T-1})]\} \quad \text{Ec. (3.1)}$$

El profesor Ven Te Chow, estructura la ecuación (P) a la distribución Gumbell; por medio de un factor de frecuencia ( $K_T$ ), para periodos de retorno de 5, 10, 25, 50, y 100 años. Además, determina la media (m) y la desviación estándar (S), de las duraciones.

Se obtiene un registro estadístico del instrumento de investigación, tabla 5; en el cual se observa los primeros indicios de valides para la selección de información.

Tabla 6. Precipitaciones 1990-2013 (mm)

*Precipitaciones 1990-2013 (mm)*

<u>Estación</u>	<u>Altura</u>	<u>Código</u>	<u>Media anual</u> <u>(m)</u>	<u>Desviación</u> <u>estándar</u> <u>muestral</u> <u>(S)</u>	<u>Coefficiente de</u> <u>Variación</u> <u>(CV)</u>
1	6	MA2V	252	112	45%
2	23	M466	274	60	22%
3	35	M218	299	94	33%
4	50	M452	283	93	33%



5	60	M470	302	79	26%
6	115	M447	233	28	12%
7	150	M446	206	28	14%
8	435	M459	297	101	34%
9	566	M348	330	76	23%
10	2450	M410	253	12	5%
11	2880	M363	219	16	7%
12	3220	M393	204	12	6%
13	3360	M376	201	10	5%
14	3360	M409	264	61	23%

Fuente Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Elaborado por: Valero (2021).

En búsqueda de intervalos de confianza que contribuyan en la selección de datos, se empleó el método de Tukey. Según el registro de la tabla 6, la aplicación del método dio como resultado 5 agrupaciones. La coincidencia de grupo, indica un alto nivel de similitud estadística, mientras que la disidencia expresa la posibilidad de diferencias significativas.

Tabla 7. Test de Tukey

*Test de Tukey*

<b>Código</b>	<b>Media anual (m)</b>	<b>Número de años (n)</b>	<b>Error estándar E.E.</b>	<b>Grupos</b>
M376	201	25	12,51	A
M393	204	23	13,04	A

M446	206	16	15,63	A				
M363	219	25	12,51	A	B			
M447	233	23	13,04	A	B	C		
MA2V	252	18	14,74	A	B	C	D	
M410	253	23	13,04	A	B	C	D	
M409	264	22	13,33	A	B	C	D	
M466	274	36	10,42		B	C	D	E
M452	283	19	14,34			C	D	E
M459	297	23	13,04				D	E
M218	299	18	14,74				D	E
M470	302	24	12,76				D	E
M348	330	23	13,04					E

Fuente Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Elaborado por: Valero (2021).

Tabla 8. Prueba T

<i>Prueba T</i>	
<u>Comparación</u>	<u>Diferencias Significativas</u>
	<b>p</b>
M409 Vs M466	0.5333

Fuente Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Elaborado por: Valero (2021).

El valor (p) de la prueba de hipótesis (T), registrado en la tabla 7, indica que no existen diferencias significativas en la comparación dada entre las estaciones M409 y M466, que

se muestran en la imagen 2, esto ayuda en su elección para utilizar sus registros en obtención de las curvas IDF que se muestran en las imágenes 3 y 4.

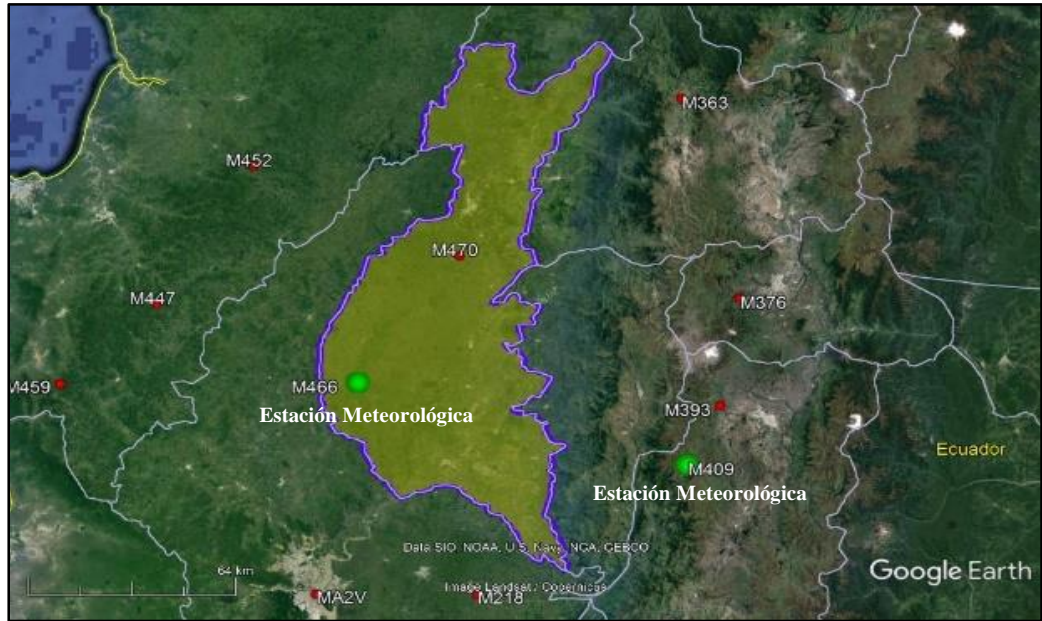


Figura 16. Estación M409 y M466. Elaborado por: Valero (2021).

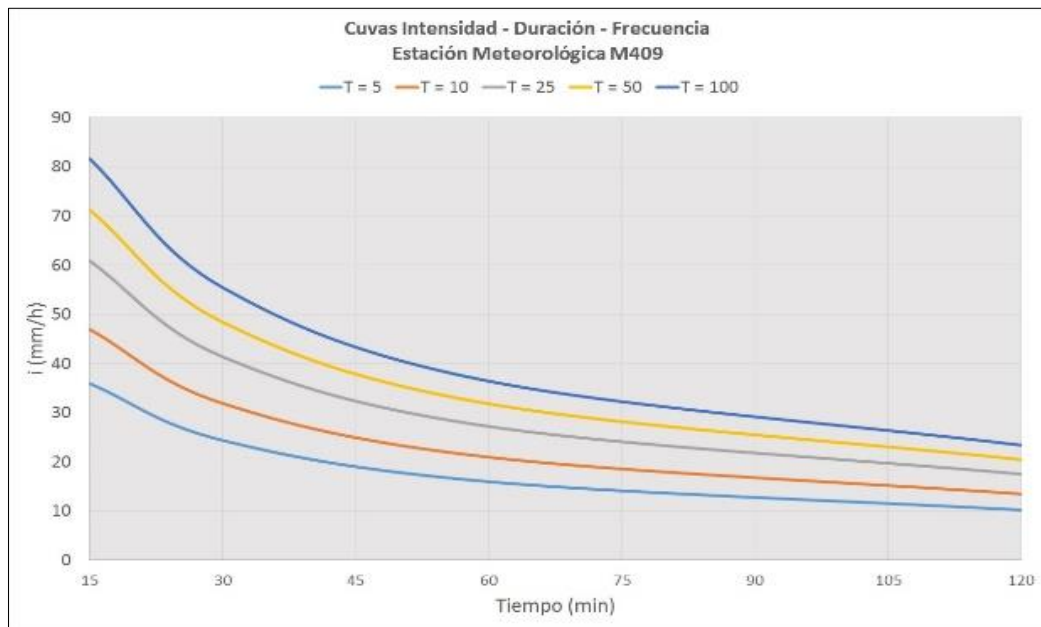


Figura 17. Curva IDF, estación M409. Elaborado por: Valero (2021).

Las curvas IDF expresan la intensidad, duración y frecuencia de las lluvias para periodos de retornos fijados en la investigación por, 5, 10, 25, y 100 años.

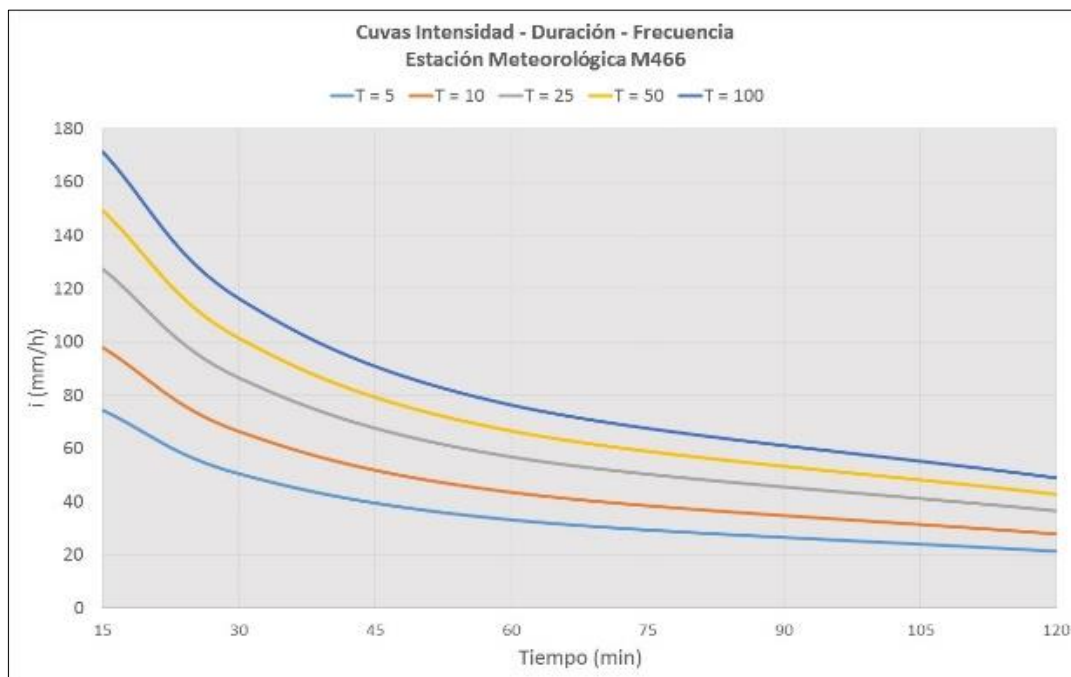


Figura 18. Curva IDF, estación M466. Elaborado por: Valero (2021).

De las curvas IDF, se obtiene el escenario para inferir en el análisis de la prospectiva del riesgo de inundación, del cual se obtiene el registro de la tabla 8.

Tabla 9. Prospectiva del Riesgo de Inundación

*Prospectiva del Riesgo de Inundación*

<b>Tiempo (T)</b>	<b>Estación (M409)</b>	<b>Estación (M466)</b>
10	31%	31%
25	70%	71%
50	99%	101%
100	127%	130%

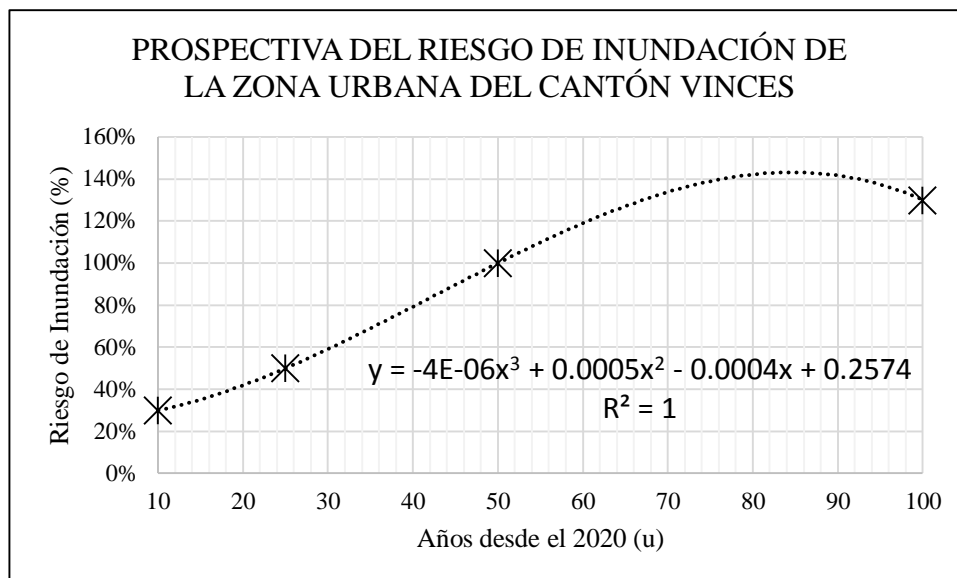
Fuente Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Elaborado por: Valero (2021).

Es necesario reconocer la cercanía, de la estación M466 a la zona urbana del cantón Vinces, como se muestra en la imagen 5; la distancia que les separa es de aproximadamente 2 kilómetros.



*Figura 19.* Zona Urbana del cantón Vinces. Fuente Google Earth. Elaborado por: Valero (2021).

La prospectiva del riesgo de inundación de la zona urbana del cantón Vinces, resulta posible de con una función polinómica de tercer orden como se observa en la imagen a continuación:



*Figura 20.* Prospectiva del riesgo de inundación de la zona urbana del cantón Vinges. Elaborado por: Valero (2021).

#### **4.5 Análisis de lo actuado**

La investigación enmarca a lo actuado con la medición de la percepción social del riesgo de inundación en la zona urbana del cantón Vinges, es el resultado del estudio del fenómeno en su estado natural por medio de la opinión muestral de 293 personas de género masculino y femenino con edades entre: 1) 18 y 25 años, 2) 26 y 39 años, 3) 40 y 55 años. La medición fue realizada por medio de los factores amenaza y vulnerabilidad mediante preguntas cerradas, misma que fueron validadas por una profesional Psicóloga Clínica nativa del cantón (Anexo 3), quien supervisó la manera correcta en cuanto a la expresión escrita de como captar la información de la muestra.

La percepción social del riesgo de inundación en la zona urbana del cantón Vinges es alta, entre el 60% y 70% de la muestra reconocen el riesgo por medio de los factores amenaza y vulnerabilidad y es media entre el 40% y 30% de la muestra lo sustenta, así como también es baja entre el 0% y 10% de la muestra lo sustenta. La percepción social afianza la evaluación del riesgo de inundación, a continuación; se muestra las gráficas resultantes del análisis de lo actuado:

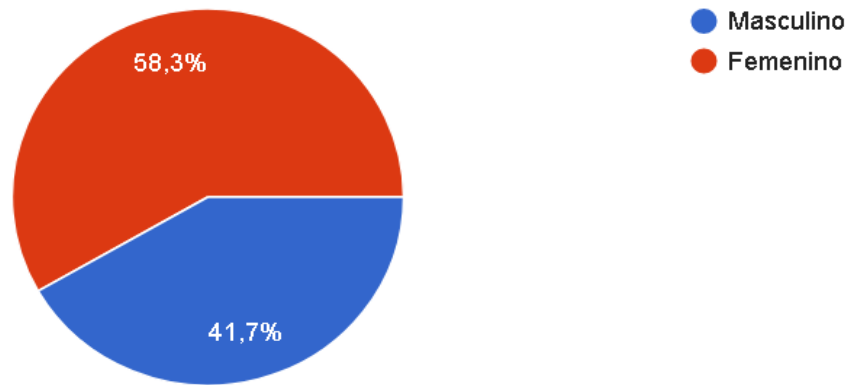


Figura 21. Genero de las personas encuestadas. Fuente Google Forms. Elaborado por: Valero (2021).

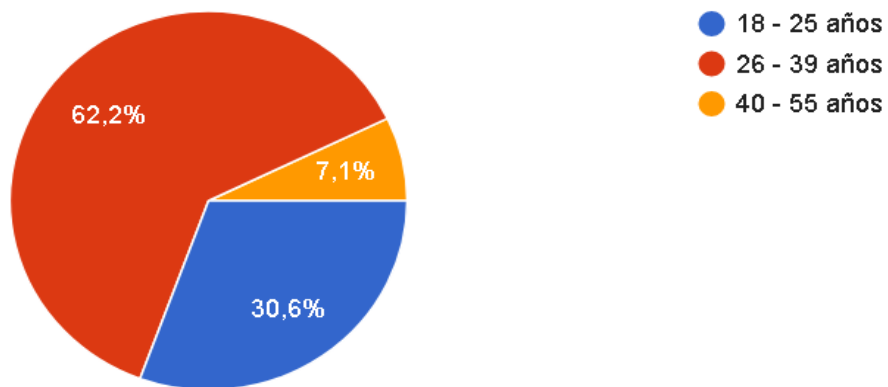


Figura 22. Grupo de edades de las personas encuestadas. Fuente Google Forms. Elaborado por: Valero (2021).

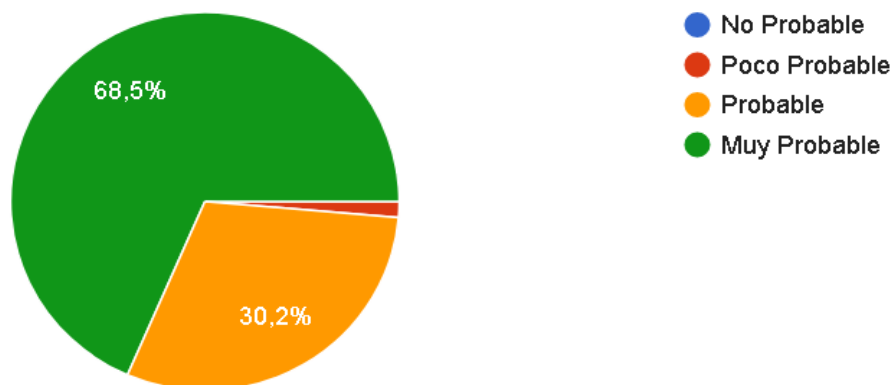


Figura 23. ¿Qué tan probable es que se experimente inundaciones a causa de lluvias? Fuente Google Forms. Elaborado por: Valero (2021).

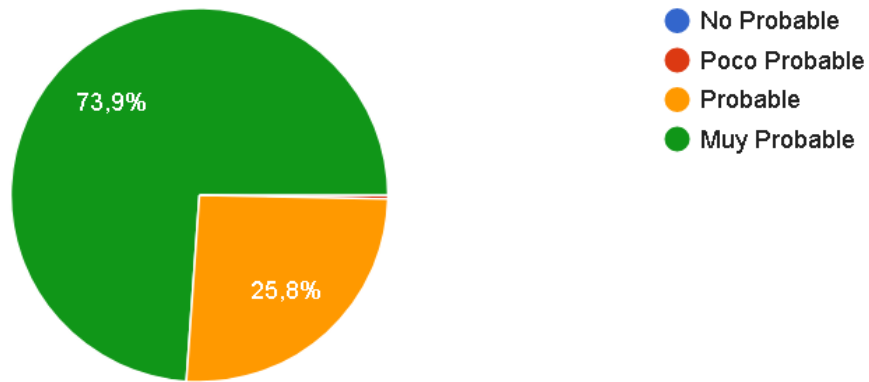


Figura 24. ¿Qué tan probable es que sufra inundaciones a causa del desbordamiento del río? Fuente Google Forms. Elaborado por: Valero (2021).

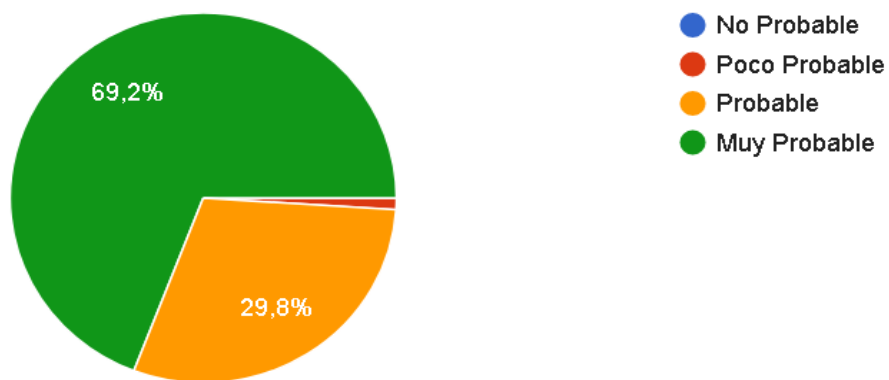


Figura 25. ¿Qué tan probable es que las inundaciones del cantón sean a causa de su cercanía al río? Fuente Google Forms. Elaborado por: Valero (2021).

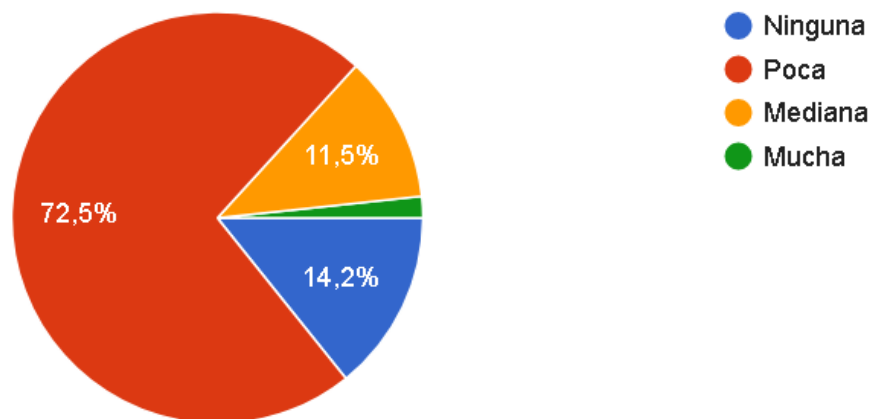


Figura 26. ¿Qué tan probable es que las inundaciones del cantón sean a causa de su cercanía al río? Fuente Google Forms. Elaborado por: Valero (2021).



## 4.6 Resultados obtenidos

La investigación muestra los resultados obtenidos mediante la identificación y caracterización hidrográfica de la subcuenca del Río Vices, quien contiene un importante sustento multimetódico aplicado en un ambiente modelado; mismo que es validado con la supervisión de un Ingeniero Civil de especialidad Magister Scientiae en Desarrollo de Recursos de Aguas y Tierras, opción: Obras Hidráulicas (Anexo 4), en donde resulta que la zona urbana del cantón Vices tiene un alto riesgo de inundación a causa de las cualidades de la subcuenca el Río Vices.

### Caracterización hidrográfica.

#### *Tipo de Cuenca Hidrográfica*

El Río Vices es parte del sistema de la cuenca Guayas, por tal motivo se inicia con su análisis e identifica las subcuencas que la conforman; de donde se determina los límites de la subcuenca del Río Vices, la cual es de tipo endorreica debido a que sus corrientes descargan en un río.

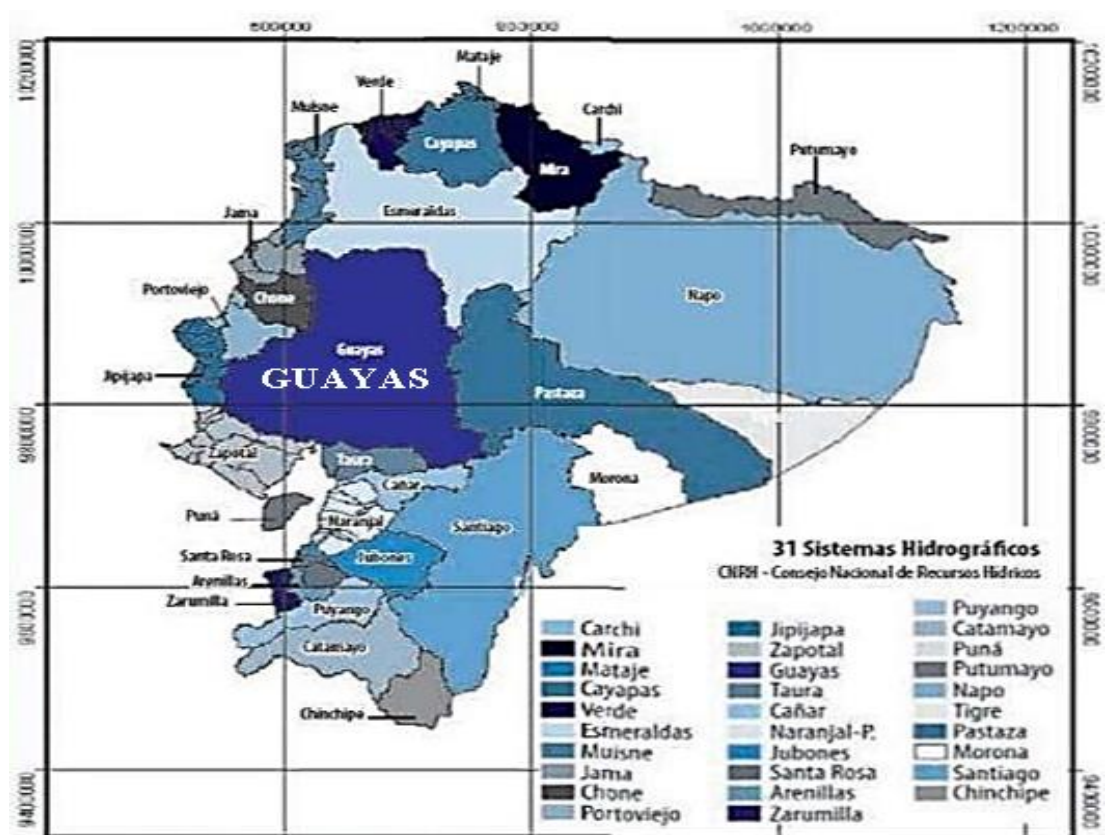


Figura 27. Cuenas Hidrográficas de Ecuador. Fuente INAMHI.

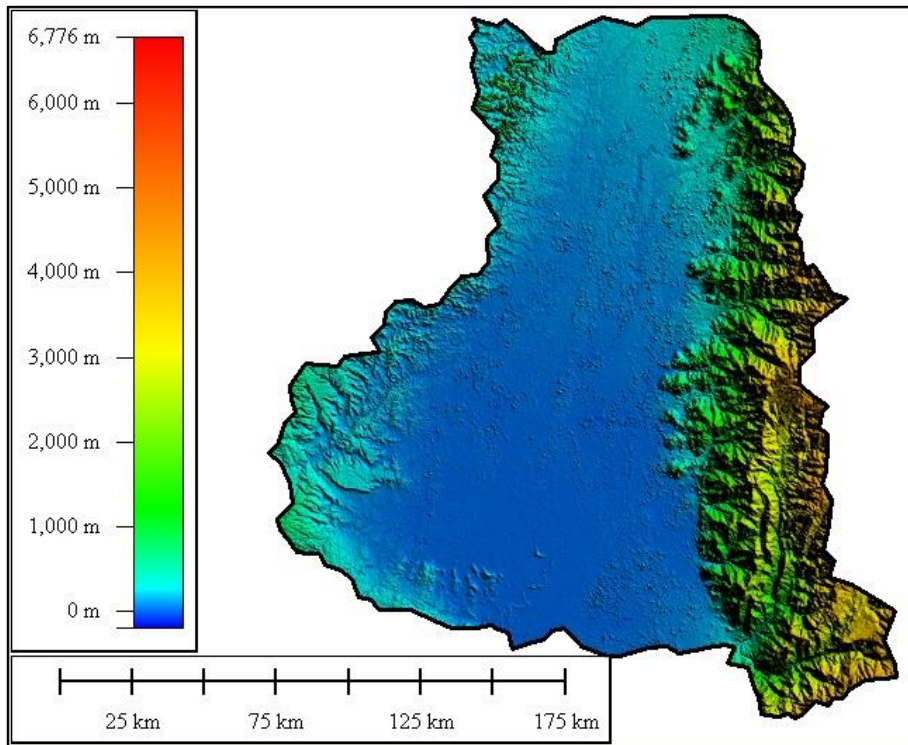


Figura 28. Cuenca Guayas. Fuente Google Earth. Elaborado por: Valero (2021).

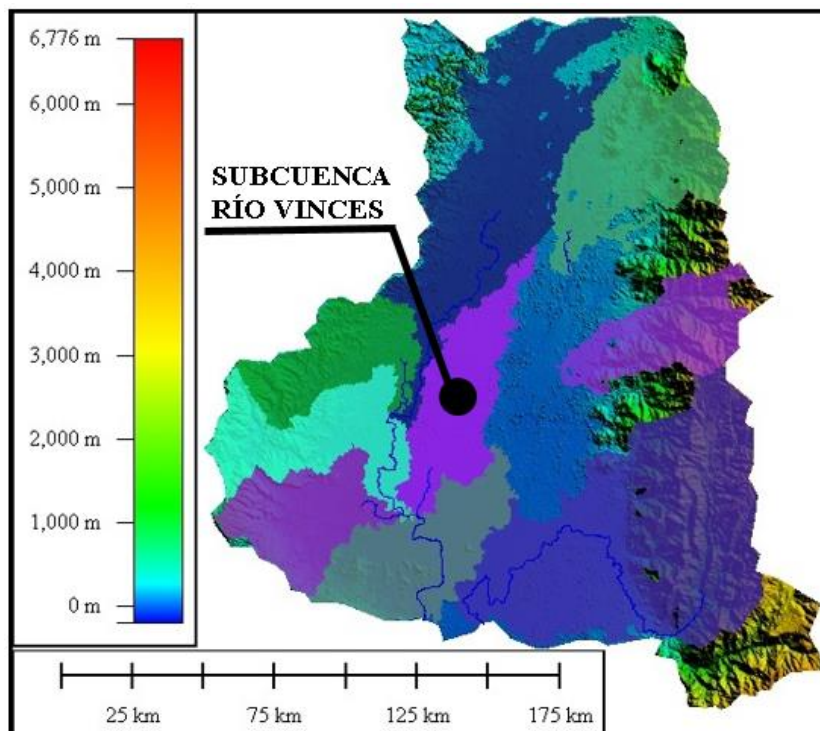
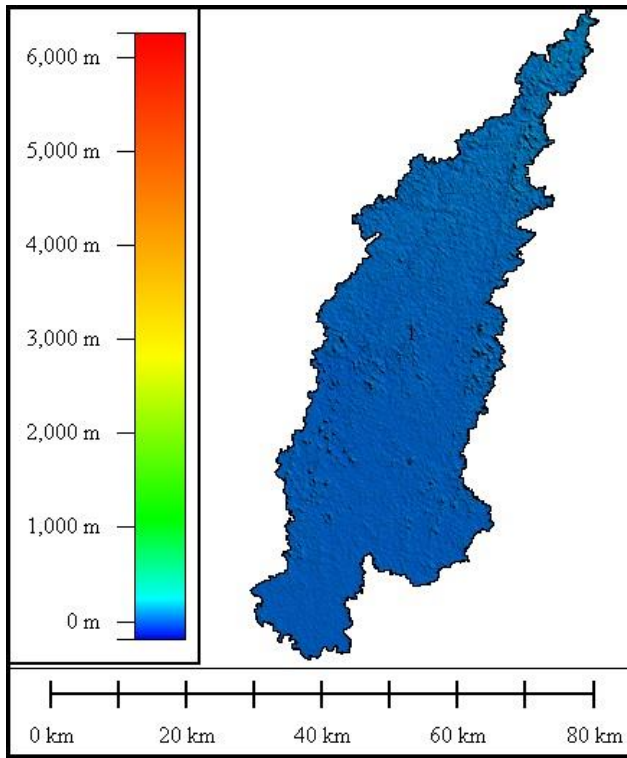
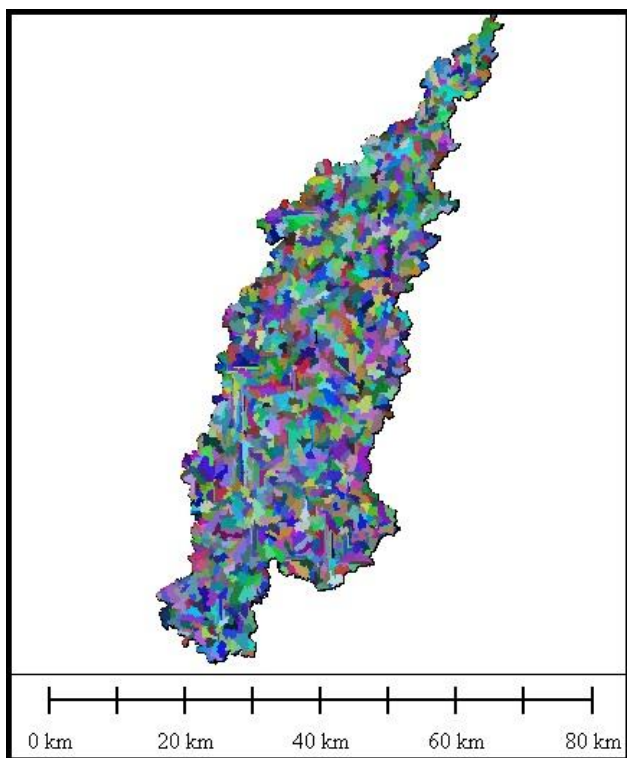


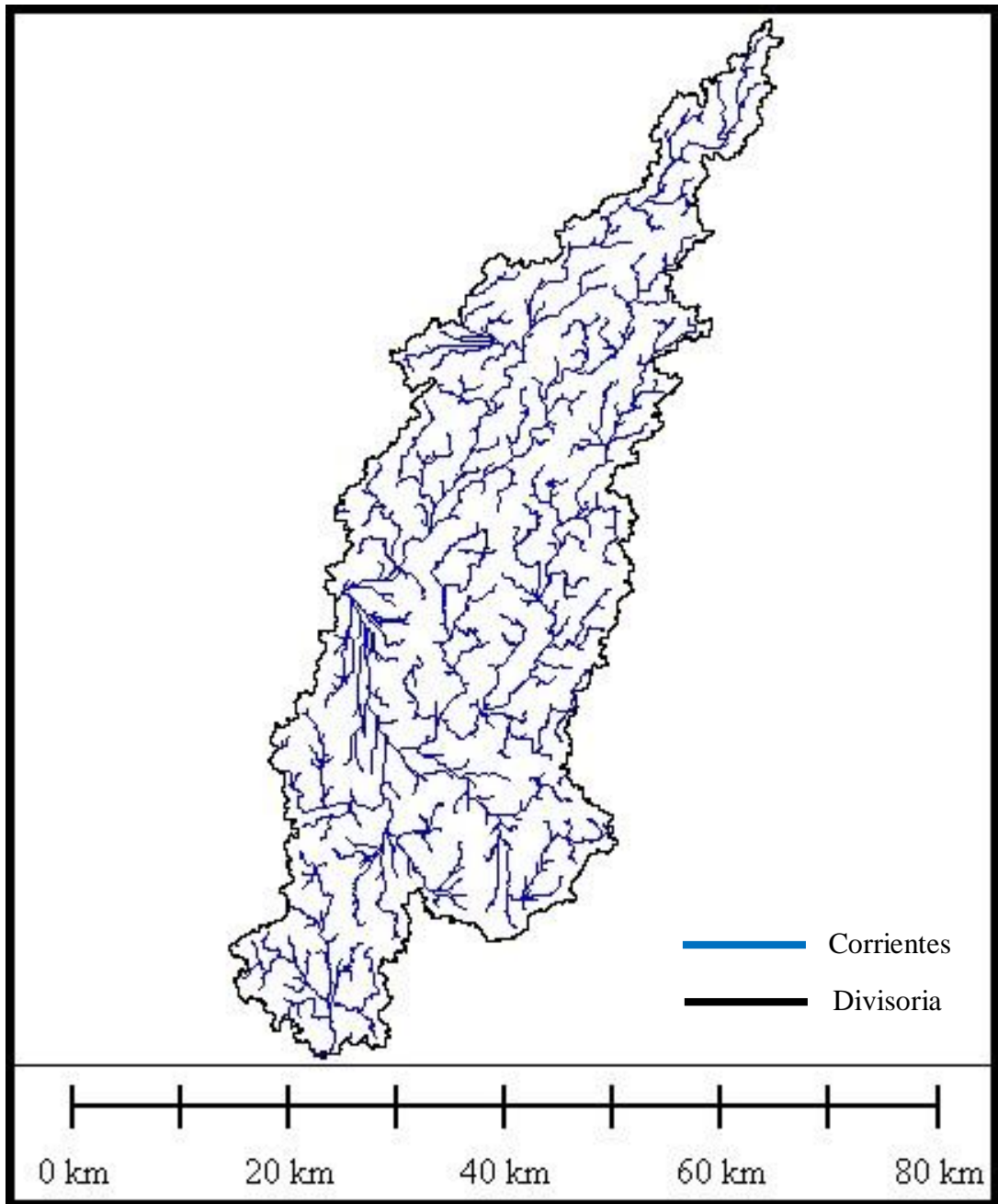
Figura 29. Subcuencas Guayas. Fuente Google Earth. Elaborado por: Valero (2021).



*Figura 30.* Subcuenca del Río Vinces. Fuente Google Earth. Elaborado por: Valero (2021).



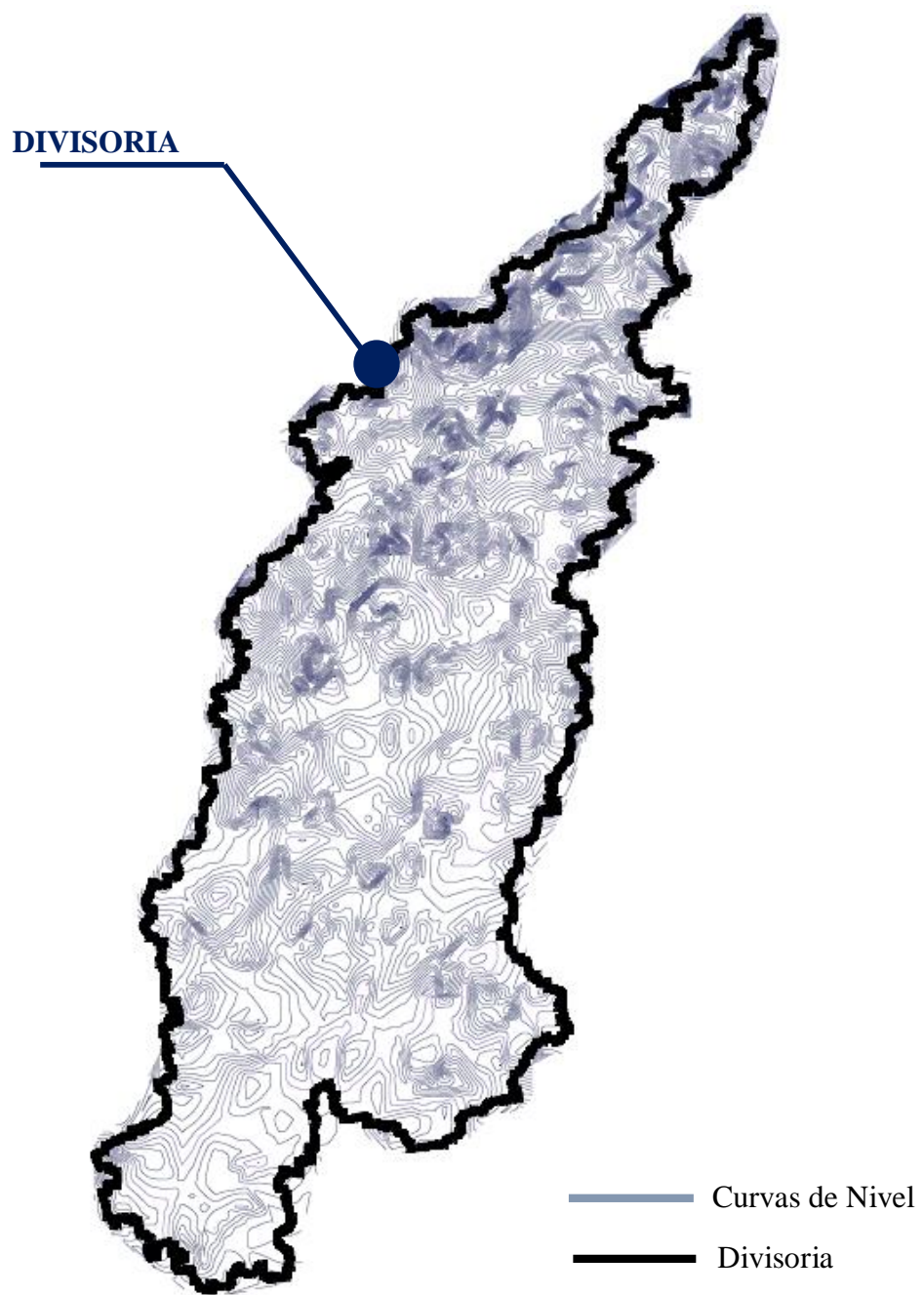
*Figura 31.* Microcuencas del Río Vinces. Fuente Google Earth. Elaborado por: Valero (2021).



*Figura 32.* Corrientes de la Subcuenca del Río Vices. Fuente Google Earth.  
Elaborado por: Valero (2021).

### ***Divisoria.***

La divisoria topográfica o superficial se muestra como una línea que separa las precipitaciones que caen en cuencas inmediatamente vecinas, encaminando la escorrentía resultante para uno u otro sistema fluvial.

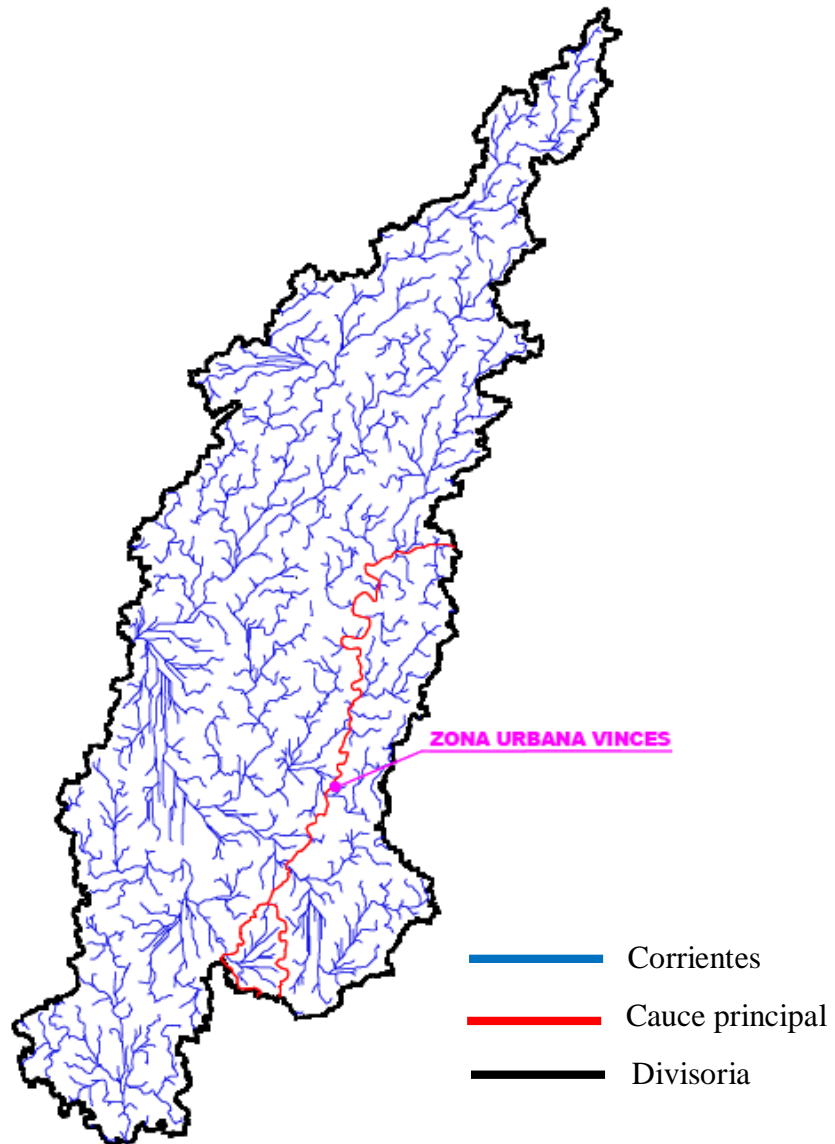


*Figura 33.* Divisoria de la Subcuenca del Río Vinces. Fuente Google Earth.  
Elaborado por: Valero (2021).

### ***Clasificación de los Cursos de Agua.***

Los cursos de agua se clasifican como intermitentes en vista que sus corrientes de agua escurren por épocas y se secan parcialmente durante cierto período del año, en la época seca no existe escurrimiento, aunque esta puede existir inmediatamente después de las tormentas, sin embargo, en función de los registros en las estaciones

pluviométricas cercanas a la cuenca en estudio se considera que las épocas secas sedan en un intervalo menor de tiempo.



*Figura 34.* Corrientes de la Subcuenca del Río Vinges. Fuente Google Earth.  
Elaborado por: Valero (2021).

#### *Área de la Cuenca.*

El área de la subcuenca del Río Vinges es factor importante para determinar se potencial hídrico y de manera indirecta la vulnerabilidad de su zona urbana, esto es posible al multiplicar por la altura de la lámina de lluvia precipitada. La divisoria o parte agua es la línea que delimita el área de la subcuenca.

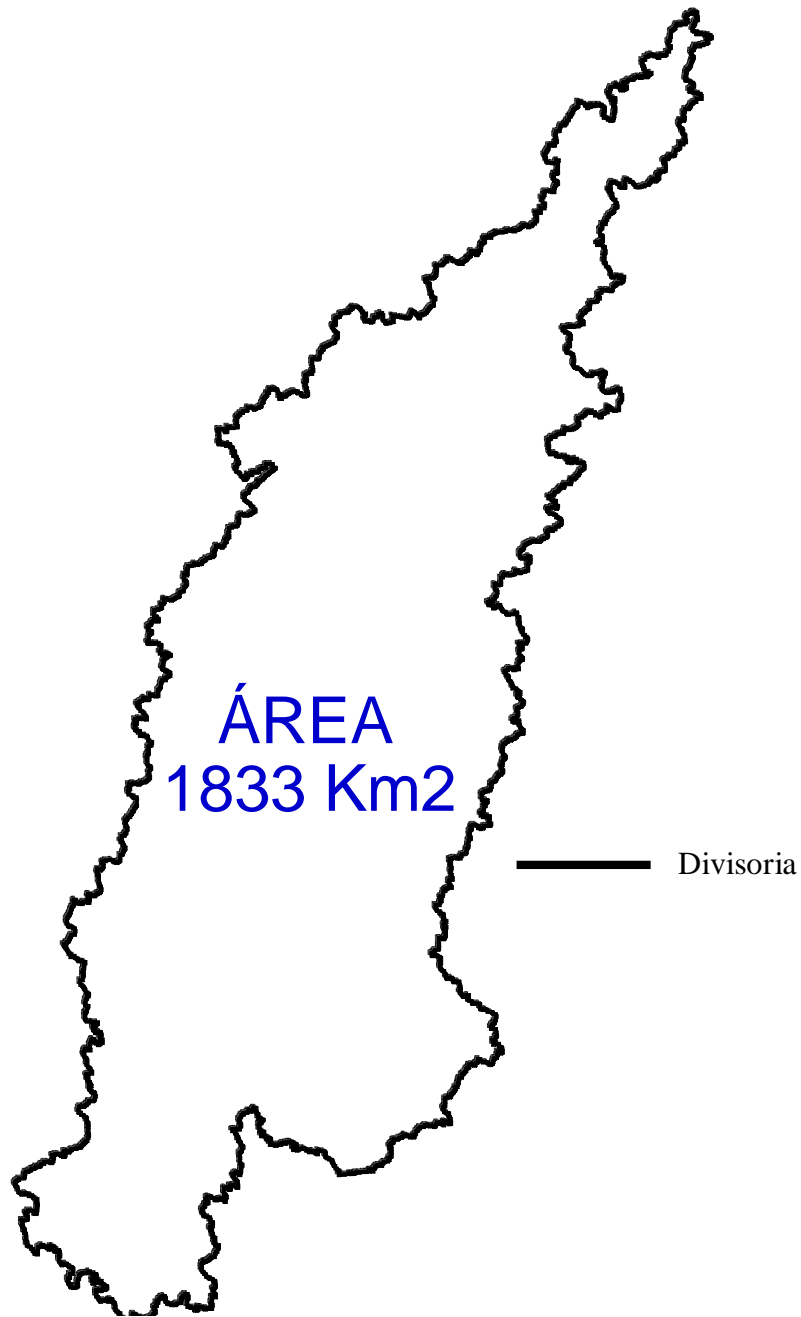


Figura 35. Área de la Subcuenca del Río Vinces. Fuente Google Earth. Elaborado por: Valero (2021).

***Perímetro de la cuenca.***

El perímetro de la subcuenca del Río Vinces, está definido por el curso de la divisoria o parte agua, por tal razón podría expresarse como el contorno de su área. Se lo considero parámetro importante en el análisis comparativo de cuencas de misma área, puesto que las diferencia por su forma; sea esta alargada o redonda, lo cual influye en el drenado de las aguas lluvias.

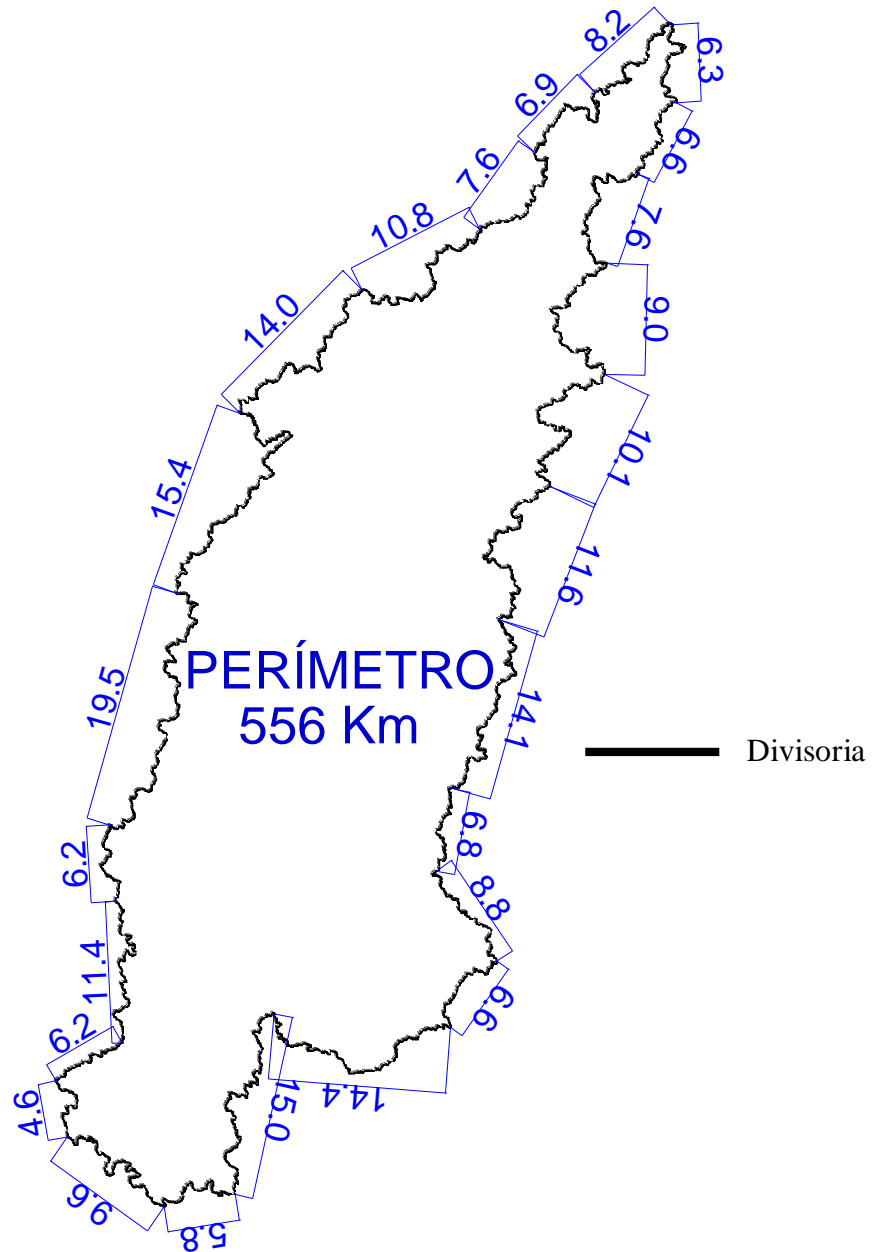


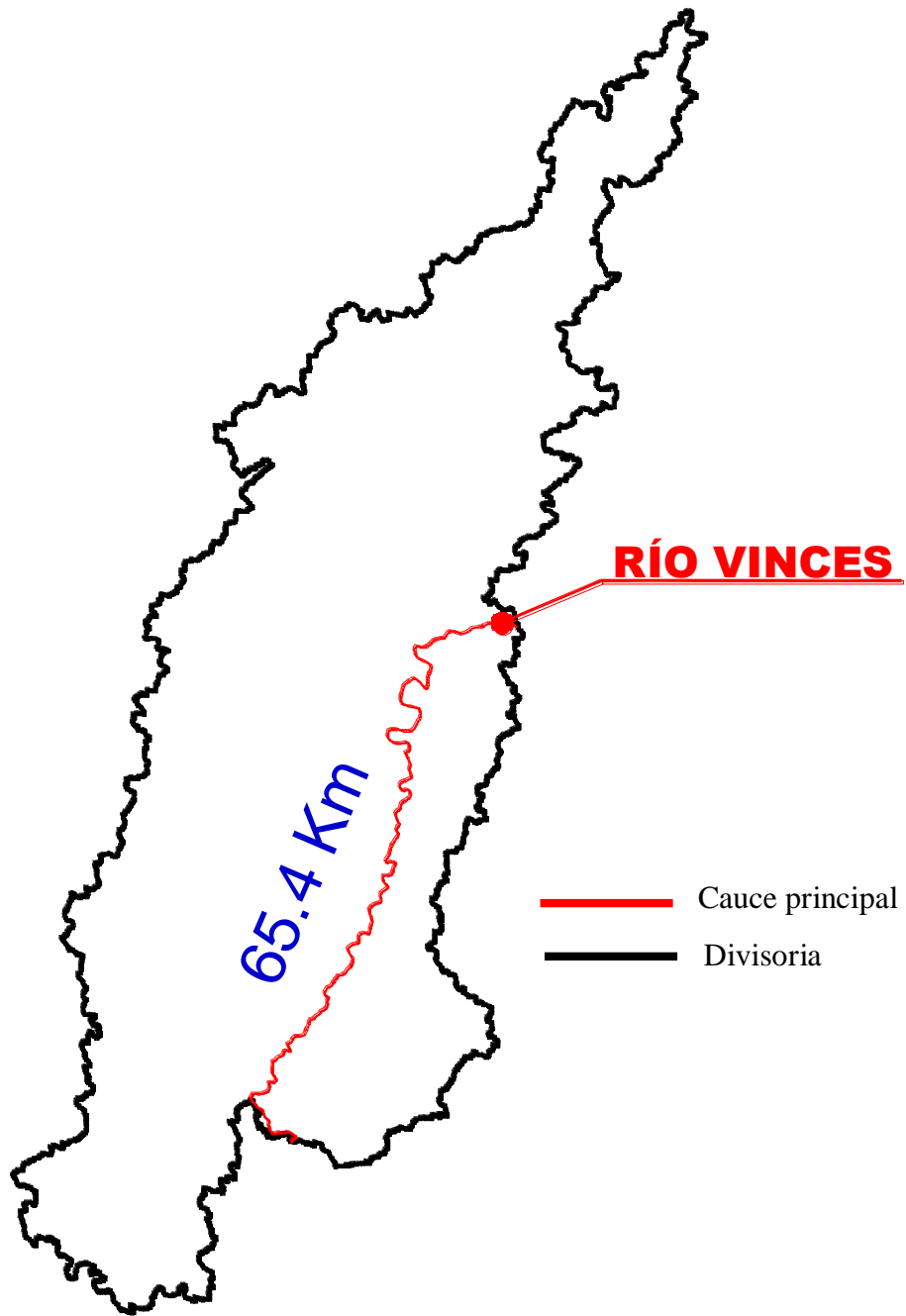
Figura 36. Perímetro de la Subcuenca del Río Vinces. Fuente Google Earth.

Elaborado por: Valero (2021).

***Longitud del cauce principal.***

La longitud del Río Vinces, cauce principal de la subcuenca en caracterización, permite determina los tiempos de concentración, evento seguido respuesta frente a las precipitaciones; en cuanto a la drenabilidad.





*Figura 37.- Longitud del cauce principal de la Subcuenca del Río Vinces. Fuente Google Earth. Elaborado por: Valero (2021).*

***Perfil del cauce principal.***

El perfil del cauce principal muestra los desniveles en el curso del Río Vinces, longitud de recorrido en altura, así como también la máxima y mínima elevación.

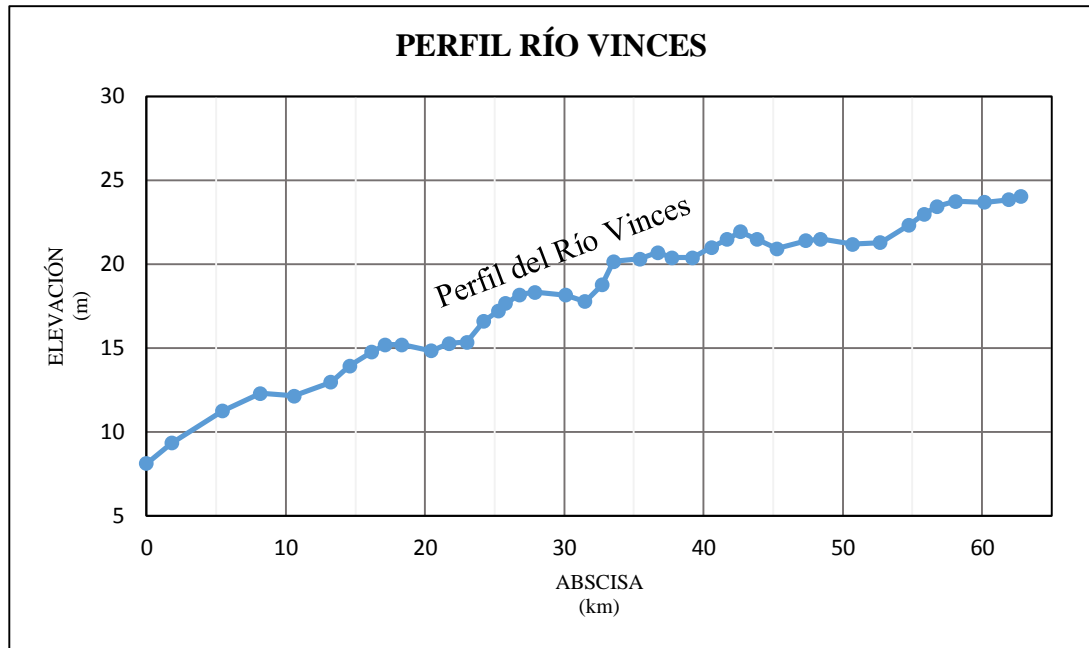


Figura 38. Perfil del cauce principal de la Subcuenca del Río Vinces. Fuente Google Earth. Elaborado por: Valero (2021).

**Ancho de la subcuenca (b).**

Se define como la relación entre el área y la longitud o perímetro de la cuenca:

$$b = \frac{\text{Área}}{\text{Perímetro}}$$

$$b = \frac{1833 \text{ km}^2}{556 \text{ km}}$$

$$b = 3.3 \text{ km}$$

**Forma de la subcuenca.**

Es una característica importante ya que se relaciona con el tiempo de concentración de la cuenca e influye en el manejo de crecientes.

Para identificar las características de forma se emplean varios parámetros asociados con la relación área, perímetro o la longitud del cauce de agua más largo que se define como la distancia desde el punto de la salida de desembocadura de la cuenca hasta el punto agua arriba más alejada. Los índices más usuales son:

1. Índice de Gravelius o coeficiente de compacidad  $K_c$
2. Factor de forma  $K_f$

***Índice de Gravelius o coeficiente de compacidad  $K_c$  (1914).***

Establece la relación entre el perímetro de la cuenca y el perímetro de una circunferencia de área equivalente a la superficie de la cuenca correspondiente, para determinar  $K_c$ , se marcaron los siguientes pasos:

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

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

$$r_{\text{perimetro}} = \frac{556 \text{ km}}{2\pi}$$

$$r_{\text{perimetro}} = 88.49$$

2.- Determinamos “ $r_{\text{área}}$ ”

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

$$r_{\text{área}} = \sqrt{\frac{1833 \text{ km}^2}{\pi}}$$

$$r_{\text{área}} = 24.16$$

3.- Determinamos “ $K_c$ ”

$$K_c = \frac{r_{\text{perimetro}}}{r_{\text{área}}}$$

$$K_c = \frac{88.49}{24.16}$$

$$K_c = 3.7$$

El Índice de Gravelius o coeficiente de compacidad  $K_c$ ; es mayor a 2, por lo tanto, se caracteriza a la subcuenca del Río Vinces como muy alargada, lo cual produce que los tiempos de concentración sean menores, el caudal del cauce principal incrementa frente a lluvias y que las crecidas causen inundaciones.

***Factor de forma  $K_f$  (método de Horton 1932).***

El factor de forma que propone el método Horton, relaciona el ancho medio y la longitud axial de la subcuenca del Río Vinces. La longitud axial se mide cuando se sigue el curso de agua más largo desde la desembocadura hasta la cabecera más distante de la subcuenca. Así mismo, el ancho medio  $B$  se estima dividiendo el área  $A$  de la cuenca para la longitud axial de la cuenca.

$$K_f = \frac{B}{L}$$

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

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

Donde:

$K_f$  = Factor de forma

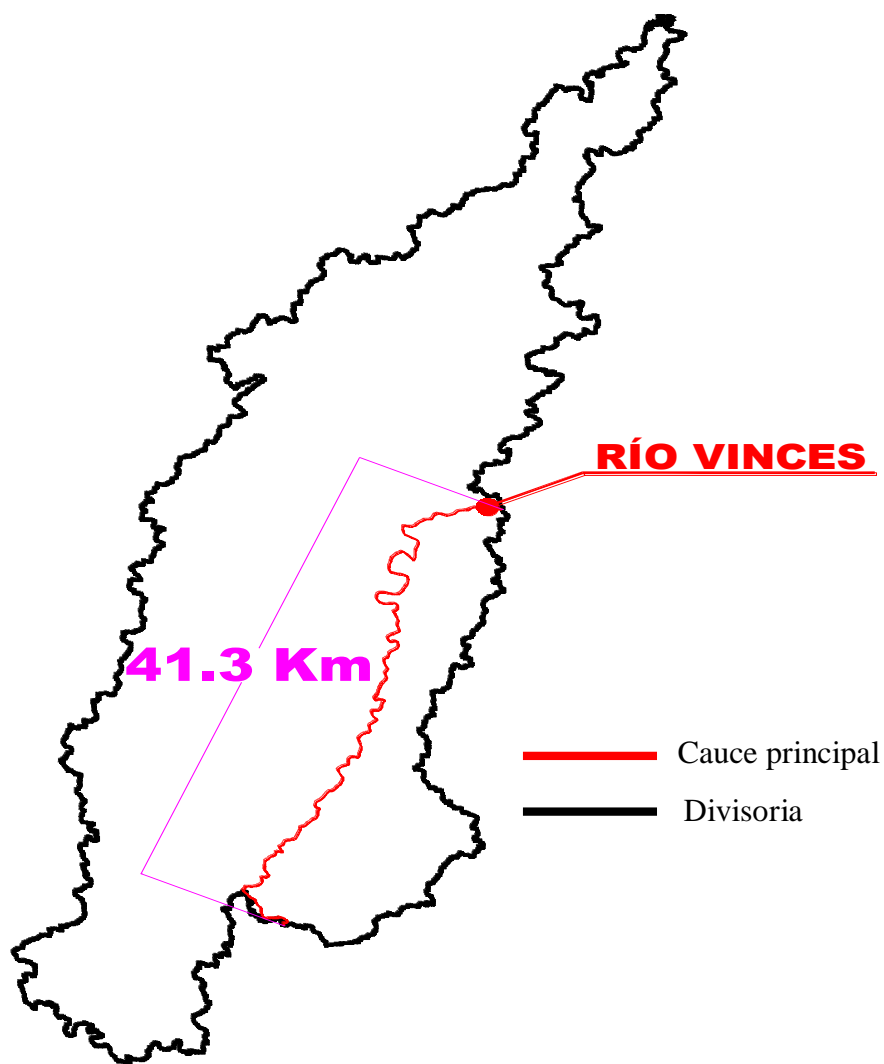
$B$  = Ancho medio expresado en kilómetros

$L$  = Longitud axial de la subcuenca expresada en kilómetros

$A$  = Área de drenaje expresada en kilómetros cuadrados

El factor de forma que propone el método Horton; considera que, si la forma de la cuenca es aproximadamente circular, entonces el valor de  $K_f$  se acercará a uno, caso

contrario es decir si la subcuenca es más alargadas, tendrán un  $K_f$  menor. Las cuencas alargadas, las descargas son de menor volumen debido a que el cauce de agua principal es más largo que los cauces secundarios y los tiempos de concentración para eventos de precipitación son distintos, siendo un caso inverso a lo que ocurre con el coeficiente de compacidad; sin embargo, si  $K_f > 1$  relaciona a la subcuenca con crecientes e inundaciones y si  $K_f < 1$  genera disminuye la posibilidad de inundaciones.



*Figura 39.* Longitud axial del cauce principal de la Subcuenca del Río Vinces. Fuente Google Earth. Elaborado por: Valero (2021).

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

$$K_f = \frac{1833 \text{ km}^2}{(41 \text{ km})^2}$$

$$K_f = 1.1$$

En función del  $K_f = 1.1$  obtenido, se caracteriza a la subcuenca hidrográfica por su forma como Muy Achatada, caracterización que permite grandes crecientes debido a su alta posibilidad de concentración de escurrimiento frente a intensas lluvias.

***Relación de elongación  $r_e$  (Schum 1956).***

La relación de elongación de la subcuenca del Río Vinces; nos permite reconocer si su forma es más alargada y menos circular. El modelo para la elongación es:

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

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

Siendo:

A= área de la cuenca en  $\text{km}^2$

L= Perímetro de la cuenca en km

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

En vista que se cuenta con los datos requeridos en el método de **Relación de elongación  $r_e$** , son reemplazados en la siguiente ecuación:

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

$$R_e = 1,128 \frac{\sqrt{1833 \text{ km}^2}}{556 \text{ km}}$$

$$R_e = 0.1$$

En función de la relación de elongación de Schum (1956), se determina que la subcuenca del Río Vinces es de forma más alargada y no plana.

### ***Sistema de drenaje.***

El sistema de drenaje de la subcuenca del Río Vinces, está formado por el río principal y sus cauces tributarios, los principales parámetros que caracterizan el sistema de drenaje son:

1. Orden de las corrientes de agua
2. Densidad de drenaje  $D_d$
3. Extensión media de la escorrentía superficial
4. Sinuosidad de las corrientes de agua
5. Coeficiente de torrencialidad
6. Tiempo de concentración

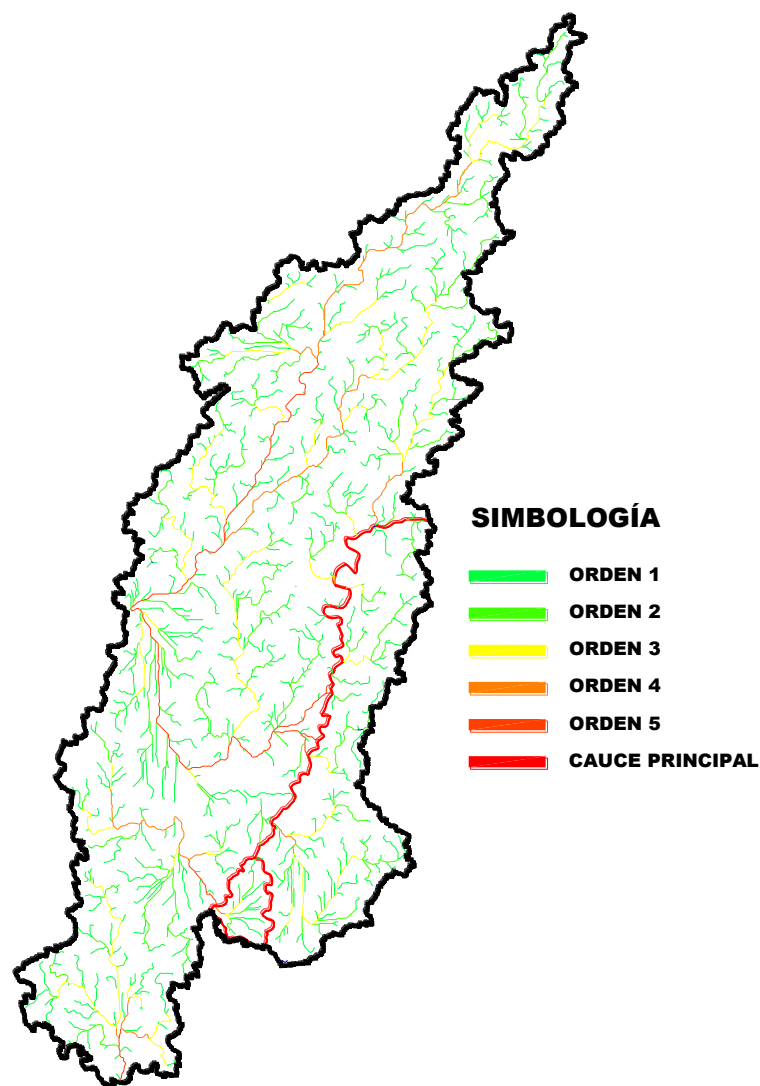
### ***Orden de las corrientes de agua (Strahler, 1964).***

Se estima por el método de Strahler (1964), refleja el grado de ramificación o bifurcación dentro de la cuenca. De forma general el orden es dado como:

1. Corrientes de primer orden: Pequeños cauces que no tienen tributarios o afluentes, son corrientes fuertes portadoras de agua de nacimiento.
2. Corrientes de segundo orden: cuando 2 corrientes de primer orden se unen.

3. Corrientes de tercer orden: Cuando 2 corrientes de segundo orden se unen.
4. Corrientes de orden (n+1): Cuando 2 corrientes de orden n se unen.
5. Cuando una corriente se une con otra de orden mayor, resulta una corriente que conserva el orden mayor.

En la siguiente imagen se podrá observar el orden de las corrientes de agua en nuestra subcuenca del Río Vices.



*Figura 40.* Orden de corrientes de la Subcuenca del Río Vices. Fuente Google Earth. Elaborado por: Valero (2021).



La subcuenca del Río Vinces es altamente disectada; es decir, muestra de un elevado número de corrientes lo cual permite deducir que es impermeable y en efecto la drenabilidad es de rápida respuesta ante las lluvias.

***Coefficiente de torrencialidad (Ct).***

La torrencialidad de la subcuenca del Río Vinces, se determina por medio de la relación entre el número de corrientes con orden 1 y su área. El modelo para la torrencialidad Ct es:

$$C_t = \frac{\text{Número de cauces de orden 1}}{\text{Área de la cuenca en km}^2}$$

En nuestra cuenca en estudio se identificó que el número de cauces de orden 1, según el método de Strahler (1964), es de 708 u; por lo que obtenemos:

$$C_t = \frac{708 \text{ cauces orden 1}}{1833 \text{ km}^2}$$

$$C_t = \mathbf{0.39 \text{ cauces orden 1/km}^2}$$

En función del coeficiente de torrencialidad obtenido se deduce que presenta una modera susceptibilidad a la erosión.

### ***Clasificación de tamaño de Cuenca.***

El área de la subcuenca del Río Vices, es un parámetro directamente proporcional al caudal de descarga, para clasificar la subcuenca en función de su área, se utiliza la clasificación de Campos Aranda (1992).

Tabla 10. Clasificación de tamaños de cuencas

#### *Clasificación de tamaños de cuencas*

Rangos de áreas (km <sup>2</sup> )	Clasificación
<25	Microcuenca
25 a 250	Pequeña
250 a 500	Intermedia-pequeña
500 a 2500	Intermedia-grande
2500 a 5000	Grande
>5000	Muy grande

Fuente Campos Aranda (1992)

En función de la clasificación dada por Campos Aranda (1992), y el área de nuestra cuenca hidrográfica en estudio 1883 km<sup>2</sup>, la subcuenca del Río Vices se clasifica como Intermedia – grande.

### ***Densidad de drenaje $D_d$ (Horton 1945).***

La densidad de drenaje de la subcuenca del Río Vices, identifica la capacidad para drenar que tiene por medio de la relación entre la longitud total de los cursos de agua de la cuenca y su área total.

$$D_d = \frac{L}{A}; \text{ en } km/km^2$$

Siendo:

L: longitud total de todas las corrientes de agua

A: área total de la cuenca

Tabla 11. Longitud de las corrientes de agua

*Longitud de las corrientes de agua*

ORDEN	CANTIDAD (u)	LONGITUD (km)
1	708	782
2	115	407
3	39	227
4	9	92
5	7	89

Nota: La longitud total de las corrientes de agua de la subcuenca del Río Vinces; es de 1597 km y el número de corrientes es de 878 u.

Elaborado por: Valero (2021).

Usualmente  $D_d$  toma valores de  $0,5 \text{ km/km}^2$  para cuencas pobremente drenadas hasta  $3,5 \text{ km/km}^2$  para cuencas excepcionalmente bien drenadas. Por tanto, la densidad de drenaje es un indicador del relieve superficial y de las características geológicas de la cuenca.

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

$$D_d = \frac{1597 \text{ km}}{1833 \text{ km}^2}$$

$$D_d = 0.87 \text{ km}/\text{km}^2$$

De acuerdo a la densidad de drenaje obtenida, se caracteriza a la subcuenca del Río Vinces como de baja drenabilidad.

***Extensión media de la escorrentía superficial.***

La extensión media de la escorrentía superficial de la subcuenca del Río Vinces determina la posibilidad de desborde del cauce principal; a razón que, el agua alcanza rápida su curso, se reconoce una menor extensión media.

$$A = 4l(L), \quad l = \frac{A}{4L}$$

Siendo:

l= extensión media de la escorrentía superficial de la cuenca km

A= área total de la cuenca km<sup>2</sup>

L=longitud total de los cauces que integran la cuenca km

$$l = \frac{A}{4L}$$

$$l = \frac{1833 \text{ km}^2}{4(1597 \text{ km})}$$

$$l = 0.29 \text{ km}$$

En función de que la extensión media de la escorrentía superficial obtenida en la cuenca en estudio, podemos expresar que es probable que se experimenten desborde del Río Vinces (cauce principal) y de crecientes.

### ***Frecuencia de ríos.***

La frecuencia de ríos de la subcuenca del Río Vinces, relaciona el número total de todos los ríos con la superficie total y muestra el valor del número de ríos por Km<sup>2</sup>; así como también, es un indicador de la densidad de drenaje, debido a que mientras mayor sea Fr, la posibilidad de drenabilidad incrementa y en efecto existe tendencia a grandes crecientes.

$$F_R = \frac{\# \text{ ríos}}{A}$$

$$F_R = \frac{878 \text{ cauces}}{1833 \text{ km}^2}$$

$$F_R = \mathbf{0.48 \text{ cauces/km}^2}$$

En función del indicador de la densidad de drenaje obtenido, interpretamos que la subcuenca del Río Vinces presenta una buena capacidad de drenaje.

### ***Sinuosidad de las corrientes de agua.***

La sinuosidad de las corrientes de agua de la subcuenca del Río Vinces, expresa la relación entre la longitud L del río principal medido a lo largo de su cauce y la longitud del valle del río principal L<sub>t</sub> medido en línea curva o recta, si la sinuosidad es menor o igual a uno expresa una baja velocidad del agua, caso contrario alta velocidad de agua. La sinuosidad se modela con la siguiente ecuación:

$$S = \frac{L}{L_t} ; (\text{adimensional})$$

$$S = \frac{L}{L_t}$$

$$S = \frac{65.4 \text{ km}}{41.3 \text{ km}}$$

$$S = \mathbf{1.58}$$

La sinuosidad obtenida es moderada y expresa que la velocidad del agua en el cauce principal es media.

***Tiempo de Concentración (Tc).***

El tiempo de concentración de la subcuena del Río Vices, expresa el tiempo en el cual una determinada gota de agua tarda en llegar al punto de salida desde el sector más lejano hidrográficamente. Algunos modelos para estimar el Tc son:

***“Tc” Scs-Ranser (1978).***

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

Siendo

Tc= El tiempo de concentración (horas)

H= La diferencia entre la elevación mayor y menor de la subcuena (pies)

Lc= La longitud del cauce principal (km)

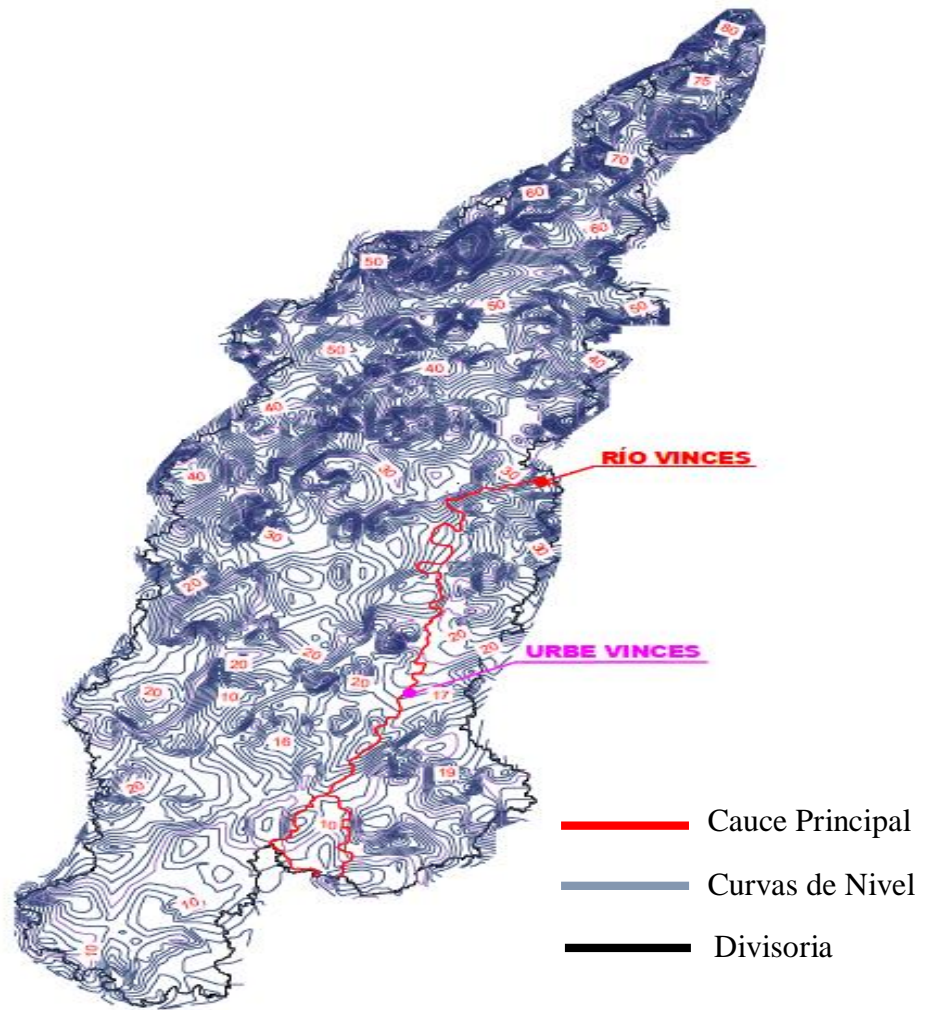


Figura 41. Elevaciones de la Subcuenca del Río Vinces. Fuente Google Earth.  
Elaborado por: Valero (2021).

$$T_c = 0,97 \left( \frac{(65.4 \text{ km})^3}{229.7 \text{ pies}} \right)^{0,385}$$

$$T_c = 15 \text{ horas}$$

***“Tc” California Culvert Practice (1942).***

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

Siendo

Tc= El tiempo de concentración (horas)

H= La diferencia entre la elevación mayor y menor de la subcuenca (m)

Lc= La longitud del cauce principal (km)

$$T_c = \left( 0,87 \frac{(65.4 \text{ km})^3}{70 \text{ m}} \right)^{0,385}$$

$$T_c = 23 \text{ horas}$$

***“Tc” Kirpich (1940).***

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

Donde:

Tc= El tiempo de concentración (horas).

L= La longitud del cauce principal hasta la divisoria (kilómetros).

S<sub>0</sub>= La pendiente promedio del cauce principal (m/m).



En vista de que el método Kirpich (1942), requiere la pendiente media del cauce principal para determinar el tiempo de concentración, esta se determina mediante análisis y un proceso de cálculo en la siguiente imagen.

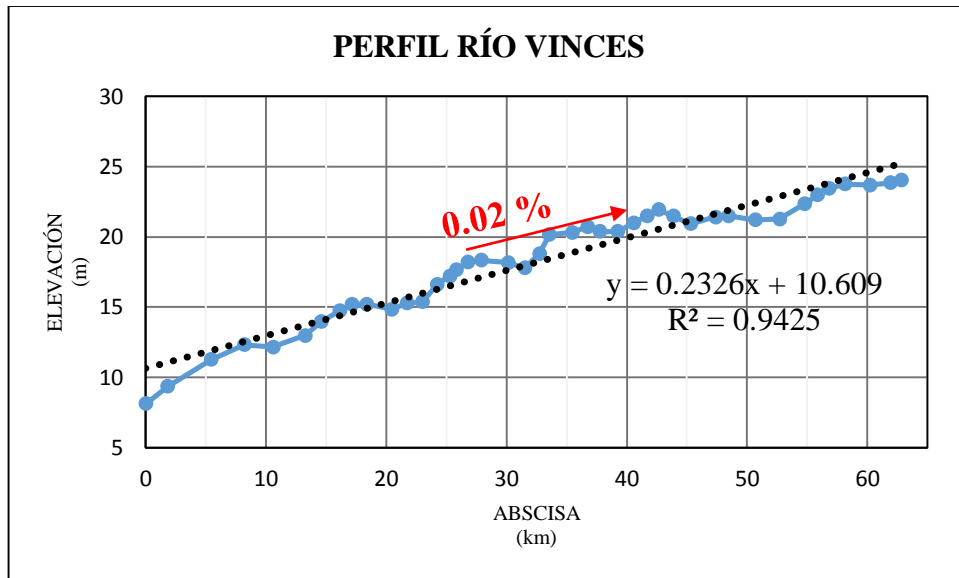


Figura 42. Pendiente media del cauce principal de la Subcuenca del Río Vices.

Fuente Google Earth. Elaborado por: Valero (2021).

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

$$T_C = 0,066 \left( \frac{65.4 \text{ km}}{\sqrt{0.0002326}} \right)^{0,77}$$

$$T_C = 41 \text{ horas}$$

El método Kirpich, estima el tiempo de concentración considerando la pendiente media de la cuenca por medio del siguiente modelo:

$$T_c = 0,06628 \left( \frac{L_c^{0,77}}{S_0^{0,385}} \right)$$

Donde:

T<sub>c</sub>= El tiempo de concentración (horas).

L= La longitud del cauce principal hasta la divisoria (kilómetros).

S<sub>0</sub>= La pendiente promedio de la subcuenca (m/m).

$$T_c = 0,06628 \left( \frac{65,4^{0,77}}{0,005^{0,385}} \right)$$

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

**“T<sub>c</sub>” Témez (1978).**

$$T_c = 0,3 \left( \frac{L_c}{S_0^{0,25}} \right)^{0,75}$$

T<sub>c</sub>= El tiempo de concentración (horas).

L<sub>c</sub>= La longitud del cauce principal (km).

S<sub>0</sub>= La pendiente promedio del cauce principal (en porcentaje).

$$T_c = 0,3 \left( \frac{65,4 \text{ km}}{0,02\%^{0,25}} \right)^{0,75}$$

$$T_c = 15 \text{ horas}$$

**“Tc” V.T Chow.**

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

Tc= El tiempo de concentración (horas).

Lc= La longitud del cauce principal (km).

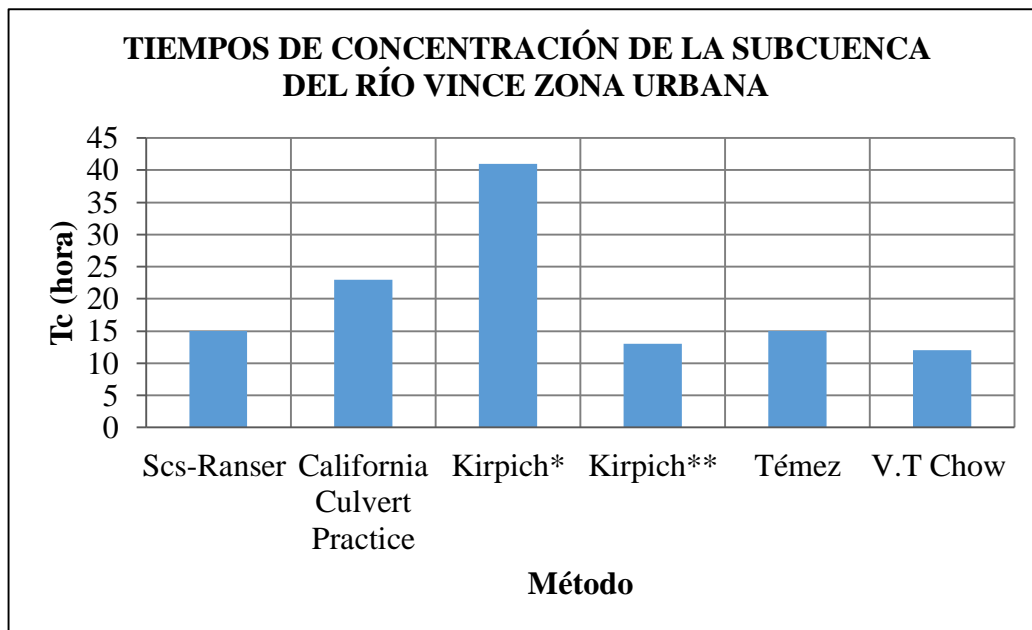
CM<sub>c</sub> = La cota mayor del cauce principal (m.s.n.m).

Cm<sub>c</sub> = La cota menor del cauce principal (m.s.n.m).

$$T_c = 0,8773 \left( \frac{(65.4 \text{ km})^{1,5}}{\sqrt{80 \text{ m.s.n.m.} - 10 \text{ m.s.n.m.}}} \right)^{0,64}$$

$$\mathbf{T_c = 12 \text{ horas}}$$

Los investigadores Torres, Ordoñez y Duque (2012) en su análisis presentado en el XXV Congreso Latinoamericano de Hidráulica San José, Costa Rica, 9 AL 12 DE septiembre de 2012; dejan en evidencia la incertidumbre en la estimación del tiempo de concentración de una cuenca hidrográfica y sostienen que es a razón del empirismo de los modelos de cálculo. La presente investigación lo comprueba, el cálculo del tiempo de concentración es distinto y variado en función del método que se utilice como se refleja en los resultados que presenta la imagen siguiente:



Nota: \* Considera como variable la pendiente del cauce principal.

\*\* Considera como variable la pendiente medida subcuena hidrográfica.

Figura 43. Tiempos de Concentración de la subcuena del Río Vices zona Urbana.

Elaborado por: Valero (2021).

La investigación resuelve utilizar la unidad central  $T_c = 20$  horas, mismo que para duraciones de lluvias de 2 horas con intensidades entre 10 y 50 mm/hora; bajo una condición idealizada de respuesta inmediata de la subcuena del Río Vices; las inundaciones en la zona Urbana del cantón Vices podrían durar alrededor de 22 horas; sin estimar la frecuencia de las lluvias.

#### ***Elevación media.***

La elevación media de la subcuena del Río Vices es importante por la influencia que ejerce en la precipitación, así como, en la evaporación y transpiración y por consecuencia en el caudal medio que transita; para determinar la elevación media fue necesario calcular las áreas contenidas entre curvas de nivel y sus correspondientes elevaciones medias y la aplicación del siguiente modelo:

$$H_{media} = \frac{\sum h_i(s_i)}{A}$$

Siendo:

$H_{media}$  = Elevación media de la subcuenca en m.s.n.m.

$h_i$  = Elevación media de cada tramo de área contenido

$s_i$  = Área contenida entre las curvas de nivel

$A$  = Área total de la cuenca en (Km<sup>2</sup>)

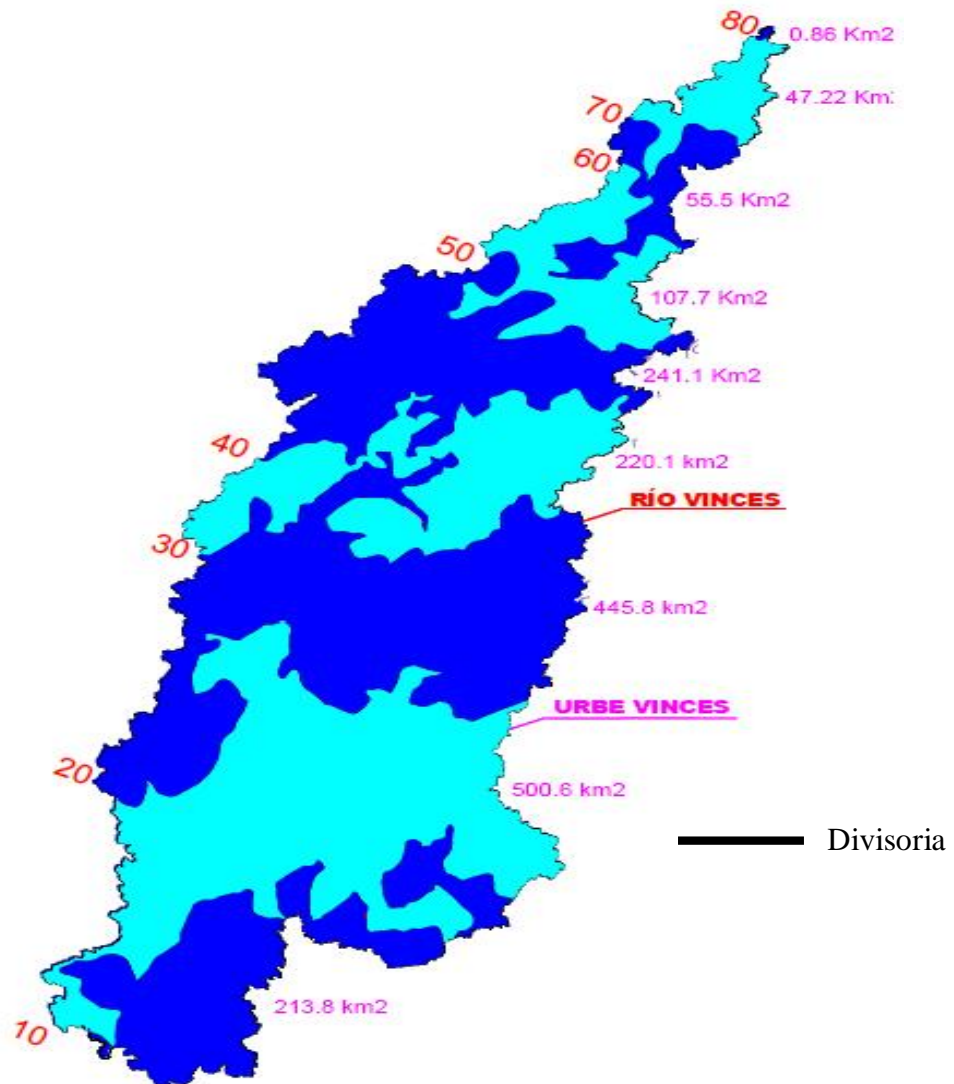


Figura 44. Áreas contenidas entre curvas de nivel de la Subcuenca del Río Vices.

Fuente Google Earth. Elaborado por: Valero (2021).

Tabla 12. Cálculo de  $\sum h_i(s_i)$

*Cálculo de  $\sum h_i(s_i)$*

Intervalo entre curvas de nivel [m]	Elevación media (m) $c_i$	Área (Km <sup>2</sup> ) $a_i$	Área/Área Total [%]	Porcentaje Acumulado	$a_i * c_i$
80 - 70	75	48.1	3%	3%	3606
70 - 60	65	55.5	3%	6%	3607.5
60 - 50	55	107.7	6%	12%	5923.5
50 - 40	45	241.1	13%	25%	10849.5
40 - 30	35	220.1	12%	37%	7703.5
30 - 20	25	445.8	24%	61%	11145
20 - 10	15	500.1	27%	88%	7500.9
10 - 8	9	213.8	12%	100%	1924.2

Nota: El numerador de la ecuación de elevación media está dado por la sumatoria de  $a_i*c_i$ ; 52260 m.s.n.m.m.

Elaborado por: Valero (2021).

$$H_{media} = \frac{\sum h_i(s_i)}{A}$$

$$H_{media} = \frac{52260 \text{ m. s. n. m. m} * km^2}{1833 \text{ km}^2}$$

$$H_{media} = 28.5 \text{ m. s. n. m. m}$$

### ***Curva hipsométrica.***

La información registrada en el cálculo de la elevación media permitió generar la curva hipsométrica de la cuenca del Río Vines, misma que expresa ser una subcuenca sedimentaria y que se encuentra en una fase de vejez, lo cual es un indicador que probablemente el curso del cauce principal no cambie con el paso del tiempo.

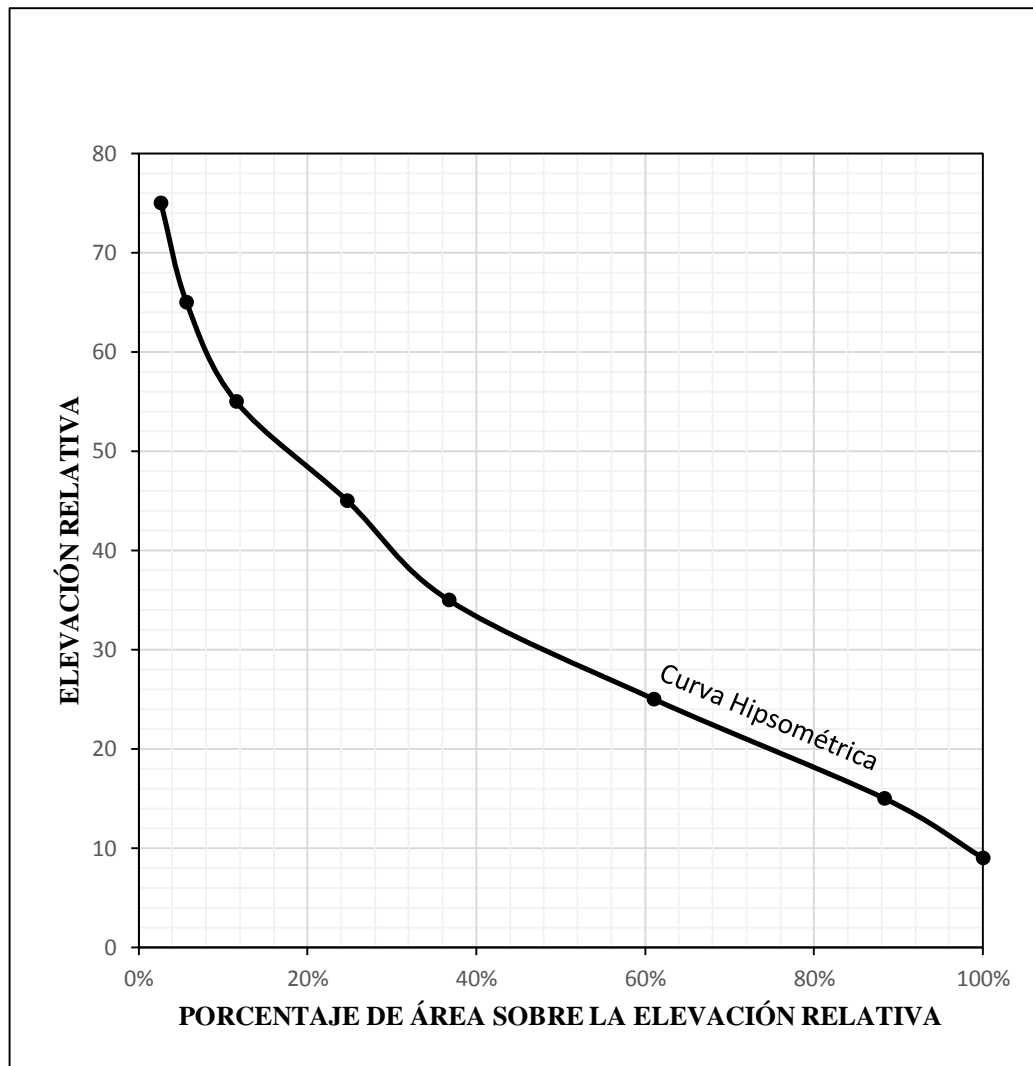


Figura 45. Curva Hipsométrica de la Subcuenca del Río Vines. Fuente Google Earth. Elaborado por: Valero (2021).

***Cálculo de la Pendiente Media de la cuenca.***

Se dividió la Subcuenca del Río Vines con una serie de líneas horizontales y verticales (conformando una cuadrícula), con una separación constante, de forma tal de obtener por lo menos 50 puntos de intersección de estas líneas dentro de ella; al aplicar el método de cuadrículas se obtuvo 82 intersecciones. Cada uno de estos puntos conformaron parte de la muestra de sitios dentro de la subcuenca; para el cálculo de las respectivas pendientes.

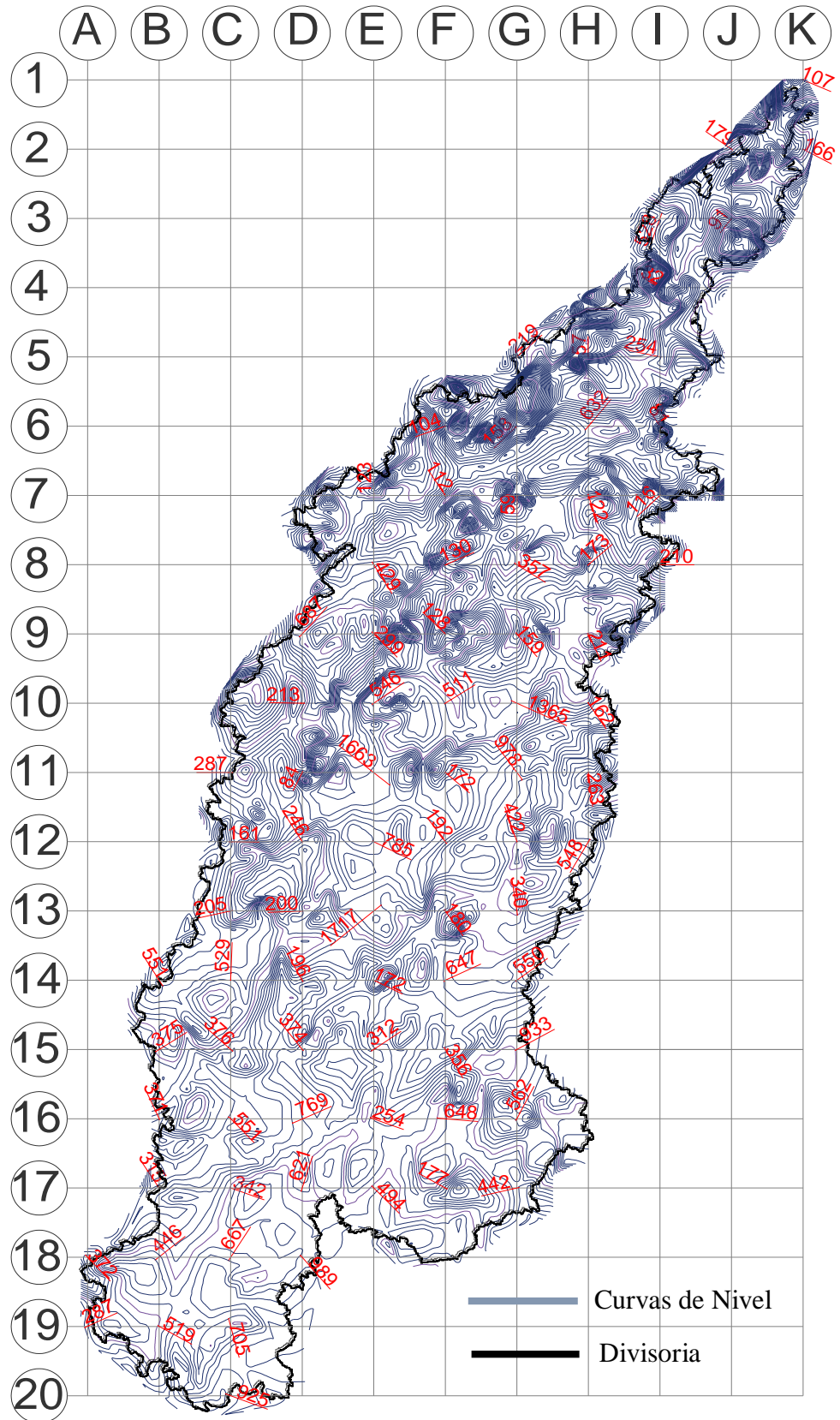


Figura 46. Distancia entre curvas de nivel de la Subcuenca del Río Vices. Fuente Google Earth. Elaborado por: Valero (2021).



Tabla 13. Cálculo de pendiente media por el método de cuadrículas

*Cálculo de pendiente media por el método de cuadrículas*

Punto	Desnivel ( $\Delta h$ )	Distancia horizontal ( $\Delta d$ )	Pendiente (%)
K-1	1	107	0.9%
K-2	1	166	0.6%
J-2	1	179	0.6%
J-3	1	91	1.1%
I-3	1	528	0.2%
I-4	1	32	3.1%
G-5	1	219	0.5%
H-5	1	57	1.8%
I-5	1	254	0.4%
F-6	1	104	1.0%
G-6	1	158	0.6%
H-6	1	632	0.2%
I-6	1	81	1.2%
E-7	1	123	0.8%
F-7	1	112	0.9%
G-7	1	59	1.7%
H-7	1	122	0.8%
I-7	1	116	0.9%
E-8	1	429	0.2%
F-8	1	130	0.8%
G-8	1	357	0.3%
H-8	1	173	0.6%
I-8	1	210	0.5%
D-9	1	687	0.1%
E-9	1	299	0.3%
F-9	1	128	0.8%
G-9	1	159	0.6%
H-9	1	211	0.5%
D-10	1	213	0.5%
E-10	1	546	0.2%
F-10	1	511	0.2%
G-10	1	1365	0.1%
H-10	1	162	0.6%
C-11	1	287	0.3%
D-11	1	84	1.2%
E-11	1	1663	0.1%
F-11	1	172	0.6%
G-11	1	978	0.1%
H-11	1	263	0.4%
C-12	1	161	0.6%
D-12	1	246	0.4%
E-12	1	785	0.1%
F-12	1	192	0.5%

G-12	1	422	0.2%
H-12	1	548	0.2%
C-13	1	205	0.5%
D-13	1	200	0.5%
E-13	1	1717	0.1%
F-13	1	180	0.6%
G-13	1	340	0.3%
B-14	1	551	0.2%
C-14	1	529	0.2%
D-14	1	196	0.5%
E-14	1	172	0.6%
F-14	1	647	0.2%
G-14	1	550	0.2%
B-15	1	375	0.3%
C-15	1	376	0.3%
D-15	1	374	0.3%
E-15	1	312	0.3%
F-15	1	356	0.3%
G-15	1	933	0.1%
B-16	1	371	0.3%
C-16	1	551	0.2%
D-16	1	769	0.1%
E-16	1	254	0.4%
F-16	1	648	0.2%
G-16	1	562	0.2%
B-17	1	315	0.3%
C-17	1	342	0.3%
D-17	1	621	0.2%
E-17	1	494	0.2%
F-17	1	177	0.6%
G-17	1	442	0.2%
A-18	1	372	0.3%
B-18	1	446	0.2%
C-18	1	667	0.1%
D-18	1	989	0.1%
A-19	1	287	0.3%
B-19	1	519	0.2%
C-19	1	705	0.1%
C-20	1	925	0.1%

---

Fuente Google Earth. Elaborado por: Valero (2021).

Con la pendiente de todos los puntos definidos por las cuadrículas, se ordenarán de menor a mayor para agruparlos posteriormente en una cantidad de intervalos de clase (K) definido por la ley de Sturges:

$$K = 1 + 3,3 \cdot \log(n)$$

En dónde

n= El número de puntos de pendiente (n=82)

$$\text{Si } n = 82, K = 7$$

Como cada intervalo debe tener un tamaño, utilizaremos la diferencia entre la pendiente máxima y mínima calculada para los puntos y lo dividiremos entre el número de Intervalos de clase:

$$C = \frac{\text{Pendiente.Mayor} - \text{Pendiente.Menor}}{K}$$

Donde:

C = Intervalo Clase

$$c = \frac{3.1 \% - 0.1\%}{7}$$

$$c = 0.4 \%$$

Tabla 14. Cálculo de la sumatoria del producto de ocurrencias y pendientes medias por intervalo de clase

*Cálculo de la sumatoria del producto de ocurrencias y pendientes medias por intervalo de clase*

Intervalo de Pendientes (%)	Número de Ocurrencias (N)	Pendiente Media En El Intervalo (Sm[%])	N * Sm(%)
0 - 0.4	49	0.2	9.8
0.4 - 0.8	23	0.6	13.8
0.8 - 1.2	7	1.0	7.0
1.2 - 1.6	0	1.4	0.0
1.6 - 2.0	2	1.8	3.6
2.0 - 2.4	0	2.2	0.0
2.4 - 2.8	0	2.6	0.0
2.8 - 3.2	0	3.0	0.0
3.1 - 3.6	1	3.4	3.4

Nota: La sumatoria del producto de ocurrencias y pendientes medias por intervalo de clase es de 37.6 %.

Elaborado por: Valero (2021).

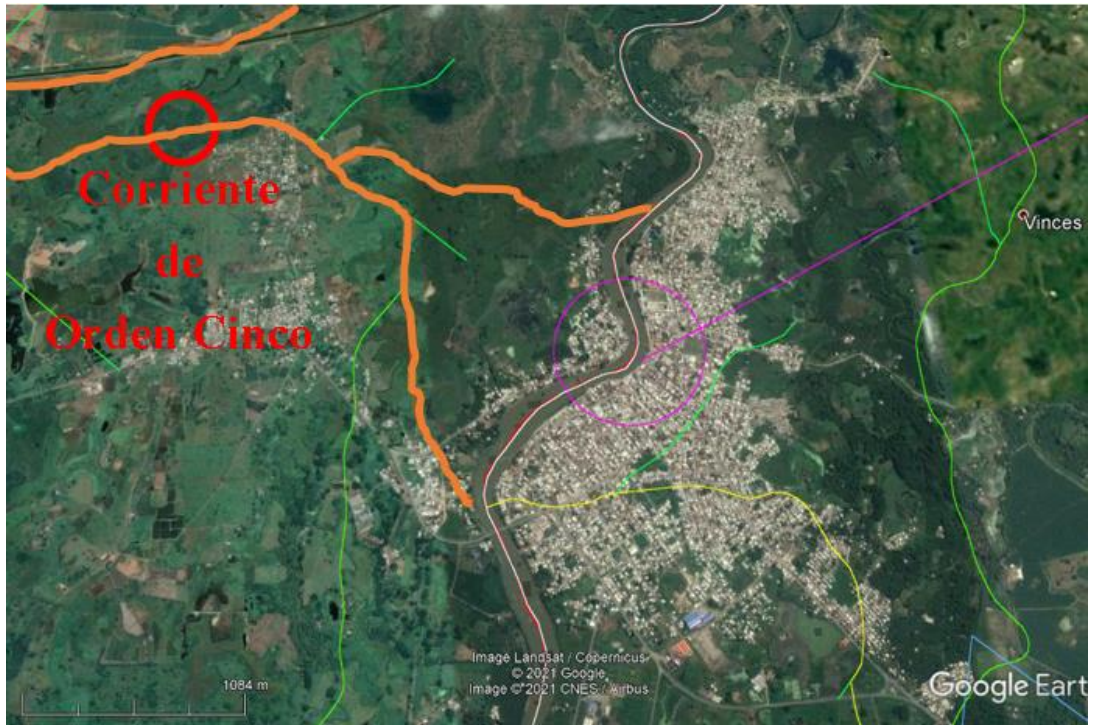
$$S_{media} = \frac{37.6\%}{82} = 0.5\%$$

En función de la pendiente media obtenida en la subcuenca del Río Vinces se la caracteriza como un terreno llano lo cual es un indicador de posibles concentraciones parciales de agua a superficie.

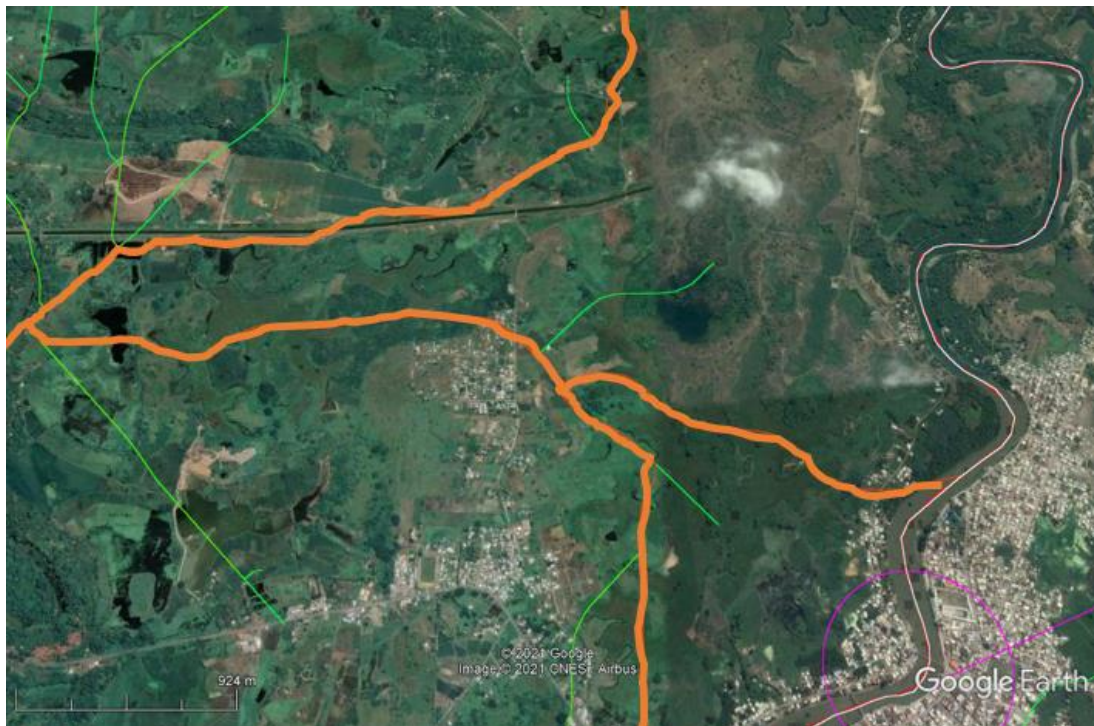
De la caracterización hidrográfica se identifica que el crecimiento de la mancha urbana del cantón Vinces, con orientación Norte-Oeste tiene un alto riesgo de inundación por su cercanía a una corriente de orden cinco como se muestra en las imágenes a continuación:



*Figura 47.- Crecimiento Urbano del cantón Vinces. Fuente Google Earth. Elaborado por: Valero (2021).*



*Figura 48.* Corriente de orden cinco en sector de crecimiento urbano. Fuente Google Earth. Elaborado por: Valero (2021).



*Figura 49.* Riesgo de inundación en crecimiento urbano del cantón Vinces. Fuente Google Earth. Elaborado por: Valero (2021).

La corriente de orden cinco, entrega al Río Vinces el agua drenada del 54% de la subcuenca con una energía dada por un desnivel de 60 m, como se muestra en la imagen a continuación:

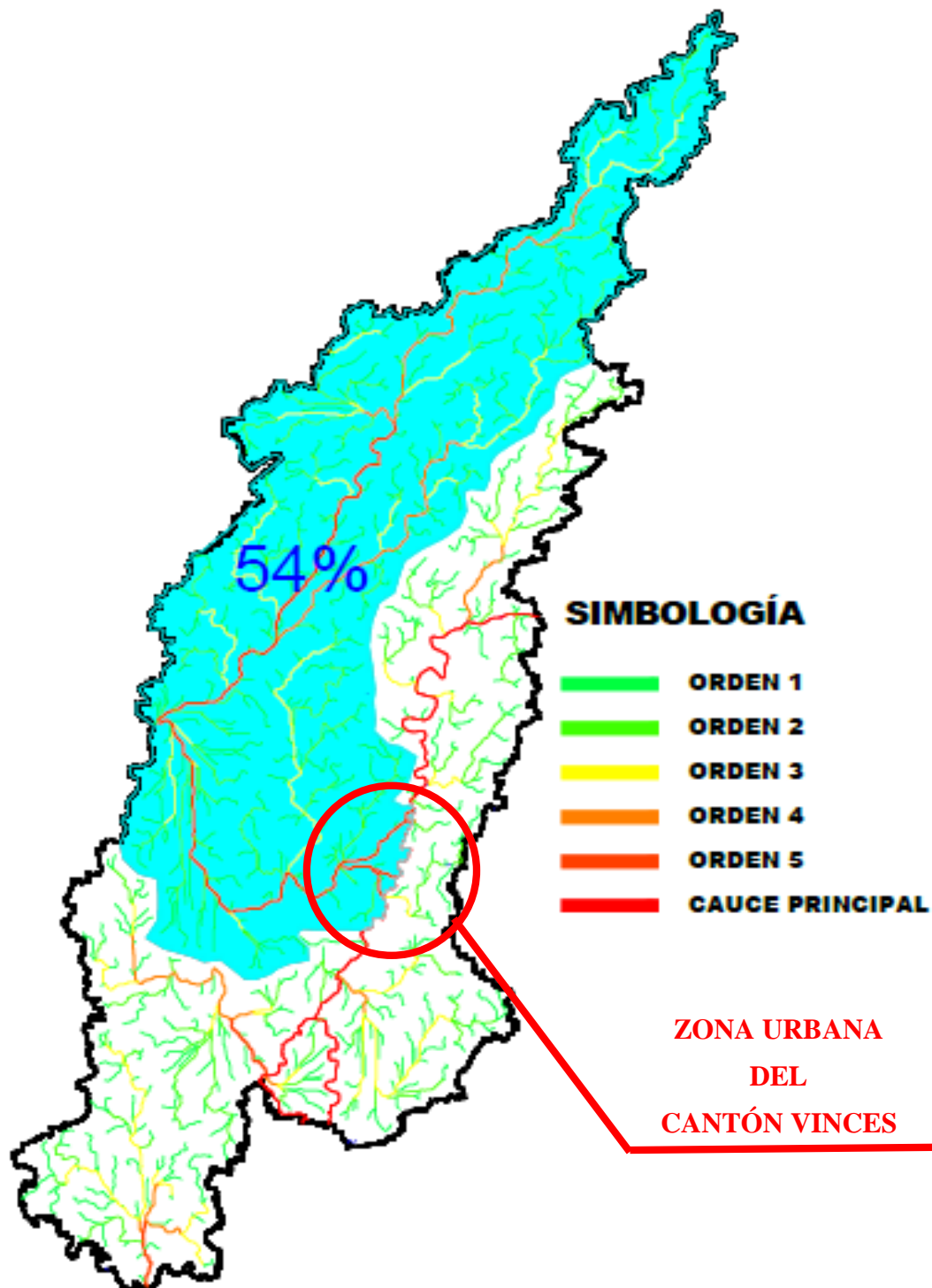


Figura 50. Influencia de la subcuenca del Río Vinces en la zona urbana del cantón Vinces. Fuente Google Earth. Elaborado por: Valero (2021).

#### **4.7 Conclusiones del informe técnico**

1. Se logra mostrar los hechos mediante la prospectiva del riesgo de inundación de la zona urbana del cantón Vinces y resulta que este por condición meteorológica incrementará en un 30% en los próximos 10 años, 50% en los próximos 25 años, 100% en los próximos 50 años y en un 130% en los próximos 100 años.

2. Se logra relatar el análisis de lo actuado mediante la percepción social del riesgo de inundación de la zona urbana del cantón Vinces la cual se la califica como alta, entre el 60% y 70% de la muestra reconocen el riesgo por medio de los factores amenaza y vulnerabilidad, media entre el 40% y 30% de la muestra lo sustenta y baja entre el 0% y 10% de la muestra lo sustenta.

3. Se logra relatar el análisis de los resultados mediante la caracterización hidrográfica de la subcuenca del Río Vinces la cual recoge un importante sustento multimetódico aplicado en un ambiente modelado. La caracterización hidrográfica resulta de 29 parámetros, los cuales emiten hallazgos del objeto de estudio tales como: 1) Alta drenabilidad de la subcuenca, 2) Susceptibilidad a desbordamiento del Río Vinces y 3) Identificación de áreas susceptibles a inundaciones.

4. Se logra compilar en un todo cohesivo la exposición de los hechos, análisis de lo actuado y los resultados obtenidos. La evaluación del riesgo de inundación de la zona urbana del cantón Vinces es disertada por medio de la prospectiva del riesgo de inundación, la percepción social del riesgo de inundación y la sustentada caracterización hidrográfica.

#### **4.8 Recomendaciones del informe técnico**

1. Orientar el crecimiento del territorio hacia el Sur-Este de la zona urbana del cantón Vinces, pues de la investigación se observa que es un área con bajo riesgo de inundación.

2. Mejorar el sistema de alcantarillado pluvial, la población de la zona urbana del cantón Vices, percibe un alto riesgo de inunda por el factor amenaza lluvia.

3. Adoptar medidas preventivas estructurales y no estructurales para disminuir el grado de vulnerabilidad que la caracterización hidrográfica trasluce.



## CONCLUSIONES

Se identificó el factor amenaza del riesgo de inundación por medio de una prospectiva de las lluvias, realizada por la técnica curvas de intensidad, duración y frecuencia, utilizando registros pluviométricos de dos estaciones meteorológicas que estadísticamente, no muestran diferencias significativas a pesar de ser distintas en cuanto a su ubicación altimétrica. El riesgo de inundación de la zona urbana del cantón Vinces, se duplicará en los próximos 50 años; esto en el caso de no tomar medidas preventivas por medio de acciones en el territorio, que disminuya la vulnerabilidad de su zona urbana, frente a lluvias con duración de 120 minutos e intensidades comprendidas entre 10 y 50 mm/hora.

Se identificó el factor vulnerabilidad del riesgo de inundación por medio de una caracterización hidrográfica, se logró un escenario modelado en el cual se visualizan los distintos semáforos de alerta de riesgo de inundación que existen en el cantón Vinces; es evidente que la puesta de la investigación es atinada, debido a que se ha sustentado en distintas penalizaciones, que la caracterización hidrográfica no solo influye positivamente en la gestión del riesgo de inundación debido a que proporciona los indicadores de riesgo, sino que también muestra las potencialidades hídricas del territorio.

Se midió la percepción social del riesgo de inundación de la zona urbana del cantón Vinces: 1) Más del 60% de las personas encuestadas reconocen a las lluvias como una amenaza, debido a que es muy probable que la presencia de aquellas produzca inundaciones en la urbe del cantón Vinces, 2) Más del 70% de las personas encuestadas reconocen al río Vinces como una amenaza, debido a que es muy probable que el desbordamiento de aquel, produzca inundaciones en la urbe del cantón, 3) Más del 60% de las personas encuestadas reconocen que la urbe del cantón es vulnerable a inundaciones por su cercanía al río, 4) Más del 70% de las personas encuestadas reconocen que la urbe del cantón es vulnerable a inundaciones, debido a que con poca frecuencia se adoptan medidas preventivas frente al riesgo de inundación.

Se elaboró un informe técnico por medio de la exposición de los hechos, análisis de lo actuado y los resultados obtenidos; en donde se diserta que el riesgo de inundación de la zona urbana del cantón Vinces, por condición meteorológica incrementará en un 30% en los próximos 10 años, 50% en los próximos 25 años, 100% en los próximos 50 años y en un 130% en los próximos 100 años y que es posible modelar su comportamiento por medio de una función polinómica de tercer orden y ecuación  $y = -4E-06x^3 + 0.0005x^2 - 0.0004x + 0.2574$  con correlación del 100%; siendo la variable “y” el incremento del riesgo de inundación expresado en porcentaje y la variable “x” el año en específico al cual se desea realizar el análisis.

Se evaluó el riesgo de inundación de la zona urbana del cantón Vinces por medio de los factores amenaza y vulnerabilidad para su gestión mediante el ordenamiento territorial. La percepción social del riesgo de inundación es alta y revela despreocupación en adoptar medidas preventivas que incluya resiliencia a la urbe; la prospectiva del riesgo de inundación se muestra incremental y predice que las lluvias serán más intensas a las experimentadas; la caracterización hidrográfica descubre una subcuenca que por el paso de sus corrientes sin perjuicio a lo comentado, se presume tiene relación directa con las inundaciones experimentadas en la zona urbana del cantón, debido a que se sustenta con varios métodos; tiene buena drenabilidad y que esto produce el desbordamiento de su cauce principal Río Vinces.

Se identifica que el crecimiento urbano disperso del cantón Vinces como se suscita con orientación cardinal Norte-Oeste y Sur-Oeste, incrementaría el riesgo de inundación, a razón que; en dichas direcciones se desarrollan corrientes de orden cinco que entregan al Río Vinces el agua drenada a superficie del 54% de la subcuenca identificada, con una energía dada por un desnivel de 60 metros. El Ordenamiento territorial debe cambiar la dirección de crecimiento urbano del cantón, en aras de disminuir el riesgo de inundación reduciendo la vulnerabilidad en su población, la mancha urbana debe crecer con dirección Sur-Este, sector que hidrográficamente resulta de bajo riesgo de inundación por la poca presencia de corrientes y en donde predominan aquellas de orden uno.

Se califica con juicio de valor verdadero la hipótesis de investigación: La gestión del riesgo de inundación por medio de la evaluación de sus factores amenaza y vulnerabilidad, contribuye al ordenamiento territorial del cantón Vinces provincia de Los Ríos, Ecuador; puesto que se logra demostrar con sustento teórico y técnico que el ordenamiento territorio debe cambiar la dirección del crecimiento urbano del cantón, mejorar el sistema de drenaje pluvial, así como también; dotar de estructuras que controlen el desbordamiento del Río Vinces en las importantes épocas lluviosas que la investigación pronostica.

## RECOMENDACIONES

La investigación tiene continuidad con la puesta de una caracterización hidrológica, que describa los factores entorno al riesgo de inundación actual de la zona urbana. Además, se recomienda la configuración de histogramas de precipitación, a fin de identificar la frecuencia de duración de las lluvias en el cantón Vinces.

Se recomienda realizar un estudio geofísico; el cual permita sustentar el valor de la infiltración (INF) estimado en el presente trabajo, además de revelar la situación del subsuelo con respecto a la posible existencia del recurso hídrico. Lo expuesto como recomendación permitirá afianzar criterios en la Gestión de Riesgo de Inundación del cantón Vinces, Ecuador.

Se recomienda que el Ordenamiento Territorial del cantón Vinces, considere la implementación de espacios públicos multipropósitos, que contribuyan a mitigar el riesgo de inundación de su zona urbana; así como también, dotar de una estructura que controle los desbordamientos del Río Vinces.

Se recomienda que el Ordenamiento Territorial del cantón Vinces, considere un crecimiento urbano con orientación Sur-Este no disperso del existente, a fin de lograr la mayor cobertura de servicios básicos, en beneficio de su población y en aras de un desarrollo sustentable.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alfonso Jiménez, K. y Sierra Martin, D. (2021). *Modelación Hidrodinámica Del Tramo 2 Del Río Botello Entre Las Veredas Prado Y Moyano, Del Municipio De Facatativá*. (Tesis de Grado, Universidad de Cundinamarca). Obtenido de: <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/handle/20.500.12558/3444>
- Areiza Pereira, K., Pulido Moreno, D. y González Valderrama, L. (2021). *Criterios de interdependencia en los procesos de gestión del riesgo por inundación en la Localidad de Bosa 2016-2020, orientados al desarrollo local sostenible*. (Tesis de Grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas). Obtenido de: <https://repositorio.udistrital.edu.co/handle/11349/26083>
- Arteaga, A. (2021). *Desarrollo metodológico para la evaluación de la gestión del riesgo hídrico*. (Tesis Doctoral, Universidad Nacional de la Plata). Obtenido de: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/114454>
- Calderón Ramírez, D. R., y Frey, K. (2017). El ordenamiento territorial para la gestión del riesgo de desastres en Colombia. *Territorios*, 1(36). Obtenido de: <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/territorios/a.4795>
- Cárdenas, K. (2018). Análisis General de la Gestión del Riesgo por Inundación en Colombia. *Revista Científica en Ciencias Ambientales y Sostenibilidad*, 4(01), 40. Obtenido de <https://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/CAA>
- Cardoso, M. M. (2017). Estudio de la vulnerabilidad socio-ambiental a través de un índice sintético. Caso de distritos bajo riesgo de inundación: Santa Fe, Recreo y Monte Vera, Provincia de Santa Fe, Argentina. *Caderno de Geografia*, 27(48), 158. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=333249827009>
- Castillanos Garcia, Y. y Rodriguez Dueñas, A. (2021). *Formulación de alternativas para el fortalecimiento de la componente gestión del riesgo en el esquema de ordenamiento territorial del municipio de Cáqueza, Cundinamarca*. (Tesis de Grado, Universidad de la SALLE). Obtenido de: [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_ambiental\\_sanitaria/1914/](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/1914/)
- Dutan, S., Amaya, J., Nugra, F., y Palacios, B. (2018). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2015-2020. Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Vinces*. Obtenido de: [http://www.vinces.gob.ec/index.php/index.php?option=com\\_content&view=article&id=289](http://www.vinces.gob.ec/index.php/index.php?option=com_content&view=article&id=289)

- El Comercio. (08 de Agosto de 2009). *El Niño azotó a Ecuador*. Recuperado el 30 de Agosto de 2021, Obtenido de: <https://www.elcomercio.com/actualidad/nino-azoto-ecuador.html>
- El Comercio. (14 de Febrero de 2018). *Actualidad Ecuador*. Recuperado el 27 de Febrero de 2020, Obtenido de: <https://www.elcomercio.com/actualidad/lluvias-emergencias-losrios-eloro-inundaciones.html>
- Estrada Vásquez, E. (2021). *Evaluación del Riesgo de Inundación Fluvial en la Cuenca baja del Río Esmeraldas*. (Tesis de Maestría, Universidad Técnica del Norte). Obtenido de: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/10942>
- Fernández , M., Borges, J., Meléndez, G., Mora, F., Mora, J. A., & Muñoz, C. (12 de 9 de 2011). *Preventec UCR*. Obtenido de [www.preventec.ucr.ac.cr/gestion\\_riesgo\\_inundacion\\_santo\\_domingo](http://www.preventec.ucr.ac.cr/gestion_riesgo_inundacion_santo_domingo)
- GAD Vinces. (27 de Febrero de 2020). *Alcaldía Vinces 2019-2023*. Obtenido de <http://www.vinces.gob.ec/>
- Gonzales Shocush, F. (2021). *Gestión de riesgo de desastres en el Centro Poblado de Tumpa, distrito de Yungay, provincia de Yungay, 2020*. (Tesis de Maestría, César Vallejo). Obtenido de: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/58092>
- Moguel Flores, A., Tejeda Martínez, A. y García-Pacheco, V. (2016). Propuesta para evaluación de riesgos por inundaciones urbanas: El caso de Xalapa (México). Obtenido de: [http://aeclim.org/wp-content/uploads/2016/02/0096\\_PU-SA-VIII-2012-AG\\_MOGUEL.pdf](http://aeclim.org/wp-content/uploads/2016/02/0096_PU-SA-VIII-2012-AG_MOGUEL.pdf)
- Morote Seguido, A. y Souto González, X. (2020). Educar para convivir con el riesgo de inundación. *Estudios Geográficos*, 81(288). Obtenido de: <https://roderic.uv.es/handle/10550/75372>
- Nieto, L. M. (2011). El antiguo mar de Guayaquil. La Cuenca del río Guayas. *Revista Universidad de Guayaquil*, 110(1), 5-12. Obtenido de <https://www.revistas.ug.edu.ec/index.php/rug/article/view/415>
- NOAA National Centers for Environmental Information, State of the Climate: Global Climate Report for 2015, publicado en línea en enero de 2016, recuperado el 30 de agosto de 2021 de <https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/201513/supplemental/> página-1.

- Londoño Giraldo, J. (2021). *Evaluación del riesgo urbano por inundaciones del río Supía*. (Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia). Obtenido de: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/79634>
- Paucar Camacho, J. (2016). *Modelo para la articulación de la Gestión del Riesgo en el proceso de Ordenamiento Territorial de la Ciudad de Guaranda, Ecuador* (Tesis Doctoral). Universidad de Valencia, Valencia. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10550/54628>
- Pérez Morales, A., Gil Guirado, S., y Quesada García (2021). Do we all stand equally towards the flood? Analysis of social vulnerability in the Spanish Mediterranean coast. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (88). Obtenido de: <https://doi.org/10.21138/bage.2970>
- Sánchez Mahecha, A. y Barrera Guzmán, J. (2021). *Análisis Del Riesgo Por Inundación En El Rio Tunjuelito En La Localidad De Bosa, Bogotá D.C.* (Tesis de Grado, Universidad de CUNDINAMARCA). Obtenido de: <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/handle/20.500.12558/3390>
- Sandoval, V., y Sarmiento, J.P. (2018). Una mirada desde la gobernanza del riesgo y la resiliencia urbana en América Latina y el Caribe: Los asentamientos informales en la Nueva Agenda Urbana. *Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres REDER*, 2(1), 38–52. Obtenido de <http://revistareder.com/handle-0719-8477-2018-011>
- Sevillano Rodríguez, M.E. (2020). Zonificación de la amenaza ante inundaciones a partir de un método de evaluación multicriterio en la ciudad de Santiago de Cali, Colombia. *Geofocus*, 25, 47-76. Obtenido de: <http://doi.org/10.21138/GF.661>
- Sevillano Rodríguez, M.E. (2021). Método de Evaluación Sintetizada para Riesgo de Desastres con Enfoque de Ordenamiento Territorial (MESR): Una Aplicación para la Ciudad de Cali, Colombia. *Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres REDER*, 5(1), 46- 69. Obtenido de: <http://www.revistareder.com/ojs/index.php/reder/article/view/67/78>
- Suarez Peña, D. (2018). *Sistemas de Alerta Temprana para Notificación de Riesgo de Inundaciones para el cantón Vinces (SAT)*. (Tesis de Grado, Universidad Técnica de Babahoyo). Obtenido de: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/4812>

- Valero Fajardo, C. (2020). *Análisis PESTEL basados en mapas de decisión difusos para la ordenación de factores de riesgo en la planificación territorial del cantón Vinces, Ecuador*. (Tesis de Maestría, Universidad de Guayaquil). Obtenido de: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/51206>
- Valero Fajardo, C., y Mendoza Villacís, M. (2015). *Análisis Experimental de Coeficientes de Descargas para Vertederos Trapezoidales de pared delgada en Modelos Físicos Reducidos para el Laboratorio de Hidráulica de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil*. (Tesis de Grado, Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil). Obtenido de: <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/1517>
- Valero Fajardo CL, y Hechavarría Hernández JR (2020) Análisis PEST basado en mapas de decisión difusos para el ordenamiento de factores de riesgo en la planificación territorial del Cantón Vinces, Ecuador. *Springer, Cham.* vol 1131. Obtenido de: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-39512-4\\_181](https://doi.org/10.1007/978-3-030-39512-4_181)
- Vasquez Molocho, C. y Delgado Bardales, J. (2021). Gestión del riesgo de desastres para mejorar el ordenamiento territorial en municipalidades. *Ciencia Latina Revista Multidisciplinar*, 5(1). Obtenido de: [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v5i1.214](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i1.214)
- RTS La Noticia (27, enero, 2016). Declaran emergencia por inundación en Vinces [Archivo de Vídeo] Obtenido de: <https://youtu.be/Vafd9F1efSM>
- RTS La Noticia (01, febrero, 2017). Lluvias provocan inundaciones en Vinces [Archivo de Vídeo] Obtenido de: <https://youtu.be/ocacY2yhl8c>
- RTS La Noticia (21, marzo, 2019). Declaran emergencia en Vinces por inundaciones [Archivo de Vídeo] Obtenido de: <https://youtu.be/XYjI8oHZmy8>
- Ybarra, Guadalupe y Gill. (2021). La construcción de espacios de riesgo de inundación. Caso: San Carlos de Bariloche, Argentina. *Revista UNLPam*, 25(1), 155–172. Obtenido de <https://repo.unlpam.edu.ar/handle/unlpam/7133>



## ANEXOS

*ANEXO 1.- Instrumento de Investigación para medir la percepción social del riesgo de inundación.*



Universidad Laica  
VICENTE ROCAFUERTE  
de Guayaquil

### CUESTIONARIO

N°

#### Sección 1. Introducción

Saludos, soy estudiante de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, vinceño de nacimiento y me encuentro realizando mi proyecto de titulación cuyo tema es: Gestión del Riesgo de Inundación para el Ordenamiento Territorial del cantón Vinces. Solicito su colaboración llenando este cuestionario, marcando con una "X" la respuesta de su elección. Agradezco por su inversión de tiempo.

#### Sección 2. Objetivo del cuestionario

Medir la percepción social del riesgo de inundación, por medio de los factores amenaza y vulnerabilidad; para su gestión en la zona urbana del cantón Vinces.

#### Sección 3. Datos de clasificación

Género:  Masculino  Femenino      Edad:  18 - 25 años  26 - 39 años  40 - 55 años

#### Sección 4. Preguntas en relación al factor amenaza, de la zona urbana del cantón Vinces

1. ¿Qué tan probable es que se experimente inundaciones a causa de lluvias?

No Probable       Poco Probable       Probable       Muy Probable

2. ¿Qué tan probable es que sufra inundaciones a causa del desbordamiento del río?

No Probable       Poco Probable       Probable       Muy Probable

#### Sección 5. Preguntas en relación al factor vulnerabilidad, de la zona urbana del cantón Vinces

3. ¿Qué tan probable es que las inundaciones del cantón sean a causa de su cercanía al río?

No Probable       Poco Probable       Probable       Muy Probable

4. ¿Con que frecuencia se adoptan medidas preventivas frente a inundaciones?

Ninguna       Poca       Mediana       Mucha

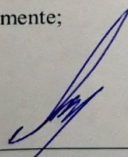
*ANEXO 2.- Carta de Validación de procesos estadísticos aplicados en la prospectiva del riesgo de inundación del proyecto de investigación Gestión del Riesgo de Inundación para el Ordenamiento Territorial del cantón Vinces.*

**CARTA DE VALIDACIÓN DE PROCESOS ESTADÍSTICOS APLICADOS  
EN LA PROSPECTIVA DEL RIESGO DE INUNDACIÓN  
DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:  
GESTIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN PARA EL  
ORDENAMIENTO TERRITORIAL  
DEL CANTÓN VINCES**

Guayaquil, 19 de agosto del 2021

Yo **Mg. Ing. David Octavio Rugel González** portador del documento de identificación **C.I. 0919364174** de profesión Ingeniero en Estadística Informática de especialidad Magister en Gestión de la Productividad y la Calidad, **declaro haber supervisado los procesos estadísticos aplicados en la prospectiva del riesgo de inundación** de la zona urbana del cantón Vinces provincia de los Ríos, Ecuador; del trabajo de titulación del **Ing. Civil Carlos Luis Valero Fajardo**; proyecto de investigación titulado **GESTIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN PARA EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL CANTÓN VINCES**, presentado en el programa de posgrado; **Maestría en Ingeniería Civil mención Construcción Civil Sustentable, Cohorte 1.**

Atentamente;

  
\_\_\_\_\_  
Mg. Ing. David Octavio Rugel González  
C.I. 0919364174  
Telf: 0995391350

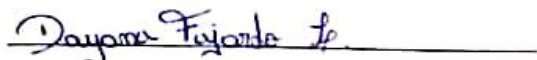
*ANEXO 3.- Carta de Validación del instrumento de investigación cuestionario aplicado en la prospectiva del riesgo de inundación del proyecto de investigación Gestión del Riesgo de Inundación para el Ordenamiento Territorial del cantón Vinces.*

**CARTA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN  
CUESTIONARIO APLICADO PARA MEDIR LA PERCEPCIÓN  
SOCIAL DEL RIESGO DE INUNDACIÓN  
EN EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:  
GESTIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN PARA EL  
ORDENAMIENTO TERRITORIAL  
DEL CANTÓN VINCES**

Guayaquil, 19 de agosto del 2021

Yo **Psic. Clínica Dayana Valentina Fajardo Luna** portadora del documento de identificación **C.I. 1207625532** de profesión **Psicóloga Clínica**, **declaro haber supervisado el proceso de configuración del instrumento de investigación Cuestionario aplicado para medir la percepción social del riesgo de inundación**, de la zona urbana del cantón Vinces provincia de los Rios, Ecuador; del trabajo de titulación del **Ing. Civil Carlos Luis Valero Fajardo**; proyecto de investigación titulado **GESTIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN PARA EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL CANTÓN VINCES**, presentado en el programa de posgrado: **Maestría en Ingeniería Civil mención Construcción Civil Sustentable, Cohorte 1**.

Atentamente;



Psic. Clínica Dayana Valentina Fajardo Luna

C.I. 1207625532

Tel: 0939626431

*ANEXO 4.- Carta de Validación de la técnica caracterización hidrográfica del proyecto de investigación Gestión del Riesgo de Inundación para el Ordenamiento Territorial del cantón Vinces.*

**CARTA DE VALIDACIÓN DE LA TÉCNICA CARACTERIZACIÓN  
HIDROGRÁFICA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:  
GESTIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN PARA EL  
ORDENAMIENTO TERRITORIAL  
DEL CANTÓN VINCES**

Guayaquil, 19 de agosto del 2021

Yo **Ing. Civil Calero Amores Marcial Sebastian, Ph D.** portador del documento de identificación **C.I. 0905197869** de profesión Ingeniero Civil de especialidad Magister Scientiae en Desarrollo de Recursos de Aguas y Tierras, opción: Obras Hidráulicas, **declaro haber supervisado el proceso de Caracterización Hidrográfica de la Subcuenca del Río Vinces**, zona urbana del cantón Vinces provincia de los Ríos, Ecuador; del trabajo de titulación del **Ing. Civil Carlos Luis Valero Fajardo**; proyecto de investigación titulado **GESTIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN PARA EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL CANTÓN VINCES**, presentado en el programa de posgrado; **Maestría en Ingeniería Civil mención Construcción Civil Sustentable, Cohorte 1.**

Atentamente;



Ing. Civil Calero Amores Marcial Sebastian, Ph D.

C.I. 0905197869

Telf: 0993060390