



UPSE

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL RÉGIMEN HIDROLÓGICO DEL
RÍO SAN VICENTE, SANTA ELENA.

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTOR

CÁRDENAS LÓPEZ RICARDO ANTONIO

TUTOR

Ing. ORTÍZ SAFADI GUIDO MOISES, Mg.

La Libertad, Ecuador

2024

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA INGENIERÍA CIVIL

IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL RÉGIMEN HIDROLÓGICO DEL
RÍO SAN VICENTE.

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTOR (ES)

CÁRDENAS LÓPEZ RICARDO ANTONIO

TUTOR

Ing. ORTÍZ SAFADI GUIDO MOISES, Mg.

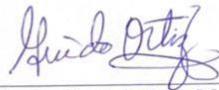
La Libertad, Ecuador

2024

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, PhD.
DIRECTORA DE CARRERA



Ing. Guido Ortiz Safadi, MSc.
DOCENTE TUTOR



Ing. Jonny Villao Borbor, MSc.
DOCENTE ESPECIALISTA



Ing. Richard RamírezPalma, MSc.
DOCENTE DE LA UIC

DEDICATORIA

A mi madre, quien ha sido mi mayor apoyo y guía a lo largo de mi vida. Gracias por tu amor incondicional, por tu esfuerzo incansable y por enseñarme a ser perseverante ante cualquier desafío. Eres mi inspiración y el pilar sobre el que he construido mis sueños.

A mis abuelos, quienes me dieron la oportunidad de crecer rodeado de cariño, sabiduría y enseñanzas. Agradezco cada historia, cada consejo y cada momento compartido con ustedes. En especial a mi abuelo, cuyo legado de trabajo duro, conocimiento y humildad continúa guiándome, incluso ahora que ya no está físicamente a mi lado. Te llevo en el corazón, abuelo, y aunque no pudiste ver el final de este camino, sé que desde donde estés, me acompañas con tu orgullo y bendición.

Esta tesis es el reflejo de su sacrificio, de su dedicación y de los principios que me inculcaron. A ustedes les debo cada paso dado hasta aquí, y este título, aunque sea mío, es también suyo.

Cárdenas López Ricardo Antonio...

CERTIFICACIÓN ANTIPLAGIO

Ing. Guido Moisés Ortiz Safadi, Mg.

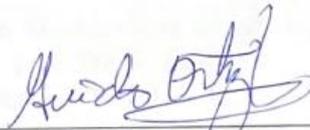
TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Universidad Península de Santa Elena

En mi calidad de Tutor del presente trabajo “IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL RÉGIMEN HIDROLÓGICO DEL RÍO SAN VICENTE, SANTA ELENA”, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, elaborado por el Sr. CÁRDENAS LÓPEZ RICARDO ANTONIO, egresado de la Carrera de Ingeniería Civil, Facultad Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, me permito declarar que una vez analizado en el sistema anti plagio COMPILATIO, luego de haber cumplido con los requisitos exigidos de valoración, la presente tesis, se encuentra con un 6 % de la valoración permitida.

Adjunto reporte de similitud.

Firma del tutor



Ing. Guido Moisés Ortiz Safadi, Mg.
C. I. N° 0904149481
DOCENTE TUTOR



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA CÁRDENAS



Nombre del documento: UNIVERSIDAD_ESTATAL_PENÍNSULA_DE_SANTA_ELENA_CÁRDENAS.pdf ID del documento: 81bb1b4bcdd223d47ad29169cb80743b00c39d43 Tamaño del documento original: 3,54 MB Autores: []	Depositante: GUIDO MOISES ORTÍZ SAFADI Fecha de depósito: 22/11/2024 Tipo de carga: interface fecha de fin de análisis: 22/11/2024	Número de palabras: 16.564 Número de caracteres: 108.427
--	---	---

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	www.dspace.espol.edu.ec https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/1086/1/1-2004.pdf	1%		Palabras idénticas: 1% (209 palabras)
2	www.geoportaligm.gob.ec https://www.geoportaligm.gob.ec/geodescargas/santa_elena/santa_elena_geopedagogia.pdf	1%		Palabras idénticas: 1% (196 palabras)
3	Documento de otro usuario #104196 El documento proviene de otro grupo 3 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (69 palabras)
4	www.academia.edu - RESUMEN DE CUENCAS (Violet Armas - Academia.edu) https://www.academia.edu/43247174/RESUMEN_DE_CUENCAS 1 fuente similar	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (63 palabras)
5	www.geoportaligm.gob.ec https://www.geoportaligm.gob.ec/geodescargas/san_vicente/san_vicente_geomorfologia.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (47 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	www.unwater.org https://www.unwater.org/sites/default/files/app/uploads/2019/12/UN-Water_PolicyBrief_Water_Cu...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (13 palabras)
2	repositorio.cepal.org https://repositorio.cepal.org/bitstream/454da84a-6ed3-4b08-845a-e4afe7aee1/download	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)
3	institutoelagua.es Gestión Sostenible de los Recursos Hídricos: Estrategias para ... https://institutoelagua.es/recursos-hidricos/gestion-sostenible-de-los-recursos-hidricos/recursos...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)
4	Documento de otro usuario #119201 El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (12 palabras)
5	dspace.ucuenca.edu.ec https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/25834/1/Tesis.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)

DECLARACION DE AUTORIA

Yo, CÁRDENAS LÓPEZ RICARDO ANTONIO, declaro bajo juramento que el presente trabajo de titulación denominado “**IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL RÉGIMEN HIDROLÓGICO DEL RÍO SAN VICENTE, SANTA ELENA**”, no tiene antecedentes de haber sido elaborado en la Facultad de **CIENCIAS DE LA INGENIERIA, CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**, lo cual es un trabajo exclusivamente inédito de mi autoría.

Por medio de la presente declaración cedo los derechos de autoría y propiedad intelectual, correspondientes a este trabajo, a la **UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA**, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Atentamente,

AUTOR

CÁRDENAS LÓPEZ RICARDO ANTONIO

C. I. N° 0924076904

CÁRDENAS LÓPEZ RICARDO ANTONIO, egresado de la Carrera de Ingeniería Civil, Facultad Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, me permito declarar que luego de haber orientado, estudiado y revisado la presente Tesis de Grado, la apruebo en todas sus partes.

Firma del tutor

Ing. Guido Moisés Ortiz Safadi, Mg.

C. I. N° 0904149481

DOCENTE TUTOR

CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA

CERTIFICO

Que, he revisado el trabajo de Integración Curricular de título: **“IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL RÉGIMEN HIDROLÓGICO DEL RÍO SAN VICENTE, SANTA ELENA”**, elaborado por el estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Estatal Península de Santa Elena: **CÁRDENAS LÓPEZ RICARDO ANTONIO** previo a la obtención del título de Ingeniero Civil.

Que, he realizado las observaciones pertinentes en los ámbitos de la gramática, ortografía y puntuación del documento, mismas que han sido acogidas proactivamente por el egresado, corroborando así, que han sido introducidos los ajustes correspondientes en el trabajo en mención.

Por lo expuesto, autorizo al peticionario, hacer uso de este certificado como a bien convenga.

Atentamente,



Lic. Alexi Javier Herrera Reyes
Magíster en Diseño y Evaluación de Modelos Educativos
CC. 0924489255
Registro SENESCYT: 1050-14-86052904
Teléfono: 0962989420

La Libertad, a los 21 días del mes de noviembre de 2024.

AGRADECIMIENTO

Primero que todo, quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todos los que han sido parte fundamental en este proceso que me ha permitido llegar hasta este momento. Sin el apoyo y la guía de cada uno de ustedes, este logro no habría sido posible.

En primer lugar, agradezco a Dios por brindarme la fortaleza, sabiduría y serenidad necesarias para atravesar este camino. Gracias por iluminar mi mente y darme paciencia en los momentos de dificultad, pues sin Su ayuda, nada de esto hubiera sido posible.

A mi madre, el pilar más importante en mi vida, le dedico este logro con todo mi corazón. Su amor incondicional y su sacrificio constante me han dado la fortaleza para seguir adelante. Gracias por tu apoyo, por estar siempre a mi lado, por ser mi guía y mi ejemplo de resiliencia.

También quiero agradecer profundamente a mi tutor de tesis, Ing. Guido Ortiz Safadi, por su paciencia, dedicación y sabiduría. Su orientación fue clave en cada etapa de este proyecto, y su apoyo me permitió crecer tanto académica como profesionalmente.

A mi enamorada, Andreita, quien ha sido mi fuente de motivación y fortaleza. Gracias por tu amor y por estar a mi lado en los momentos de incertidumbre, brindándome el soporte emocional que tanto necesitaba. Sin ti, este proceso habría sido mucho más difícil, y tu compañía en cada momento me ha dado la energía y la confianza para continuar.

Mi agradecimiento también va a todos los docentes que contribuyeron a mi formación, así como a mis compañeros de estudios, quienes hicieron este proceso más enriquecedor y llevadero. Cada uno de ustedes ha dejado una huella profunda en mi camino y este logro es también un reflejo del esfuerzo compartido.

Este título no es solo el resultado de mi esfuerzo, sino también el fruto del amor, la confianza y el apoyo incondicional de todos ustedes. ¡Gracias por estar siempre a mi lado!

Cárdenas López Ricardo Antonio...

TABLA DE CONTENIDO

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	III
DEDICATORIA	IV
CERTIFICACIÓN ANTIPLAGIO	V
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	VII
CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA.....	VIII
AGRADECIMIENTO	IX
TABLA DE CONTENIDO	X
LISTA DE GRÁFICOS.....	XIII
LISTA DE TABLAS	XV
RESUMEN	XVI
ABSTRACT	XVII
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.2. ANTECEDENTES.....	5
1.3. HIPÓTESIS	7
1.3.1. Hipótesis General	7
1.3.2. Hipótesis Especificas	7
OBJETIVOS	8
1.3.3. Objetivo General.....	8
1.3.4. Objetivos Específicos	8
1.4. ALCANCE.....	8
1.5. JUSTIFICACIÓN.....	10
1.6. VARIABLES	11
1.6.1. Variable Independiente.....	11
1.6.2. Variable Dependiente	11
CAPÍTULO II.....	12
2. MARCO TEÓRICO	12
2.1. Cambio climático	12
2.1.1. Cambio climático actual	12
2.1.2. Cambio climático y recursos hídricos	12
2.1.3. Cambios climáticos y recursos hídricos en el Ecuador.	13
2.1.4. Estructuras y normativas legales en el Ecuador sobre cambios climáticos	13
2.1.5. Necesidad de documentar la variabilidad climática	15
2.1.6. Aumento de la temperatura global	17
2.2. Régimen hidrológico	18
2.2.1. Cantidad y distribución de agua	24
2.2.2. Información Meteorológica	25
2.2.3. Análisis del progreso del cambio climático en el agua a nivel mundial... 26	
CAPÍTULO III	28
3. METODOLOGÍA.....	28
3.1. Tipo y nivel de investigación	28

3.1.1.	Tipo de investigación	28
3.1.2.	Nivel de investigación	28
3.2.	Método, enfoque y diseño de la investigación	29
3.2.1.	Método de investigación.....	29
3.2.2.	Enfoque de la investigación.....	30
3.2.3.	Diseño de la investigación.....	30
3.3.	Metodología del OE1:.....	31
3.3.1.	O.E.1. Recopilar información topográfica, climatológica e hidrológica sobre las cuencas de los ríos existentes en la provincia de Santa Elena.	31
3.3.2.	Desarrollo técnico.....	31
3.3.2.1.	Información topográfica	31
3.3.2.2.	Unidades Ambientales.	34
3.3.2.3.	Cordillera Chongón Colonche	35
3.3.2.4.	Descripción Geológica.....	36
3.3.2.5.	Medio Aluvial	37
3.3.2.6.	Geomorfología	38
3.3.2.7.	Unidad Ambiental: Cordillera Chongón Colonche - San Vicente	39
3.4.	Metodología del OE2:	41
3.4.1.	O.E.2. Elaborar un modelo hidrológico de la cuenca del rio san Vicente en base de topografía e imágenes satelitales.	41
3.5.	Metodología del OE3:	42
3.5.1.	O.E.3. Evaluar cómo los cambios en el régimen hidrológico podrían afectar diversos usos del agua en la cuenca, como el abastecimiento urbano, la agricultura y los ecosistemas acuáticos.	42
CAPÍTULO IV		45
4.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	45
4.1.	ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL OE1: RECOPIRAR INFORMACIÓN TOPOGRÁFICA, CLIMATOLÓGICA E HIDROLÓGICA SOBRE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS EXISTENTES EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA.....	45
4.1.1.	Topografía	45
4.1.1.1.	Taxonomía del Suelo	46
4.1.1.2.	Relieve	48
4.1.2.	Climatología	48
4.1.3.	Precipitaciones.....	49
4.1.4.	Temperatura.....	51
4.1.5.	Hidrología.....	52
4.2.	ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL OE2: ELABORAR UN MODELO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RIO SAN VICENTE EN BASE DE TOPOGRAFÍA E IMÁGENES SATELITALES.	55
4.2.1.	Ubicación geográfica.....	55
4.2.2.	Geomorfología.....	56
4.2.3.	Cuencas hidrográficas.....	57
4.2.4.	Trasvase Chongón – Colonche.....	57
4.2.5.	Marco Geológico	57
4.2.6.	Estructuras Geológicas	57
4.2.7.	Hidrogeología	58

4.2.8. Meteorología.....	58
4.2.9. Erosión Costera	58
4.2.10. Estimación de la infiltración en la cuenca del Embalse	59
4.2.11. Análisis del cumplimiento del Objetivo Específico Dos (OE2).....	60
4.3. ANALISIS DE RESULTADOS DEL OE3: EVALUAR CÓMO LOS CAMBIOS EN EL RÉGIMEN HIDROLÓGICO PODRÍAN AFECTAR DIVERSOS USOS DEL AGUA EN LA CUENCA, COMO EL ABASTECIMIENTO URBANO, LA AGRICULTURA Y LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS.....	61
4.3.1. Infraestructuras hidráulicas en la península de Santa Elena.....	63
4.3.2. Análisis del cumplimiento del Objetivo Específico Tres (OE3).....	67
CAPÍTULO V	70
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	70
5.1. CONCLUSIONES	70
5.2. RECOMENDACIONES	71
6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	72
7. ANEXOS.....	78

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Flujograma de la problemática sobre el impacto climático.....	4
Gráfico 2. Normativas legales a la que está adscritas el Ecuador sobre cambio climático.	14
Gráfico 3. Cuenca del embalse de la presa San Vicente.....	19
Gráfico 4. Vista panorámica del embalse de la presa San Vicente	20
Gráfico 5. Cauce de río taponado y con huellas de agua.....	21
Gráfico 6. Cauce de río seco.....	22
Gráfico 7. Sistema de Bombeo hacia poblaciones que disponen de planta potabilizadora de agua.....	23
Gráfico 8. Fotografía aérea de la zona de estudio	33
Gráfico 9. Ubicación cartográfica del cantón Santa Elena	34
Gráfico 10. Cordillera Chongón Colonche y su influencia en el área de estudio.....	37
Gráfico 11. Cordillera Chongón Colonche – Comuna San Vicente.....	40
Gráfico 12. Relieve colinado medio de la Cordillera Chongón Colonche – Comuna San Vicente.....	41
Gráfico 13. Estimación para septiembre y octubre de 2024 sobre afectaciones por condiciones climáticas.....	42
Gráfico 14. Afectaciones Agrícolas por provincia del 01 de enero al 21 de septiembre de 2024	43
Gráfico 15. Topografía de Santa Elena.....	46
Gráfico 16. Superficie por Rango de Pendientes.....	48
Gráfico 17. Clasificación de Zonas Climáticas según Köppen para la Península de Santa Elena.	50
Gráfico 18. Tipo de clima y precipitación media anual en la península de Santa Elena	51
Gráfico 19. Hidrología de la parroquia Colonche	52
Gráfico 20. Ríos de la parroquia Colonche	55
Gráfico 21. Ubicación geográfica.....	56
Gráfico 22. Embalse San Vicente.....	56
Gráfico 23. Relación entre Precipitación (mm), Balance hídrico y Caudal disponible en la cuenca del embalse.	59
Gráfico 24. Embalse San Vicente, 2024.....	60

Gráfico 25. Afectaciones Agrícolas por provincia del 01 de enero al 21 de septiembre de 2024	61
Gráfico 26. Déficit Hídrico de la zona de estudio	62
Gráfico 27. Balance hídrico del 2015	67
Gráfico 28.	68
Gráfico 29. Balance hídrico del 2023	68

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Investigaciones sobre la variabilidad climática de las cuencas hidrológicas de la provincia de Santa Elena.	16
Tabla 2. Cambio de temperatura media global mundial desde 1880 – 2024.....	17
Tabla 3. Cantidad y distribución de agua en el mundo	24
Tabla 4. Balance anual de agua en la Tierra.....	25
Tabla 5. Distribución de Estaciones Meteorológicas	26
Tabla 6. Índice de hojas geológicas utilizadas para el cantón Santa Elena	32
Tabla 7. Índice de cartas topográficas utilizadas para el cantón Santa Elena	32
Tabla 8. Unidades ambientales, genéticas y geomorfológicas.	38
Tabla 9. Población de las comunas afectadas por el cambio climático – régimen hídrico del río San Vicente.	44
Tabla 10. Clasificación de los suelos, parroquia Colonche.....	47
Tabla 11. Ubicación geográfica del Recinto San Vicente, en el contexto de la parroquia Colonche.....	47
Tabla 12. Anuario Meteorológico - Precipitación	49
Tabla 13. Unidades hidrográficas de la parroquia Colonche, 2024.....	53
Tabla 14. Infraestructura Hidráulica de la Península de Santa Elena.....	63
Tabla 15. Ganado existente en la zona de estudio, 2021	65
Tabla 16. Producción presente en la parroquia.....	66
Tabla 17. Balance hídrico de la cuenca San Vicente durante los años 2019- 2023	67

IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL RÉGIMEN HIDROLÓGICO DEL RÍO SAN VICENTE

AUTOR

Cárdenas López Ricardo Antonio

TUTOR

Ing. Ortiz Safadi Guido Moisés, Mg.

RESUMEN

El cambio climático que afecta al globo terráqueo se debe a acciones desmesuradas de las actividades del ser humano, que, a pesar de conocer las consecuencias de las acciones que lleva a cabo, que son perjudiciales para la vida en el planeta, las sigue implementando con el afán de saciar sus intereses personales, en desmedro del bienestar de los demás. El objetivo de este trabajo fue evaluar el impacto del cambio climático en el régimen hidrológico de la cuenca del río San Vicente ante futuros desafíos climáticos. La metodología empleada fue de enfoque mixto (cuantitativo – cualitativo), de carácter exploratorio, descriptivo, que permiten abordar de manera integral los efectos del cambio climático. Es de mencionar que la información que se recopiló fue suministrada a través del INAMHI, Ministerio del Medio Ambiente, Instituto Geográfico Militar (IGM), GAD parroquial Colonche, y de otras instituciones gubernamentales, las cuales se las encuentra en sus portales digitales. Se concluye que el impacto que el cambio climático genera en las zonas aledañas al embalse San Vicente es de gran magnitud, lo que ha generado disminuir o racionar la distribución del agua del embalse para los usos respectivos.

Palabras Claves: Impacto, cambio climático, hidrología, factores ambientales

IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON THE HYDROLOGICAL REGIME OF THE SAN VICENTE RIVER

ABSTRACT

AUTHOR

Cárdenas López Ricardo Antonio

TUTOR

Ing. Ortiz Safadi Guido Moisés, Mg.

The climatic changes affecting the globe are due to the excessive actions of human activities, which, in spite of knowing the consequences of the actions carried out, which are detrimental to life on the planet, continue to implement them in order to satisfy their personal interests, to the detriment of the welfare of others. The objective of this work was to evaluate the impact of climate change on the hydrological regime of the San Vicente River basin in the face of future climate challenges. The methodology used was of a mixed approach (quantitative-qualitative), of an exploratory, descriptive nature, which allows a comprehensive approach to the effects of climate change. It is worth mentioning that the information collected was provided by INAMHI, the Ministry of the Environment, the Military Geographic Institute (IGM), GAD Colonche parish, and other governmental institutions, which can be found on their digital portals. It is concluded that the impact of climate change on the areas surrounding the San Vicente reservoir is of great magnitude, which has led to a decrease or rationing of the distribution of water from the reservoir for the respective uses.

Key words: Impact, climate change, hydrology, environmental factors.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En el contexto mundial, se experimentan cambios sustanciales que involucran: crecimiento demográfico, aumento en los niveles de vida, crecimiento de las rutas turísticas, cambios en las políticas de ordenamiento territorial, uso y gestión de los recursos naturales, establecen una marcada presión sobre los recursos hídricos que se dispone, pero que, aunados a los ya existentes como la agricultura, producción energética, uso en el sector industrial, doméstico, medio ambiente, hacen que este líquido vaya más allá de ser necesario para la vida, pues el agua es el epicentro del desarrollo sostenible y fundamental para el desarrollo socioeconómico, la energía, la producción de alimentos, los ecosistemas y la supervivencia de los seres humanos. (Alvarez Garreton, Mendoza, Boisier, & Addor, 2018)

Debido a las condiciones climáticas existentes y ante posibles e inequívocos incrementos de la temperatura, el balance hídrico en una cuenca hidrográfica se vería afectado, por lo que se debe contar con una base metodológica a nivel de país que permita cuantificar el recurso hídrico en el futuro para los diferentes escenarios propuestos por el IPCC, entidad intergubernamental de expertos sobre el cambio climático, para la toma de decisiones sobre la gestión de la asignación del agua para las diferentes demandas de usos y aprovechamiento, de acuerdo con los principios de prelación que se describen en la Constitución del país. (Dávila Ojeda, 2020)

Es de mencionar que estos cambios, están generando variaciones climáticas en este contexto a nivel espacial y temporal, además de cambios derivados de los procesos de las actividades humanas que afectan al medio ambiente. La influencia antrópica sobre el medio ha alterado el clima de los últimos 25 años, de modo que las modificaciones registradas a escala planetaria no podrían atribuirse exclusivamente a las anomalías y variabilidad natural del sistema climático, sino también a otros factores que deben ser analizados a fin de buscar la forma de como minimizar sus efectos en las cuencas hidrológicas que se vean afectadas. (Venegas, 2020)

Es importante señalar que el cambio climático y su variabilidad esquemática, afectan en gran medida a la disponibilidad de los recursos hídricos existentes en un sector, Ecuador, a pesar de tener una disponibilidad muy variada de recursos hídricos, presenta

una vulnerabilidad significativa frente a esto; porque podría verse afectado en términos de frecuencia e intensidad de fenómenos extremos y de cambios en las precipitaciones y temperatura, así como del deshielo de los glaciares Andinos, la baja en la densidad de las lluvias y de otros factores que pueden incidir a futuro sobre el régimen hidrológico de la cuenca del río San Vicente y sus alrededores. (Ortiz Arenas, 2017).

Otro de los aspectos fundamentales a tener presente es que el ciclo hidrológico está estrechamente ligado a los cambios de temperatura atmosférica y al balance radiactivo; lo que conlleva a predecir el aumento de la variabilidad del ciclo hidrológico y de esta forma reduce la previsibilidad de la disponibilidad y la demanda del agua, esto afecta la calidad y amenaza la sostenibilidad del abastecimiento de agua en amplios sectores que se vean afectados en las cuencas hidrológicas que las abastecen del vital líquido. (Fernández, 2021)

Las diversas investigaciones que se llevan a cabo a nivel mundial, nacional y local, contribuyen a fomentar las observaciones y proyecciones climáticas que se presentan en la actualidad, las cuales aportan evidencia científica de la vulnerabilidad de los recursos de agua dulce y pueden verse afectados por el constante cambio y variabilidad climática que se presentan de manera constante que afectan a los ecosistemas como a las personas, y que puedan proyectarse con una visión a largo plazo a través del adecuado manejo de la cuenca del río San Vicente, y una amplia participación de los actores en cada zona, con enfoque de mitigación y adaptación a la problemática existente. (Durán Chandía, 2019)

1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El cambio climático global se ha consolidado como uno de los mayores desafíos ambientales del siglo XXI, afectando de manera significativa los recursos hídricos a nivel mundial. La cuenca del río San Vicente, no escapa a este cambio y enfrenta desafíos urgentes para evaluar cómo el cambio climático está transformando su régimen hidrológico.

La cuenca del río San Vicente abarca una extensa área y desempeña un papel crucial como fuente de agua para múltiples usos, incluyendo agricultura, industria y consumo humano. Sin embargo, la variabilidad climática y los pronósticos de cambio climático indican un aumento en la frecuencia e intensidad de eventos extremos como sequías e inundaciones. Estos fenómenos pueden alterar drásticamente la dinámica

hídrica regional, afectando la disponibilidad y calidad del agua. El ciclo hidrológico en la cuenca está siendo alterado por cambios en los patrones de precipitación y temperaturas más cálidas, lo que influye directamente en la cantidad y distribución de los recursos hídricos superficiales y subterráneos. La dinámica de los flujos de agua se ve comprometida, afectando tanto a los ecosistemas acuáticos como a las comunidades humanas que dependen de estos recursos para su sustento. (Figueroa Leiva, 2018)

Además de las variables hidrológicas, es esencial considerar los impactos ecológicos y socioeconómicos del cambio climático en la cuenca del río San Vicente. Los ecosistemas acuáticos locales, como humedales y hábitats fluviales, son especialmente sensibles a cambios en el caudal y la calidad del agua. Estos cambios no solo afectan la biodiversidad local, sino que también comprometen servicios ecosistémicos vitales como la purificación del agua, soporte para la pesca y turismo. (Salazar, 2022)

La salud de los ecosistemas acuáticos está estrechamente ligada a la seguridad alimentaria y económica de las comunidades agrícolas que dependen del riego para sus cultivos. La variabilidad en la disponibilidad de agua puede llevar a conflictos por el acceso y uso de recursos, exacerbando las tensiones sociales y económicas en la región. (Vásquez Villanueva, y otros, 2016)

Para abordar estos desafíos, es fundamental desarrollar estrategias de adaptación y mitigación basadas en evidencia científica y colaboración local. La calibración y validación de estos modelos asegurarán la precisión de las proyecciones futuras sobre el régimen hidrológico de la cuenca del río San Vicente. (Velázquez Zapata, 2020)

Se deben analizar diversas proyecciones climáticas derivadas de modelos globales ajustados a escala local para explorar cómo podrían evolucionar las variables climáticas clave y sus impactos potenciales en la hidrología de la cuenca en las próximas décadas. Esta información será fundamental para la formulación de políticas públicas y estrategias de gestión adaptativa que fortalezcan la resiliencia de las comunidades locales ante los efectos adversos del cambio climático que se genera en la actualidad en el mundo entero. (Venegas, 2020).

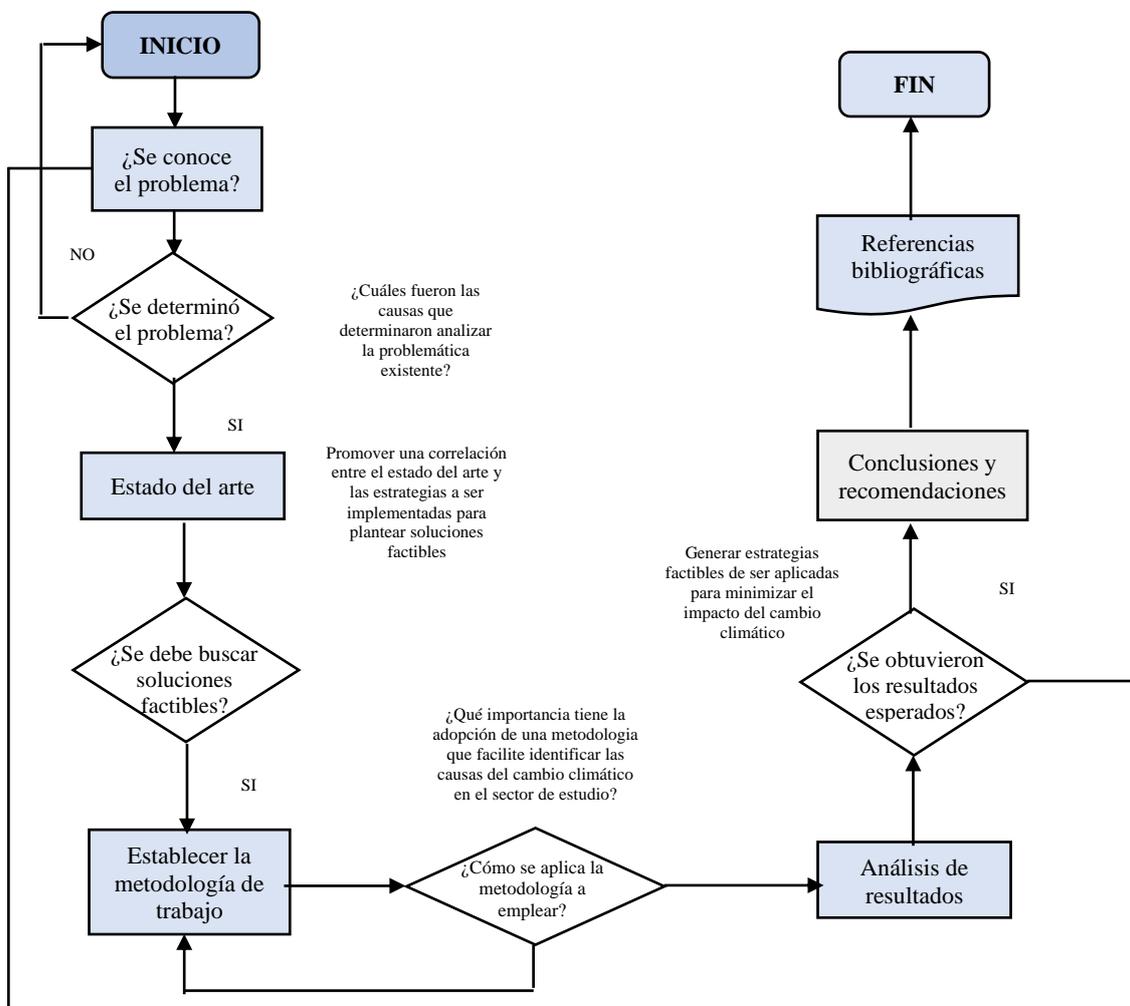
La investigación continuada sobre el impacto del cambio climático en el régimen hidrológico del río San Vicente es esencial para avanzar en la comprensión y gestión de los recursos hídricos en un contexto de cambio ambiental global. Se busca no solo conocer

los efectos actuales y potenciales del cambio climático en la cuenca del río San Vicente, sino también proporcionar una base sólida para el desarrollo de estrategias de adaptación y mitigación. (Fernández, 2021)

Con la finalidad de conocer la problemática existente se plantea la siguiente pregunta: ¿Cómo se puede evaluar el impacto del cambio climático en el régimen hidrológico de la cuenca del río San Vicente ante futuros desafíos climáticos? Con la intención de clarificar la respuesta a la problemática, se elabora un flujograma, como se muestra en el Gráfico 1.

Gráfico 1.

Flujograma de la problemática sobre el impacto climático



NOTA. Elaboración propia

Identificar áreas vulnerables y planificar medidas específicas de mitigación y adaptación serán fundamentales para garantizar la seguridad hídrica y la sostenibilidad ambiental en la cuenca del río San Vicente. La integración de estrategias de gestión

sostenible de recursos hídricos no solo protegerá los ecosistemas acuáticos, sino que también promoverá un desarrollo económico y social equitativo en la región circundante de la zona de estudio, porque dará soporte a las diversas actividades que lleve a cabo el ser humano. (Dávila & Velázquez, 2017)

El cambio climático está provocando cambios significativos en el régimen hidrológico de la cuenca del río San Vicente. Estos cambios impactan no solo en la disponibilidad y calidad del agua, sino también en la salud de los ecosistemas acuáticos y en la seguridad socioeconómica de las comunidades locales. Abordar estos desafíos requiere un enfoque holístico que combine la ciencia, la política y la acción comunitaria para construir una resiliencia efectiva frente a los efectos adversos del cambio climático. (CLICOM, 2019)

1.2. ANTECEDENTES

A mediados del siglo XIX, con el advenimiento de la segunda revolución industrial, los combustibles fósiles comenzaron a ser la principal fuente de energía en diversos procesos productivos. Este cambio llevó a un aumento significativo en la emisión de gases como el dióxido y el monóxido de carbono, liberados a la atmósfera como subproductos de la combustión. (Neumann Mery, 2019)

El incremento en estas emisiones, incluidos otros aerosoles, provocó alteraciones drásticas en la composición química de la atmósfera. Este fenómeno, conocido como el Efecto Invernadero, resultó en una reducción de la radiación neta que escapa de la atmósfera terrestre, lo que a su vez contribuyó al aumento de la temperatura global. Estos cambios climáticos han generado una serie de efectos a nivel mundial, como variaciones de temperatura, modificaciones en los regímenes hidrológicos de las cuencas, aumento del nivel del mar, reducción de la capa de hielo polar y alteraciones en los patrones de precipitación, entre otros. (Zavala, 2013)

Para estudio del impacto del cambio climático, en el comportamiento hidrológico de la cuenca del río San Vicente, es fundamental revisar y analizar estudios precedentes, observaciones y evidencias técnicas que respalden la relevancia y necesidad de abordar este tema específico. Este proceso permitirá establecer una sólida base científica y contextual para la investigación propuesta. (Jabardo, 2019)

El cambio climático ha emergido como uno de los desafíos más significativos del siglo XXI, afectando diversos aspectos del medio ambiente, incluyendo los recursos hídricos. Según el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), el aumento de la temperatura global ha provocado cambios en los patrones de precipitación y evaporación, alterando el ciclo hidrológico a escala global y regional (Change, 2014). Estos cambios tienen repercusiones directas en la disponibilidad y distribución del agua, impactando tanto a ecosistemas naturales como a comunidades humanas que dependen de estos recursos (Cárdenas, 2020).

La cuenca del río San Vicente, está localizada entre las coordenadas UTM PSAD-56: 541.000E-594.000 y 9'780.000N -9'753.000N al sur oeste de la costa del Ecuador en la Provincia de Santa Elena, Cuencas hidrográficas de Chongón (Sur), Zapotal (Centro) y Javita (Norte). Esta se ve afectada por variaciones climáticas y los cambios en el régimen hidrológico. Estudios previos han documentado la importancia de esta cuenca como proveedora de agua para usos agrícolas, industriales y domésticos en la zona circundante. Sin embargo, la vulnerabilidad de esta cuenca ante el cambio climático no ha sido completamente evaluada, y es crucial entender cómo podría afectarse su disponibilidad de agua en el futuro. (Venegas, 2020)

La base de evidencias técnicas y observaciones previas respalda la necesidad de estudiar el impacto del cambio climático en la cuenca del río San Vicente. Estudios de modelización hidrológica han demostrado que las variaciones climáticas pueden influir significativamente en el caudal de los ríos y la recarga de acuíferos en regiones específicas. Por ejemplo, investigaciones utilizando el modelo SWAT han identificado cambios en los patrones de escorrentía y la disponibilidad de agua en cuencas similares, lo que sugiere que el cambio climático podría intensificar estos efectos en el futuro. (Armenta, Villa, & ácome, 2016).

Para comprender de manera integral cómo el cambio climático influye en la hidrología de la cuenca del río San Vicente, es fundamental emplear modelos hidrológicos adecuados. En la actualidad, existe una amplia gama de modelos disponibles que ofrecen herramientas avanzadas para simular y prever los efectos del cambio climático en los recursos hídricos locales. La elección adecuada del modelo depende en gran medida de comprender a fondo los objetivos específicos del estudio y las características particulares

del sistema que se desea analizar, como la geografía, el clima y la interacción con actividades humanas en la cuenca. (Bulti, 2020)

Además del uso de modelos, la observación directa de fenómenos como sequías prolongadas, inundaciones repentinas y cambios en la distribución estacional de las lluvias proporcionan evidencia empírica clara de los impactos del cambio climático en la cuenca del río San Vicente (Cárdenas, 2020). Estos eventos extremos no solo afectan la disponibilidad y calidad del agua, sino que también tienen repercusiones significativas en la seguridad alimentaria, la salud pública y la sostenibilidad ambiental en general, afectando directamente a las comunidades que dependen de los recursos hídricos locales del sector.

Para llevar a cabo un estudio detallado sobre el impacto del cambio climático en esta cuenca se fundamenta en una sólida base de estudios previos, observaciones empíricas y evidencias técnicas acumuladas a lo largo del tiempo. Es crucial comprender cómo el cambio climático específicamente altera el régimen hidrológico del río San Vicente, dado su papel fundamental en la seguridad hídrica regional y la sostenibilidad ambiental. Este estudio no solo aspira expandir el conocimiento académico sobre los procesos hidrológicos bajo la influencia del clima cambiante, sino que también busca proporcionar información esencial para la gestión adaptativa y la formulación de políticas de mitigación. (Duque Sarango, 2019)

1.3. HIPÓTESIS

1.3.1. Hipótesis General

- Se plantea que la implementación de prácticas de gestión sostenible y adaptativa, basadas en los resultados de este estudio, mitigará los impactos negativos del cambio climático en la cuenca del río San Vicente, fortaleciendo la capacidad de adaptación de las comunidades locales y sus sistemas hídricos.

1.3.2. Hipótesis Específicas

H.E.1. La recopilación de información topográfica, climatológica e hidrológica de qué manera influye sobre la cuenca del río San Vicente.

H.E.2. Como puede afectar la elaboración de un modelo hidrológico de la cuenca del río San Vicente en base de topografía e imágenes satelitales.

H.E.3. Evaluar cómo los cambios en el régimen hidrológico pueden afectar los diversos usos del agua en la cuenca del río San Vicente, como el abastecimiento urbano, la agricultura y los ecosistemas acuáticos.

OBJETIVOS

1.3.3. Objetivo General

- Evaluar el impacto del cambio climático en el régimen hidrológico de la cuenca del río San Vicente ante futuros desafíos climáticos

1.3.4. Objetivos Específicos

O.E.1. Recopilar información topográfica, climatológica e hidrológica sobre las cuencas de los ríos existentes en la provincia de Santa Elena.

O.E.2. Elaborar un modelo hidrológico de la cuenca del río San Vicente en base de topografía e imágenes satelitales.

O.E.3. Evaluar cómo los cambios en el régimen hidrológico podrían afectar diversos usos del agua en la cuenca, como el abastecimiento urbano, la agricultura y los ecosistemas acuáticos.

1.4. ALCANCE

El alcance de la investigación abarca múltiples dimensiones críticas para comprender y abordar los efectos del cambio climático en la cuenca del río San Vicente. Este estudio se propone no solo evaluar el impacto directo en el régimen hidrológico, sino también analizar las interacciones complejas entre el cambio climático, la gestión del agua y los sistemas socioeconómicos locales.

En primer lugar, la investigación se concentrará en la modelación hidrológica avanzada. Esto permitirá simular con detalle cómo variarán los flujos de agua superficial y subterránea, así como la erosión del suelo y la calidad del agua, bajo diferentes

escenarios climáticos proyectados. Se emplearán datos hidrometeorológicos detallados y actualizados para calibrar y validar el modelo, asegurando así su precisión en la representación de las condiciones locales. (García, 2018)

Además del análisis cuantitativo, se llevará a cabo un análisis cualitativo profundo para explorar las percepciones y respuestas de los actores clave frente a los cambios observados en el régimen hidrológico. Esto incluirá entrevistas con comunidades locales, agricultores, autoridades gubernamentales y otros actores relevantes para entender cómo están experimentando y adaptándose a los impactos del cambio climático en sus prácticas y recursos hídricos, y establecer acciones que permitan aplicar las recomendaciones más aceptables propuestos por el IPCC, entidad intergubernamental de expertos sobre el cambio climático. (Garzón, 2016)

El estudio también se enfocará en evaluar cómo estos cambios podrían afectar los diferentes usos del agua en la cuenca del río San Vicente, incluyendo el abastecimiento urbano, la agricultura de secano y regadío, así como la salud de los ecosistemas acuáticos. Se realizará un análisis de vulnerabilidad para identificar las áreas más susceptibles a los impactos del cambio climático y se propondrán estrategias de adaptación específicas y basadas en evidencia para mejorar la resiliencia de las comunidades locales y los sistemas naturales. (Guaman, 2020)

En términos metodológicos, se utilizará un enfoque integrado que combina datos temporales detallados, técnicas de modelación avanzadas y herramientas de análisis geoespacial. Esto permitirá no solo generar resultados científicos robustos, sino también proporcionar recomendaciones prácticas y aplicables para la gestión sostenible de los recursos hídricos en la cuenca del río San Vicente, lo que minimizará el impacto en el régimen hidrológico de la zona. (Jácome, 2022)

Este estudio aspira a contribuir significativamente al conocimiento científico sobre los impactos del cambio climático en los recursos hídricos, así como a informar y orientar políticas y estrategias de adaptación que promuevan la sostenibilidad ambiental y socioeconómica en la región estudiada, a fin de mitigar posibles impactos, vulnerabilidad a la que están expuestos los moradores de la zona, al río San Vicente. (Armenta, Villa, & ácome, 2016).

1.5. JUSTIFICACIÓN

El estudio sobre el impacto del cambio climático en la cuenca del río San Vicente es crucial debido a su significativa importancia para la seguridad hídrica local y regional. Esta cuenca desempeña un papel fundamental como proveedora de agua para diversas actividades, incluyendo la agricultura, la industria y el consumo humano en la región circundante. Con el aumento de la temperatura global y los cambios en los patrones de precipitación, es imperativo entender cómo estas variables están alterando el régimen hidrológico. Solo mediante este conocimiento podremos garantizar la disponibilidad y calidad del agua a largo plazo, asegurando así la sostenibilidad de los recursos hídricos en la cuenca. (Loaiza, 2021).

El impacto directo de estos cambios climáticos se refleja en las comunidades locales que dependen estrechamente del agua de la cuenca del río San Vicente. Agricultores, industriales y residentes urbanos enfrentan riesgos cada vez mayores debido a la variabilidad climática, que puede llevar a sequías más severas, inundaciones repentinas y cambios en la distribución estacional de las lluvias. Estos eventos extremos no solo amenazan la seguridad alimentaria y la salud pública, sino que también comprometen la estabilidad económica de la región, exacerbando la vulnerabilidad socioeconómica ante desastres naturales. (Márquez, 2016)

La necesidad de desarrollar estrategias de adaptación y mitigación basadas en evidencia científica es evidente. Este estudio proporcionará datos sólidos para la formulación de políticas públicas y la implementación de medidas que fortalezcan la resiliencia de las comunidades locales frente a los impactos adversos del cambio climático. La gestión integrada de recursos hídricos y la planificación territorial serán fundamentales para proteger los ecosistemas acuáticos locales y asegurar un desarrollo sostenible y equitativo en la región. (Betancur Vargas, García Giraldo, Vélez Duque, & Gómez, 2024)

Los beneficiarios potenciales de este estudio incluyen a las autoridades locales responsables de la gestión del agua, quienes podrán utilizar los resultados para tomar decisiones informadas y estratégicas. Asimismo, los agricultores y productores industriales se beneficiarán al obtener orientaciones sobre prácticas de riego más eficientes y resilientes al clima cambiante. Además, las comunidades urbanas que

dependen del suministro de agua para consumo humano y actividades recreativas verán mejorada su seguridad hídrica, reduciendo así su vulnerabilidad ante eventos climáticos extremos. (Salazar, 2022)

1.6. VARIABLES

1.6.1. Variable Independiente

- Cambio climático (aumento de la temperatura global, cambios en patrones de precipitación, variabilidad en evapotranspiración).

1.6.2. Variable Dependiente

- Régimen hidrológico de la cuenca del río San Vicente (cantidad y distribución de agua, caudales de ríos, recarga de acuíferos, eventos extremos, salud de ecosistemas acuáticos, etc.).

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Cambio climático

2.1.1. Cambio climático actual

Según estadísticas del IPCC, en el 2023, se han generado temperaturas alarmantes que abrasan la tierra, calientan los océanos, deshuelan los glaciares, provocando fenómenos meteorológicos sin precedentes a lo largo de la historia, generando estragos en todo el mundo; a pesar que se evidencian que estos cambios climáticos (CC), son solo el inicio de eventos más fuertes que se van a presentar, por lo que se deben aplicar medidas para contrarrestar estos fenómenos, aunque las acciones que se vienen aplicando en la actualidad no son lo suficientemente efectivas. (Betancur Vargas, García Giraldo, Vélez Duque, & Gómez, 2024).

Esta variabilidad climática se debe a alteraciones en la composición atmosférica, debido a los Gases de efecto invernadero (GEI), como el CO₂, que superaron el umbral de 400 mg. L⁻¹, en el 2014, respecto a los niveles industriales que se presentan en la actualidad, lo que visualiza que acabaremos con un aumento del 2,8°C, para finales de siglo. Se puede frenar el calentamiento global, pero a través de asumir retos y aplicar soluciones a través de tres acciones: reducir emisiones, adaptarse a los impactos climáticos y financiar los ajustes. (Aliou, Dzikunoo, & Yidana, 2022).

2.1.2. Cambio climático y recursos hídricos

Se hace evidente, que la variabilidad climática y la ocurrencia de eventos extremos se han hecho presente durante los últimos años, afectando a países de todo el mundo. Estudios llevados a cabo por diversos investigadores, han expresado su preocupación sobre los impactos que puede ocasionar a los seres humanos, y a todo ser vivo que habita el planeta debido a conflictos al aumentar la competencia por el agua y los alimentos. (Álvarez, 2018)

Como se expresa, el cambio climático afecta a los ecosistemas, lagos, humedales, en la calidad del agua de los ríos, por lo que, el ciclo hidrológico produzca a su vez

alteraciones de consideración en los ecosistemas y en la salud del ser humano, por ende, a la producción del agua para consumo humano, para una agricultura sostenida y rentable; además para la cría de animales, en este contexto se deben tomar acciones para minimizar la problemática existente y que cada día se agudiza más. (Amendaño, 2018)

2.1.3. Cambios climáticos y recursos hídricos en el Ecuador.

Sobre este contexto, las autoridades del Ecuador declararon como política de estado (Julio -2009) la Adaptación y Mitigación al Cambio Climático, dicho acuerdo se lo implementó a través del Ministerio del Medio Ambiente, donde se creó la Subsecretaría de Cambio Climático, esta dependencia administrativa es la encargada de llevar a cabo políticas, programas, proyectos, medidas y actividades que conlleve a la reducción de la vulnerabilidad social, económica y ambiental frente a los impactos que provoque dicho fenómeno. Esta dependencia recibe el asesoramiento del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y del Fondo Mundial Ambiental (GEF), para que las estrategias, acciones y actividades que se lleven a cabo sean aplicadas a través de una efectiva gobernabilidad del agua en Ecuador (PACC). (Ministerio del Ambiente d. E., 2021)

La Subsecretaría de Cambio Climático del Ecuador, bajo el asesoramiento de organismos internacionales, lleva a cabo programas de adaptación de los principales afluentes hidrológicos del Ecuador, especialmente de aquellos que están ubicados en las provincias de Los Ríos, Manabí, Loja, Azuay, Cañar y Bolívar, donde se encuentran la mayor cantidad de cuencas hidrográficas, además de contar con el apoyo de los miembros de las comunidades aledañas, quienes ven con beneplácito las medidas que se vienen implementando para mitigar los efectos del cambio climático, lo que redundará en poder realizar un mejor control y manejo de los recursos hídricos, en beneficio de la población. (Secretaría Nacional de Planificación, 2021)

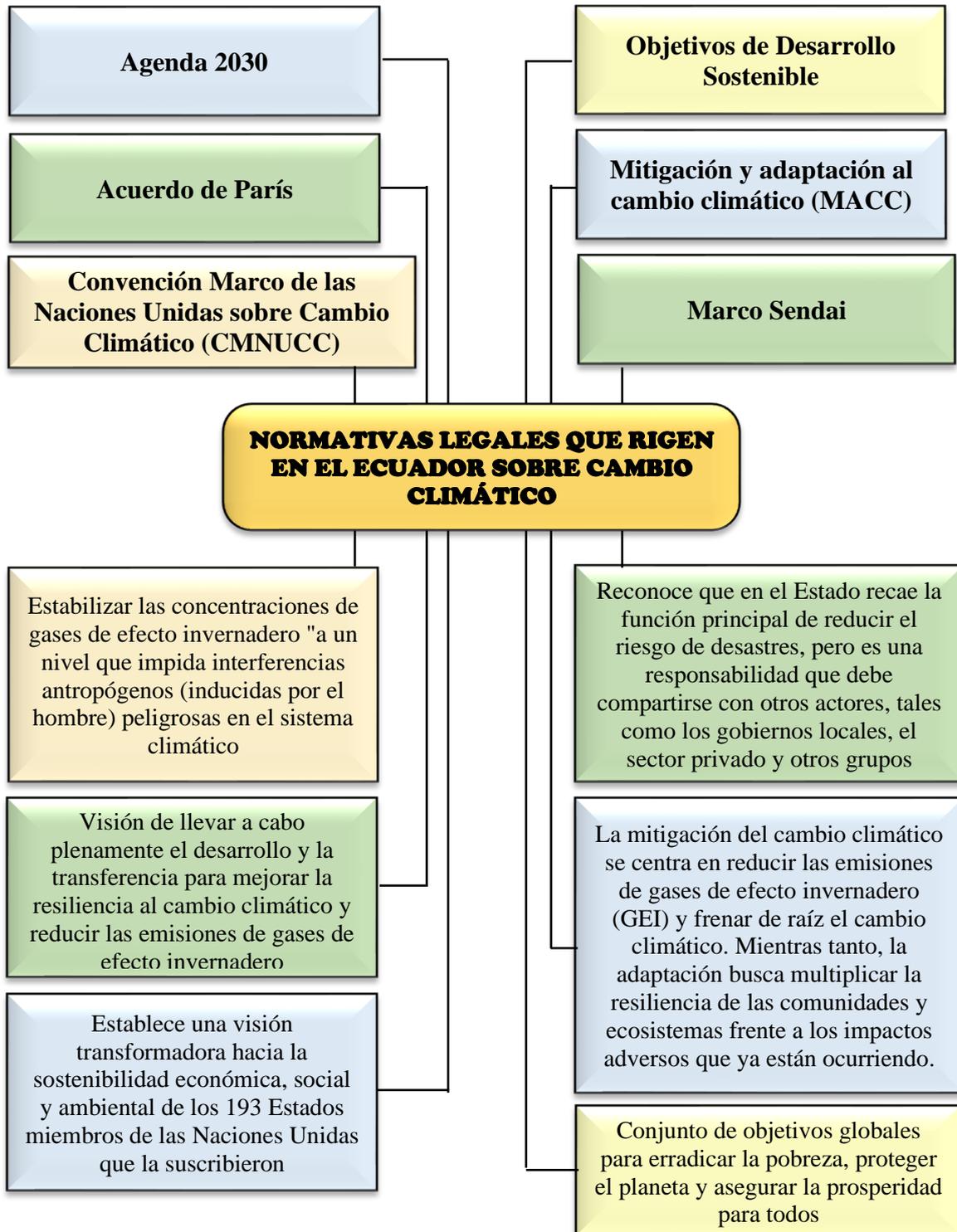
2.1.4. Estructuras y normativas legales en el Ecuador sobre cambios climáticos

Ecuador durante los últimos años, se ha adherido a los distintos Convenios, Tratados, Normativas e instrumentos internacionales vigentes como la Agenda 2030, Objetivos de Desarrollo Sostenible, Acuerdo de París, Mitigación y adaptación al cambio climático (MACC); Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) y Marco Sendai, que forman parte de la normativa legal, de la cual el

Ecuador acepta, diseña, reestructura e implementa las sugerencias que sean necesarias a fin de paliar el impacto que origina el cambio climático en el país. Entre los principales organismos que están presentes en el Ecuador, se menciona los siguientes:

Gráfico 2.

Normativas legales que rigen en el Ecuador sobre cambio climático.



NOTA. Tomado y Adaptado de: (Ministerio del Ambiente, 2016)

Estas y otros mecanismos legales son los que se llevan a cabo a través de la Subsecretaría del Cambio Climático del Ecuador, con el afán de mitigar los impactos que se generan en la actualidad y que afectan de sobremanera, el área de las cuencas hidrográficas que se encuentran involucradas, generando situaciones de grave riesgo, tal como se visualiza en la actualidad con las centrales termoeléctricas del país, que por falta de agua se encuentran apagadas, generando una crisis muy grave en el país. (Terán Vinuesa, 2021)

2.1.5. Necesidad de documentar la variabilidad climática

Con las situaciones que se viven en la actualidad, se hace necesario contar con una base de datos que permita tener información o investigaciones relativas sobre los cambios climáticos suscitados desde hace años atrás, y de esta manera saber cómo ha ido en aumento, para poder estudiar las variaciones del clima, su incidencia en la vida de las personas, de los ecosistemas y de todo el entorno que rodea las cuencas hidrológicas del país, para de esta manera conocer cuáles han sido las estrategias aplicadas y cuáles fueron los resultados obtenidos. (Ministerio del Ambiente M. , 2016)

Las primeras investigaciones llevadas a cabo en el Ecuador sobre cambios climáticos, se llevan a cabo desde 1961, desde entonces, el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología inicia un proceso de capacitaciones, innovaciones y estudios referentes a esta temática, adquiriendo equipos y tecnología de acuerdo a la época: hoy cuenta con 383 estaciones meteorológicas convencionales. En 1992 se adhiere a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre cambio climático, con el fin de enfrentar los posibles impactos en áreas estratégicas y definir alternativas de respuesta y cumplir con los compromisos internacionales asumidos por los estados miembros de estos organismos de control. (Ministerio del Ambiente, 2016)

Por lo tanto, la península de Santa Elena, rica en biodiversidad, con climas que oscilan entre los 22° C como mínimo y 32° C como máximo, con una variedad de ecosistemas, flora y fauna, personas dedicadas a la agricultura, ganadería y de tener una represa o embalse, donde se distribuye el agua para toda la provincia, generando riqueza y desarrollo. Por lo tanto, se deben aplicar estrategias que permitan la preservación del medio ambiente, estar preparados a través de acciones que involucre a entidades gubernamentales, privadas y de la comunidad en general. (Amendaño, 2018)

A continuación, se presentan investigaciones de entidades gubernamentales, Instituciones Académicas, sobre la variabilidad climática de las cuencas hidrológicas de la provincia de Santa Elena.

Tabla 1.

Investigaciones sobre la variabilidad climática de las cuencas hidrológicas de la provincia de Santa Elena.

AUTOR/ES	TEMA	AÑO	INSTITUCIÓN
Ministerio del Ambiente (MAE)	Estrategia Nacional de Cambio Climático del Ecuador 2012 -2025	2012	Ministerio del Ambiente
Ing. Fernando García C. Ing. Juan Carvajal, MSc.	Publicación de la información generada por las 35 estaciones hidrológicas automáticas	2014	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.
Ing. Fernando García C. Ing. Juan Carvajal, MSc.	Publicación de la información generada por las 35 estaciones hidrológicas automáticas	2015	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.
Ing. Fernando García C. Ing. Juan Carvajal, MSc.	Publicación de la información generada por las 35 estaciones hidrológicas automáticas	2016	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.
Ana Grijalva Endara Juan Diego Valenzuela Cobos	Análisis de Vulnerabilidad Socioeconómica ante Eventos Climáticos en los Cantones Santa Elena y La Libertad	2016	Escuela Superior Politécnica del Litoral
Velasco Andrade, Pablo Raúl. Ortiz, Christian Tamayo	Agua en territorios comunales: gestión del riego en el valle del río Javita, provincia de Santa Elena	2020	Universidad Central del Ecuador
Manuel José Mera Cedeño	Comunas y políticas públicas: una mirada desde la perspectiva de actores no	2021	Facultad Latinoamericana de

	estatales de la ruralidad costera ecuatoriana		Ciencias Sociales, FLACSO Ecuador
Boris Leonardo Cayetano Zambrano Cabrera.	Sequías y otros fenómenos naturales	2024	Publicación Propia

NOTA. Elaboración propia

Con estos antecedentes, se aspira tener la información relevante, a fin de analizarlas y poder emitir los criterios pertinentes con la finalidad de presentarlos como soporte de las investigaciones que se lleva a cabo. las cuales presentan información importante sobre las acciones o recomendaciones que fueron establecidas en su momento, con la finalidad de analizarlas y verificar, si éstas fueron llevadas a cabo y cuáles fueron los resultados obtenidos hasta la actualidad.

2.1.6. Aumento de la temperatura global

Históricamente, el clima de la Tierra ha oscilado entre temperaturas como las que tenemos en la actualidad y temperaturas tan frías que grandes capas de hielo cubrían la mayor parte de Norteamérica y Europa. La diferencia entre las temperaturas globales medias y durante las edades de hielo tan solo es de 9 grados Fahrenheit y estas oscilaciones se produjeron lentamente, durante el trascurso de cientos de miles de años.

Tabla 2.

Cambio de temperatura media global mundial desde 1880 – 2024

Año	Cambio temperatura media global	Año	Cambio temperatura media global	Año	Cambio temperatura media global
1880	- 0.12° C	2001	0.57° C	2014	0.74° C
1890	- 0.34° C	2002	0.62° C	2015	0.93° C
1900	- 0.07° C	2003	0.64° C	2016	1.00° C
1910	- 0.41° C	2004	0.59° C	2017	0.91° C
1920	- 0.23° C	2005	0.67° C	2018	0.83° C
1930	- 0.12° C	2006	0.64° C	2019	1.1° C
1940	- 0.16° C	2007	0.62° C	2020	1,2° C

1950	- 015° C	2008	0.55° C	2021	1,11° C
1960	0.05° C	2009	0.65° C	2022	1,15° C
1970	0.06° C	2010	0.73° C	2023	1,29° C
1980	0.28° C	2011	0.58° C	2024	1,5 ° C
1990	0.45° C	2012	0.64° C		
2000	0.43° C	2013	0.68° C		

NOTA. Tomado y Adaptado de: Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA, 2024)

Esta información permite visualizar como a través de los años el calentamiento global ha variado, estableciendo aumentos que podría contribuir a generar tsunamis en el Ártico, lo que promueve que el clima varía tan rápido que algunos seres vivos no pueden adaptarse a las actuales condiciones climáticas. Por lo que esta investigación, reviste de vital importancia porque conlleva a conocer los impactos social, laboral, económico, hidrológico y demás situaciones que afectaran a la cuenca hidrológica del río San Vicente, a las personas que habitan en este sector y que viven de la agricultura, de la cría de animales, esta agua se utiliza para el consumo humano y de otras aplicaciones, pero que también son importantes dentro del ciclo del agua. (Alvarez Garreton, Mendoza, Boisier, & Addor, 2018)

2.2. Régimen hidrológico

Es importante señalar la importancia del agua en la vida de los seres vivos, la cual ayuda a mantener la vida de los ecosistemas, el sostenimiento de la flora y la fauna dentro de grandes hábitats naturales, lo que permite el desarrollo socioeconómico de la zona de estudio, promoviendo sostenibilidad para miles de seres que viven de este recurso hídrico. Además, se requiere de sostenibilidad de los recursos naturales, a fin de preservar la vida de los ecosistemas, el cuidado y preservación de la vida silvestre, generando bienestar y desarrollo de la vida en el planeta. (Armenta, Villa, & ácome, 2016)

Revisando los repositorios de las diferentes Instituciones de Educación Superior de la provincia de Santa Elena y del país, específicamente no se encuentra estudio alguno referente sobre el tema que se investiga, o sea del impacto del cambio climático en el régimen hidrológico del río San Vicente, Santa Elena. Lo único que se visualiza es la

creación de la represa San Vicente que se encuentra a 1,5 km de la población, la cual permite aprovechar el agua del embalse, desde donde se la distribuye para sistemas de riego, para dos comunidades que tienen una planta potabilizadora, la cual sirve para el consumo humano.

Pero este recurso hídrico del embalse San Vicente, en la actualidad está en niveles bajos y no en los estándares adecuados, por lo que este recurso se lo maneja de manera antitécnica y racionada, pues la Empresa Pública del Agua, EPA, abrió la compuerta del desagüe de fondo hasta hace pocos meses, aduciendo que iba a llegar el Fenómeno de El Niño, el cual no se presentó, obligando a los habitantes del sector dedicados a la agricultura a tomar medidas extremas y desarrollar otras actividades que no sea exclusivamente la agricultura. Por lo que han tenido que construir cisternas para almacenar agua, para consumo doméstico, y otros han tenido que construir pozos para la obtención de agua de mala calidad, que permita dedicarlos al uso exclusivo de la agricultura y al sostenimiento de la ganadería. (Alvarez Garreton, Mendoza, Boisier, & Addor, 2018).

Gráfico 3.

Cuenca del embalse de la presa San Vicente



NOTA. Imagen tomada en el sitio de estudio por Cárdenas López Ricardo Antonio

Como se puede apreciar, los niveles de agua están sumamente bajos, y que, en diálogos sostenidos con personas que laboran en ella expresan que debido a la escasez de lluvias en este sector han generado que haya bajado sus niveles en 2,35 m en la actualidad

y que ello genere que los cauces de los ríos que se encuentran contiguo a la represa se encuentren secos.

Gráfico 4.

Vista panorámica del embalse de la presa San Vicente



NOTA. Imagen tomada en el sitio de estudio por Cárdenas López Ricardo Antonio

Es indudable que la naturaleza es impredecible, y que los planes de contingencia o estrategias que se reestructuren para un determinado periodo no se lleguen a cumplir debido a fenómenos naturales que tienen que ver con el cambio climático que afecta en la actualidad al país por la sequía que impera en sectores donde se encuentran los embalses de las principales hidroeléctricas, las cuales han provocado la crisis energética. (Lozano, 2019)

Se previó que, con la construcción de estas centrales, se tendría solucionado el fluido eléctrico por muchos años, se hablaba en ese entonces de que seríamos uno de los países que exportaríamos fluido eléctrico a los países vecinos, pero jamás nadie pensó que estaríamos en esta situación, la que hoy nos tiene en crisis, debido a falta de previsión en no buscar otras alternativas y estar a expensa de que llueva. (León, 2021)

El cambio climático no solo afecta al Ecuador sino al mundo entero, no es novedad escuchar en los noticieros y visualizar que en otros países se presentan tornados, inundaciones, sequías, incendios forestales, incluso Quito, hace poco sufrió un incendio forestal de grandes magnitudes, así mismo la ciudad soportó un torrencial aguacero que destruyó casas, vehículos y otros bienes materiales, producto de la fuerza de la naturaleza que no da tregua y tiene al país sumido en crisis, lo que genera incertidumbre en la población, porque está causando pérdidas a la economía del país, cierre de empresas y de otros factores propios de la situación que se vive en la actualidad. (Leal, 2021)

Gráfico 5.

Cauce de río taponado y con huellas de agua



NOTA. Imagen tomada en el sitio de estudio por Cárdenas López Ricardo Antonio

Estas imágenes son muestras de lo que acontece en esta zona, cauces de ríos secos, que aspiran en época de invierno volver a tener agua y así proveer a las comunidades que se encuentran a lo largo de este sector, esperando el líquido vital para ser destinado a la agricultura y ganadería. La falta de agua a motivado a gran parte de las comunidades del sector que abandonen las tierras agrícolas y se dirijan a las ciudades a buscar empleo, porque el campo ya no es rentable para los cultivos de ciclo corto en ciertos sectores.

Por lo que se hace necesario buscar alternativas viables que ayuden a mitigar la crisis del cambio climático que se vive en la actualidad, porque es indudable que afecta a todos los habitantes del área de estudio, de quienes son parte de este importante sector de la economía peninsular, a los ecosistemas que en ella se forma la vida silvestre, de los seres bióticos y de los factores abióticos de la zona, en fin, repercusiones de la vida silvestre, y que en algo hay que buscar acciones que permitan mitigar la crisis que se vive, y que si no se toman medidas para la mitigación de estos factores que están estrechamente ligados al cambio climático, las repercusiones serán severas e irreversibles.

Gráfico 6.

Cauce de rio seco



NOTA. Imagen tomada en el sitio de estudio por Cárdenas López Ricardo Antonio

Es necesario resaltar que los cauces de ríos cercanos a la zona de la represa se encuentran secos, a excepción del que se presenta en el Gráfico 5, que es el único que presenta agua, debido a que en ocasiones se abren las compuertas de la represa y las personas dedicadas a la agricultura se abastezcan de agua, guarden en sus reservorios y puedan llegar a las plantas a través de sistemas de riegos, para de esta manera mantener sus cultivos productivos, dar agua al ganado, promoviendo acciones de preservación de la naturaleza.

Existe, además un sistema adicional que permite a través de un caudal llevar agua hasta dos poblaciones (Limoncito y Cerezal) que disponen de una planta potabilizadora de agua, para consumo humano y desde allí distribuir a las comunas que no disponen de abastecimiento de agua que debe ser proporcionado por Aguapén. Como se dijo, las compuertas de estos sistemas se abren de manera proporcional cada cierto periodo de tiempo, a lo cual, los moradores de las comunidades saben los horarios de apertura y cierre de válvulas, lo que hace que se abastezcan del líquido vital y así llenar sus reservorios.

Gráfico 7.

Sistema de Bombeo destinado a poblaciones que disponen de planta potabilizadora



NOTA. Imagen tomada en el sitio de estudio por Cárdenas López Ricardo Antonio

Otro aspecto a tomar en consideración es que el exiguo ingreso agrícola; el deficiente acceso a la tierra y al servicio de riego; promueven que el cultivo de la tierra sea inestable, porque es dependiente de las estaciones invernales, y aún más, esperar que las lluvias que se generen sean las adecuadas y se pueda llegar a un buen término de los ciclos de cultivo, porque ello conlleva a saber si tuvo pérdidas o ganancias en un periodo determinado de tiempo. (Cáceres, 2021)

La presa San Vicente se creó con la finalidad de proporcionar estabilidad a más de 82.000 personas dedicadas a la agricultura, cría de animales, lo que generaba empleo de manera directa e indirecta a esta población, mejorando las condiciones de vida, lo que otorgaba una calidad de vida sustentable a varias comunidades del sector adyacente, pero, el cambio climático ha afectado a la zona, así como a todo el Ecuador causando caos, zozobra e inestabilidad a las personas, quienes han tenido que buscar nuevas fuentes de ingresos para el sustento de sus familias, porque la afectación de la sequía no les permite seguir con las actividades que por generación les había dado calidad de vida sostenible, lo cual es agravado por el irracional manejo del recurso por parte de la EPA.

2.2.1. Cantidad y distribución de agua

El agua se encuentra en el planeta en varios estados como normalmente se lo conoce: sólido, líquido y gaseoso, estos a su vez, se los identifica en los océanos, glaciares, ríos, lagos, lagunas, ecosistemas, en los suelos, subsuelos, atmosfera, por lo que se hace necesario realizar una descripción de cada uno de sus estados, tal como lo describe la OMM, Organización Meteorológica Mundial, GWP, Asociación Mundial para el Agua, (2016), los cuales se mencionan en la Tabla 3.

Tabla 3.

Cantidad y distribución de agua en el mundo

Tipo de agua	Almacenamiento	Porcentaje agua total (%)	Volumen (millones km³)	Porcentaje agua dulce (%)
Agua salada	Océanos y mares	97,50	1.351,35	
	Glaciales	1,72	23,84	68,80
Agua dulce	Subterráneas	0,75	10,40	30,00
	Superficiales atmosférica	0,01	0,14	0,40
	Permafrost	0,02	0,28	0,80
TOTAL		100%	1.386,00	100%

NOTA: Tomado y Adaptado de (OMM, Organización Meteorológica Mundial, GWP, Asociación Mundial para el Agua, 2016)

Como se puede visualizar en esta Tabla 3, la mayor cantidad de agua es de tipo salada (97,50%); apenas el 2,5% corresponde a agua dulce, de allí la importancia de llevar a cabo la aplicación de estrategias en relación al cambio climático para evitar el impacto que puede causar en la vida de los seres vivos. En la actualidad los estragos se viven en ciertas regiones del planeta, lo que conlleva a establecer acciones previsibles ante futuros eventos que se presenten. (Dávila Ojeda, 2020)

Se menciona también que, en el contexto del planeta, específicamente del ciclo hidrológico se moviliza cantidades sumamente elevadas de agua cumpliendo un ciclo, lo que genera que en la superficie terrestre o suelo y en la atmosfera, estos volúmenes de agua son relativamente bajos, tal como se presenta en la Tabla 4.

Tabla 4.*Balace anual de agua en la Tierra*

	Océanos		Tierra	
	(Área = 361.300.000 km²)		(Área = 148.800.000 km²)	
	(km³//año)	(mm/año)	(km³//año)	(mm/año)
Precipitación	458.000	1.270	119.000	800
Evaporación	505.000	1.400	72.000	484
Escorrentía a océanos	-	-	-	-
Río	-	-	44.700	-
Agua Subterránea	-	-	2.200	-
Escorrentía total	-	-	46.900	316

NOTA: Tomado y Adaptado de (OMM, Organización Meteorológica Mundial, GWP, Asociación Mundial para el Agua, 2016)

Como se puede observar en la Tabla 4 las precipitaciones con mayor porcentaje se dan en los océanos, al igual que las evaporaciones, lo que genera cierta incertidumbre sobre la presencia de tsunamis, lo que representa un peligro inminente sobre el impacto que podría causar sobre los habitantes que habitan las zonas costeras a nivel mundial. Un fenómeno que es frecuente a nivel mundial son los huracanes, tormentas, que se presentan en la zona norte del hemisferio, y que provocan destrucción de propiedades y muerte de personas.

2.2.2. Información Meteorológica

Los países alrededor del mundo, han implementado estaciones meteorológicas en puntos considerados estratégicos para estar atentos a futuros eventos climatológicos y prevenir a la población sobre posibles eventos que se pudieren presentar lo que ayudará a salvar vidas, es indudable que con la fuerza de la naturaleza, no se puede establecer horarios de ocurrencia de un fenómeno natural, pero si estar preparados si llegase a ocurrir, por lo que se hace indispensable conocer posible precipitaciones, temperatura del aire, radiación solar, evapotranspiración y velocidad del viento, situaciones claves para conocer qué tipo de fenómeno natural se puede presentar. (INAMHI I. N., 2024)

A través de las diferentes entidades gubernamentales como el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) a lo largo del país, este cuenta con una red de 383 estaciones meteorológicas convencionales, distribuidas de acuerdo a como se indica en la Tabla 5

Tabla 5.

Distribución de Estaciones Meteorológicas

ESTACIÓN	COSTA	SIERRA	ORIENTE	INSULAR	TOTAL
Agrometeorológicas (AM)	5	6	2	0	13
Climatológica Principal (CP)	16	31	4	3	54
Climatológica Ordinaria (CO)	46	44	6	1	97
Pluviométrica (PM)	77	121	13	1	212
Pluvio gráfica (PG)	2	4	1	0	7
TOTAL	146	206	26	5	383
(%)	38,12	53,79	6,79	1,31	100

NOTA: Tomado y Adaptado del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI I. N., 2024)

2.2.3. Análisis del progreso del cambio climático en el agua a nivel mundial

El Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2023 ya nos alertaba que todos los países de rentas bajas, medias o altas muestran señales de alerta en relación con la calidad del agua. Además, un 10% de la población vive en países con un nivel alto o crítico de estrés hídrico. (IPCC, 2023)

Asimismo, volviendo al estudio del IPCC, la mitad de la población mundial enfrenta ya una grave escasez de agua durante al menos un mes al año y el cambio climático ya ha frenado la productividad agrícola en latitudes medias y bajas. Desde 2008, más de 20 millones de personas al año se ven obligadas a abandonar sus hogares por las inundaciones y tormentas extremas.

Por ello, la coordinación entre las políticas climáticas y de gestión del agua es esencial y debe ser bidireccional. Las personas responsables de políticas climáticas deben entender las necesidades de los usuarios de agua y cómo la gestión de recursos hídricos puede mitigar el cambio climático. A su vez, quienes se encargan de las políticas sobre el agua deben integrar los riesgos climáticos en sus estrategias. (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2023)

En cuanto a las diferentes regiones, la situación es muy diversa. Por ejemplo, mientras en Europa y América del Norte las alianzas y cooperación son comunes y la gestión y gobernanza mixta sigue siendo un reto, en África Subsahariana aún falta infraestructura, cooperación y alianzas.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y nivel de investigación

Establecer que tipo y nivel de investigación son los apropiados para que el proceso investigativo se lleve a cabo con total normalidad, son indispensables para el logro de los propósitos y metas a ser alcanzadas, estableciendo el cumplimiento de tiempos y objetivos

3.1.1. Tipo de investigación

Este estudio se llevará a cabo utilizando un enfoque mixto que integra métodos cuantitativos y cualitativos. Esta combinación permite abordar de manera integral los efectos del cambio climático en los recursos hídricos del sector de estudio, considerando tanto la medición y análisis de datos cuantitativos como la comprensión de percepciones, comportamientos y contextos a través de métodos cualitativos sobre la problemática del cambio climático. (Encalada, 2019)

La investigación es de tipo exploratoria porque se desea investigar un tema o problema que ha sido poco estudiado en la investigación previa o que aún no ha sido abordado. En este caso, “se explora la utilización de métodos geofísicos para establecer relaciones significativas entre parámetros mecánicos y los resultados mediante el sondeo eléctrico vertical (SEV). Esta elección metodológica no solo refleja la intención de poner en práctica los conocimientos adquiridos, sino también la búsqueda de soluciones tangibles para abordar una problemática concreta que afecta el entorno circundante”. (Borrero, 2020)

3.1.2. Nivel de investigación

La investigación se considera descriptiva debido a que describe los fenómenos estudiados dentro de un espacio y tiempo específicos, lo que implica que el contexto de estudio queda claramente delimitado siguiendo la definición de (Morante Gamarra, 2022), haciendo énfasis en el enfoque adoptado en la delimitación de la zona de estudio. En este contexto, se generó una base de datos mediante el método geofísicos y los resultados obtenidos no solo han proporcionado información valiosa sobre los efectos e

impactos de los cambios climáticos que se generan en el contexto mundial y Ecuador no podía ser la excepción, pues a diario se escucha que las precipitaciones de lluvias son escasas, a tal punto de generar una crisis energética de gran magnitud que no se la puede manejar, debido a la complejidad y la diversidad de los factores que influyen en este proceso.

El cambio climático cada vez se manifiesta con mayor intensidad y es difícil contar con información actualizada, porque las predicciones y controles que se llevan a cabo a nivel mundial, contrasta con una realidad latente, donde los instrumentos de predicciones de eventuales escenarios climáticos (Duque Sarango, 2019), lo que genera incertidumbre porque la información territorial, actualizada, fidedigna y geo-referenciada sobre el impacto que genera el cambio climático en el régimen hidrológico del río San Vicente, en la provincia de Santa Elena.

En esta línea, el control de calidad de la información temática generada, tuvo como objetivo común, disponer de documentos cartográficos con una coherencia lógica, integridad y precisión temática y de atributos, tomando como base la dinámica y funcionamiento de los paisajes naturales y culturales del sector de estudio, además de información generada por INAMHI.

3.2. Método, enfoque y diseño de la investigación

3.2.1. Método de investigación

Este trabajo investigativo utilizó el método analítico-sintético para el estudio del impacto del cambio climático en el régimen hidrológico del río San Vicente, Santa Elena. Este enfoque implica descomponer los elementos del objeto de estudio en sus partes constituyentes (análisis) y luego integrarlas nuevamente para comprender el sistema en su totalidad (síntesis). (García Ramírez, 2021)

Métodos Cuantitativos:

- **Modelación Hidrológica:** Utilización de herramientas como el modelo SWAT (Soil and Water Assessment Tool) para simular el comportamiento del sistema hídrico bajo diferentes escenarios climáticos. (García G. , 2022)

Métodos Cualitativos:

- **Entrevistas y Encuestas:** Para comprender las percepciones de los actores clave (comunidades locales, gestores de recursos hídricos) sobre los cambios observados en los recursos hídricos y sus implicaciones socioeconómicas. (Borrero, 2020).
- **Análisis de Contenido:** Evaluación cualitativa de documentos, políticas y discursos relacionados con la gestión del agua y el cambio climático en la cuenca del río San Vicente. (Fernández, 2021).

3.2.2. Enfoque de la investigación

El enfoque de esta investigación es mixto, este enfoque implica una combinación de métodos analíticos y sintéticos, donde se descompone el objeto de estudio en sus componentes individuales para un análisis detallado de los parámetros geofísicos relevantes y las características hidrogeológicas específicas de los sistemas hidrográficos en la región. Este análisis se realizará mediante la recopilación y evaluación exhaustiva de datos geofísicos. (Fernandez, 2019)

3.2.3. Diseño de la investigación

Para la modelación hidrológica se utilizó el SWAT, modelo diseñado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos en conjunto con la Universidad de Texas. Este software utiliza datos espacialmente distribuidos derivados del Modelo Digital de Elevación (MDE), de la cartografía de uso del suelo, y de la carta edafológica. Para la modelación hidrológica, el modelo utiliza una escala de tiempo diaria. SWAT está definido por 8 componentes: hidrología, clima, erosión y sedimentación, temperatura del suelo, crecimiento de plantas, nutrientes, pesticidas y manejo del suelo (Miller et al, 2007). El presente estudio se enfoca en los componentes de hidrología y el clima. (Torres Benites, Fernández Reynoso, & Oropeza Mota, 2020).

Las ecuaciones y la descripción de los elementos se encuentran en la documentación teórica de SWAT versión 2021 (Torres Benites, Fernández Reynoso, & Oropeza Mota, 2020).

3.3. Metodología del OE1:

3.3.1. O.E.1. Recopilar información topográfica, climatológica e hidrológica sobre las cuencas de los ríos existentes en la provincia de Santa Elena.

Es importante recabar la mayor información posible sobre el impacto del cambio climático en el régimen hidrológico del río San Vicente, en el cantón Santa Elena, para poder establecer el análisis respectivo y así proponer acciones que conlleve a minimizar esta problemática existente que afecta no solo a las comunas del cantón Santa Elena, sino a todo el globo terráqueo, pues a diario escuchamos de precipitaciones fluviales de gran magnitud que causan desastres en poblados, arrastrando todo lo que encuentran a su paso; pero en otras partes se origina sequía en sectores que en algún momento fueron terrenos fértiles dedicados a la producción agrícola, a la cría de animales, además para potabilizar el agua. (INAMHI I. N., 2024)

Con estos antecedentes se procede a realizar un análisis técnico de este trabajo investigativo, con la finalidad de tener información de primera mano, a fin de sustentarla y disponer de datos reales, concretos sobre una temática que se vive y padece en la actualidad, datos que fueron extraídos del Instituto Geográfico Militar (IGM), del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), del Gobierno Autónomo Descentralizado parroquial Colonche (GAD), DEL Ministerio del Medio Ambiente (MMA), y de otras Instituciones estatales a fin de sustentar los datos en esta investigación. (INAMHI, 2021)

3.3.2. Desarrollo técnico

3.3.2.1. Información topográfica

En el cantón Santa Elena se interpretaron los pares estereoscópicos correspondientes a fotografías aéreas, a escala 1: 30 000, y 1: 60 000, que se encuentran en el repositorio del Instituto Geográfico Militar (IGM), de los años: 2008-2009 y 2010 respectivamente. Con respecto a las hojas geológicas se tomó como base la información generada por la Dirección General de Geología y Minas a escala 1: 100 000, pertenecientes a Manglaralto (Hoja 04), Santa Elena (Hoja 05), Chanduy (Hoja 06). (IGM, 2023).

Tabla 6.*Índice de hojas geológicas utilizadas para el cantón Santa Elena*

CÓDIGO	HOJAS GEOLÓGICAS
Hoja 04	Manglaralto
Hoja 05	Santa Elena
Hoja 06	Chanduy

NOTA: Tomado y Adaptado de la Dirección General de Geología y Minas (IGM, 2023)

Adicionalmente se utilizó como referencia el mapa de Paisajes Naturales del Ecuador a escala 1: 1 000 000, realizado por CEDIG y ORSTOM en el año 1989. Además, se emplearon las hojas topográficas a escala 1: 50 000 proporcionadas por el IGM, para ubicación general. (IGM, 2023)

Tabla 7.*Índice de cartas topográficas utilizadas para el cantón Santa Elena*

CÓDIGO	CARTAS TOPOGRÁFICAS
MV_A1	San Pablo
MV_A2	Colonche
MV_A3	Salinas
MV_A1	Zapotal
MV_C2	Chanduy
MV_E1	Olón
MV_E4	Manglaralto

NOTA: Tomado y Adaptado del: (IGM, 2023)

La comprobación de campo del cantón Santa Elena se realizó entre el 2 de octubre y 7 de noviembre del 2024, donde se visitó la zona de estudio (régimen hidrológico del río san Vicente), ligada a su correspondiente coordenada y a sus atributos que incluyen: geomorfología (unidad ambiental, morfología (forma de cima, vertiente), morfometría (pendiente, desnivel relativo, longitud de vertiente)), cobertura vegetal, observaciones de los aspectos más relevantes acompañado del respectivo registro fotográfico que permitieron mejorar la demarcación del sitio de estudio y así otorgar una mejor ilustración de lo expuesto.

Gráfico 8.

Fotografía aérea de la zona de estudio

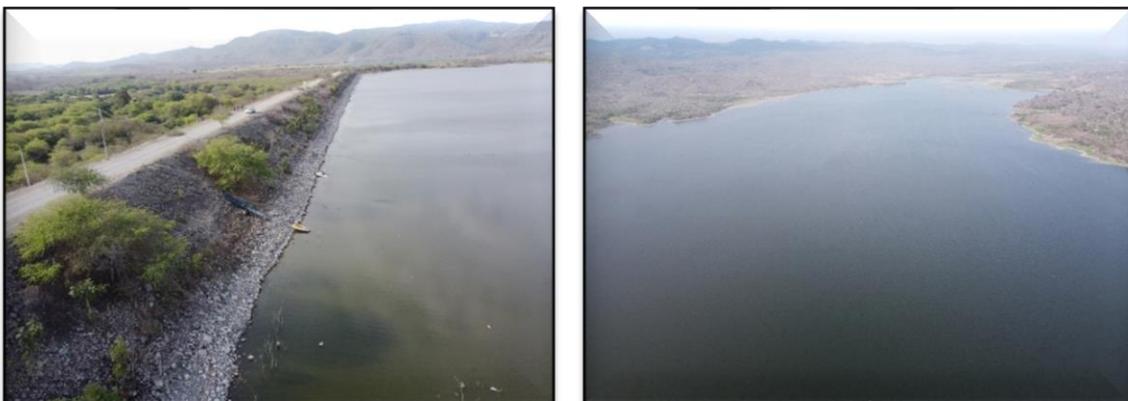


NOTA. Imagen tomada en el sitio de estudio por Cárdenas López Ricardo Antonio

En el Gráfico 8, se muestra una parte de la erosión del embalse San Vicente, el cual tiene cerradas sus compuertas y solo se las abre de manera programada para la entrega de agua a las comunas, por espacio de horas, de manera sistemática, para que se abastezcan y puedan realizar el aprovisionamiento necesario.

Gráfico 8-A.

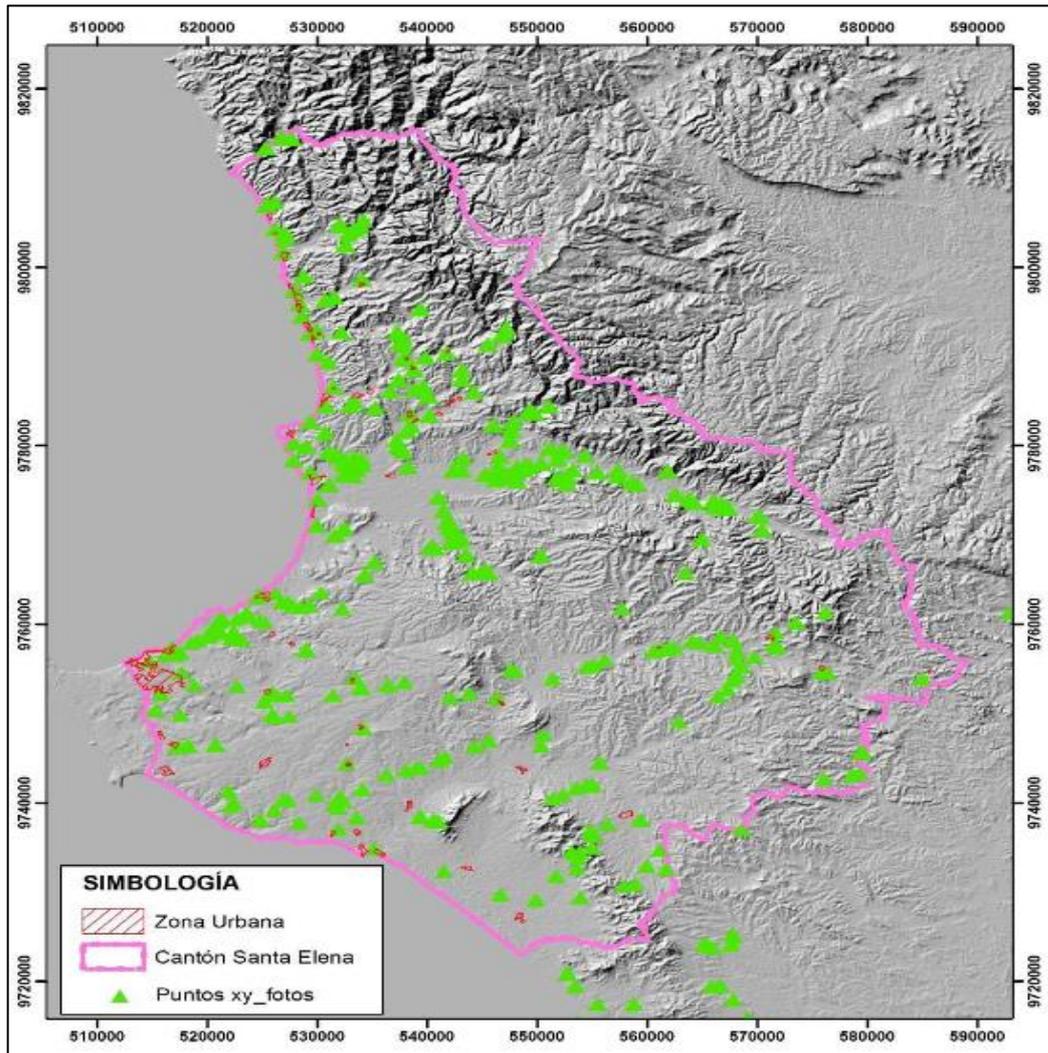
Fotografías del sector de estudio



NOTA. Imagen tomada en el sitio de estudio por Cárdenas López Ricardo Antonio

Gráfico 9.

Ubicación cartográfica del cantón Santa Elena



NOTA: Tomado y Adaptado del: IGM

3.3.2.2.Unidades Ambientales.

Las unidades ambientales han sido definidas tomando en cuenta su génesis, los factores morfológicos, morfométricos y la litología, así como los factores externos modeladores como el clima y vegetación. En el cantón Santa Elena se encuentran cinco unidades ambientales: (Balladares, 2023)

- Cordillera Chongón Colonche
- Cordillera Costera Chanduy-Playas
- Relieves Estructurales y Colinados Terciarios

- Relieves Litorales Sedimentarios y Fluvio Marinos
- Medio Aluvial

3.3.2.3. Cordillera Chongón Colonche

Constituyen los relieves más importantes y más altos del cantón, debido a que representan la totalidad del flanco Suroccidental, las altitudes se elevan bruscamente de 200 m. aproximadamente en la parte Sur hasta más de 600 m. para culminar por los 840 m. entre Manglaralto y las Delicias, constituyendo así un verdadero frente montañoso. Los relieves de esta unidad ambiental están ubicados al norte del cantón Santa Elena, se encuentran asociados a las Formaciones Piñón, Cayo y al Miembro Zapotal, presentando relieves colinados medios y altos de origen estructural y superficies y frentes de chevrón de origen tectónico erosivo. (Encalada, 2019)

Sus características son:

- **Ecología:** Bosque siempre verde estacional de cordillera costera; Bosque semideciduo de la cordillera costera.
- **Formas del relieve:** Relieves colinados medios y altos, superficies y frentes de chevrones, coluviones, coluvio aluviales, glacis de esparcimiento, terrazas y valles fluviales.
- **Geología:** Rocas cretácicas volcánicas y volcano-sedimentarias pertenecientes a la Formación Piñón y Cayo respectivamente; y rocas sedimentarias del terciario como la Formación Zapotal, se puede identificar areniscas de grano medio, café amarillentas con intercalaciones de lutitas y arcillas. (Amendaño, 2018)
- **Edafología:** Suelos con contacto lítico, poco profundos, características vérticas.
- **Cobertura natural:** Vegetación arbórea siempre verde.
- **Uso actual de las tierras:** Vegetación protectora o productiva.
- **Infraestructura vial y poblacional:**

Poblados Principales: Guale, El Limón, Matapalo, Sacachún, La Colombia y Casas Viejas. Vías Principales: San Vicente - Casas Viejas - Matapalo. (GAD Colonche, 2022)

- **Peligros naturales:** Movimientos en masa de tipo caídas, erosión laminar, por surcos y cárcavas.

3.3.2.4.Descripción Geológica

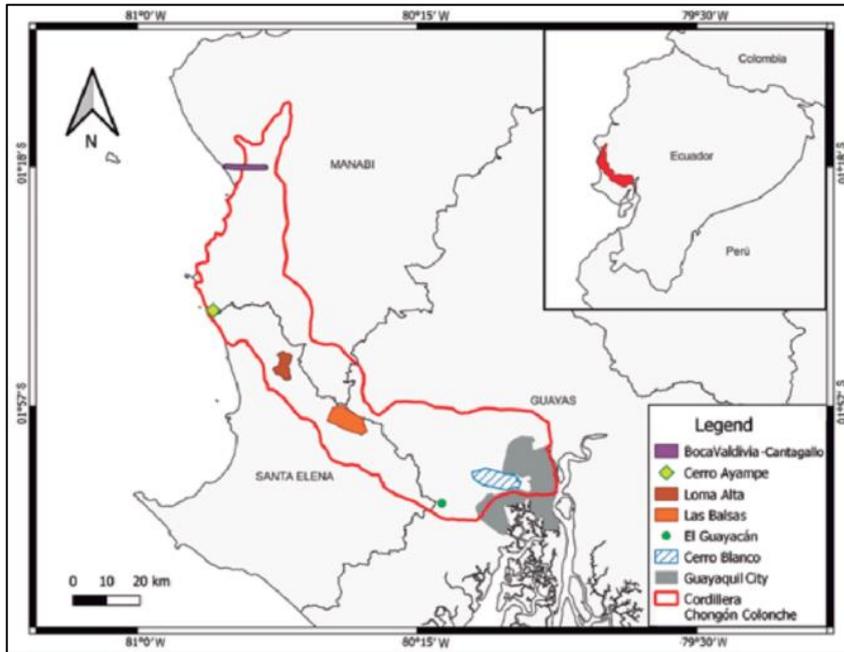
La descripción geológica consiste en identificar, detallar y analizar las propiedades físicas y químicas de las formaciones rocosas, minerales y estructuras geológicas presentes en una región específica. Este proceso es esencial para comprender los procesos naturales que han moldeado la Tierra, su evolución, y la distribución de recursos clave, como aguas subterráneas y su relación con fenómenos hidrológicos, especialmente en el contexto de los impactos del cambio climático sobre los recursos hídricos y la infraestructura.

Con una forma casi rectangular, la península se caracteriza por tener límites paralelos muy marcados. Al Norte, es la vigorosa terminación de la cordillera costanera en dirección SE-NO, mientras que la costa meridional, 50 a 60 km más al Sur presenta exactamente la misma dirección, pero cortada en varios tramos. Los límites Este y Oeste, distantes de unos 90 km., son ortogonales a los anteriores con direcciones SO-NO; sin embargo, la costa Oeste remodela la erosión marina, presenta un perfil dominante encorvada. (INAMHI, 2021)

El cantón Santa Elena se caracteriza por presentar diferentes tipos de rocas de edad terciaria, dispuestos sobre basamento de rocas volcánicas y rocas volcano – sedimentarias de edad cretácica, que afloran en diferentes sectores de la Cordillera Chongón-Colonche; también se pueden agrupar rocas sedimentarias de origen marino-continental de edad Terciaria, cubiertas localmente por sedimentos cuaternarios de origen marino. Además, se observan depósitos sedimentarios cuaternarios distribuidos en las partes bajas del sector que conforman el medio aluvial. (INAMHI, 2021)

Gráfico 10.

Cordillera Chongón Colonche y su influencia en el área de estudio.



NOTA. Tomado y Adaptado de (Quinteros Gómez, 2024)

3.3.2.5. Medio Aluvial

Varios autores lo llaman sistema fluvial, pero se puede definir como la unidad o sistema influenciado directamente por la acción de los ríos. Es un sistema muy variable ya que cambia con el tiempo, debido a la actividad de procesos erosivos y de sedimentación, responde también a los cambios climáticos, modificaciones de nivel de base, tectónica cuaternaria y actividades humanas. (INAMHI I. N., 2024). En el cantón Santa Elena esta unidad está dominada por la acción del río Zapotal y la actividad de varios cauces ubicados en varios ríos y esteros que atraviesan al cantón en una dirección predominante Noreste - Suroeste. Estos cauces conjuntamente con el tipo de material presente en el cantón han provocado la aparición de terrazas y depósitos aluviales

Sus características son:

- **Formas del relieve:** Valles fluviales, terrazas altas, medias, bajas e indiferenciadas.
- **Geología:** Depósitos aluviales y coluvio aluviales de edad cuaternaria.
- **Edafología:** Typic Haplocambids, Fluventic Haplusteps, Fluventic Eutrudeps y Fluventic Ustifluents, la clasificación dependerá del grado de humedad existente

en el suelo. (García G. , 2022)

- **Cobertura natural:** Pastos y cultivos.
- **Uso actual de las tierras:** Agrario y pecuario.
- **Infraestructura vial y poblacional:** Vías Principales: Ruta del Sol o Troncal del Pacífico, Sube y baja – Limoncito, San Miguel - Santa Rosa - San Vicente. (Ministerio del Ambiente M. , 2016).
- **Poblados Principales:** Sube y baja, Limoncito, Las Juntas, San Miguel, Santa Rosa y San Vicente, Ballenita, Punta Blanca, San Pablo, Palmar, Ayangué, Manglaralto, Montañita, Olón, La Entrada.
- **Peligros naturales:** Erosión por surcos y cárcavas, movimientos en masa.

3.3.2.6. Geomorfología

La geomorfología del cantón Santa Elena es variada debido a su compleja historia geológica y morfogénesis, representada por unidades ambientales; la que corresponde a la Cordillera de Chongón Colonche ubicada al Norte y Noreste del cantón, correspondientes a rocas de Edad Jurásica y Cretácica, asociados a relieves de génesis tectónica erosiva y estructural. (CLICOM, 2019)

Tabla 8.

Unidades ambientales, genéticas y geomorfológicas.

UNIDAD AMBIENTAL	UNIDAD GENÉTICA	UNIDAD GEOMORFOLÓGICA	DENOMINACIÓN GEOLÓGICA	
Cordillera Chongón Colonche	Tectónico	Relieve colinado alto	Formación Piñón	
			Formación Cayo	
		Erosivo	Relieve colinado medio	Formación Cayo
				Miembro Zapotal
	Estructural		Relieve colinado bajo	Miembro Zapotal
			Superficie de chevrón	Formación Cayo
				Miembro Zapotal
			Vertiente de chevrón	Formación Cayo
		Miembro Zapotal		

		Superficie disectada de cuesta	
		Frente de cuesta	
		Vertiente de cuesta	Miembro Zapotal
		Superficie disectada de mesa	
		Vertiente de mesa	
	Deposicional o Acumulativo	Superficie de cono de deyección reciente	Depósitos aluviales
	Denudativo	Coluvión antiguo	Depósitos coluviales
		Coluvio aluvial antiguo	Depósitos coluvio aluviales
Medio Aluvial	Deposicional o Acumulativo	Terraza alta	
		Terraza media	
		Terraza baja y cauce actual	Depósitos aluviales
		Terrazas indiferenciadas	
		Valle fluvial	
No aplicable	No Aplicable	Superficie plana intervenida	No aplicable

NOTA: Tomado y Adaptado de: (CLICOM, 2019)

Es importante realizar un análisis exhaustivo de las condiciones presentadas en la Tabla 7, donde se menciona una serie de componentes relativos a la Cordillera Chongón Colonche, de la cual forma parte el régimen hidrológico del río San Vicente, en base a su Unidad Genética, la misma que está compuesta de: Tectónico erosivo; estructural; deposicional o acumulativo y denudativo; además de una parte que corresponde al Medio Aluvial de la zona circundante de estudio. (Ministerio del Ambiente d. E., 2021)

3.3.2.7. Unidad Ambiental: Cordillera Chongón Colonche - San Vicente

a. Relieve colinado alto

Estos relieves se caracterizan por poseer pendientes de 40 a 100% con cimas agudas, vertientes cóncavas y rectilíneas, además poseen un desnivel relativo de 100 a 200 m. y una longitud de vertiente mayor a los 250 m. Se encuentran ubicados en los sectores Gualo, La Esperanza, La Macora, El Llovedor, Las Cañas, Río Culebra, Estero Quiroz y Cerro Verde, litológicamente están conformados por areniscas verdes de grano

fino a medio y grauvacas con intercalaciones de lutitas verdes y calcarenitas gris oscuras bien estratificadas de la Formación Cayo. (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2023)

Gráfico 11.

Cordillera Chongón Colonche – Comuna San Vicente



NOTA. Imagen tomada en el sitio de estudio por Cárdenas López Ricardo Antonio

b. Relieve colinado medio

Estos relieves se encuentran en el sector del embalse del régimen hidrológico del río San Vicente, cuyas cimas montañosas son agudas y redondeadas, su forma de la vertiente es rectilínea y convexa, sus pendientes varían de 70 a 32 %, su desnivel relativo es de 50 a 100 m. y su longitud de la vertiente es menor a 500 m., están constituidos por brecha volcánica de composición intermedia a básica y de arenisca verde tobácea. Como dato relevante, se menciona que su declive va en disminución porque a 2,85 km se encuentra la zona costera y pierde toda clase de elevación, situación que contrasta del sistema de la Cordillera Chongón Colonche. (GAD Colonche, 2022)

Gráfico 12.

Relieve colinado medio de la Cordillera Chongón Colonche – Comuna San Vicente



NOTA. Imagen tomada en el sitio de estudio por Cárdenas López Ricardo Antonio

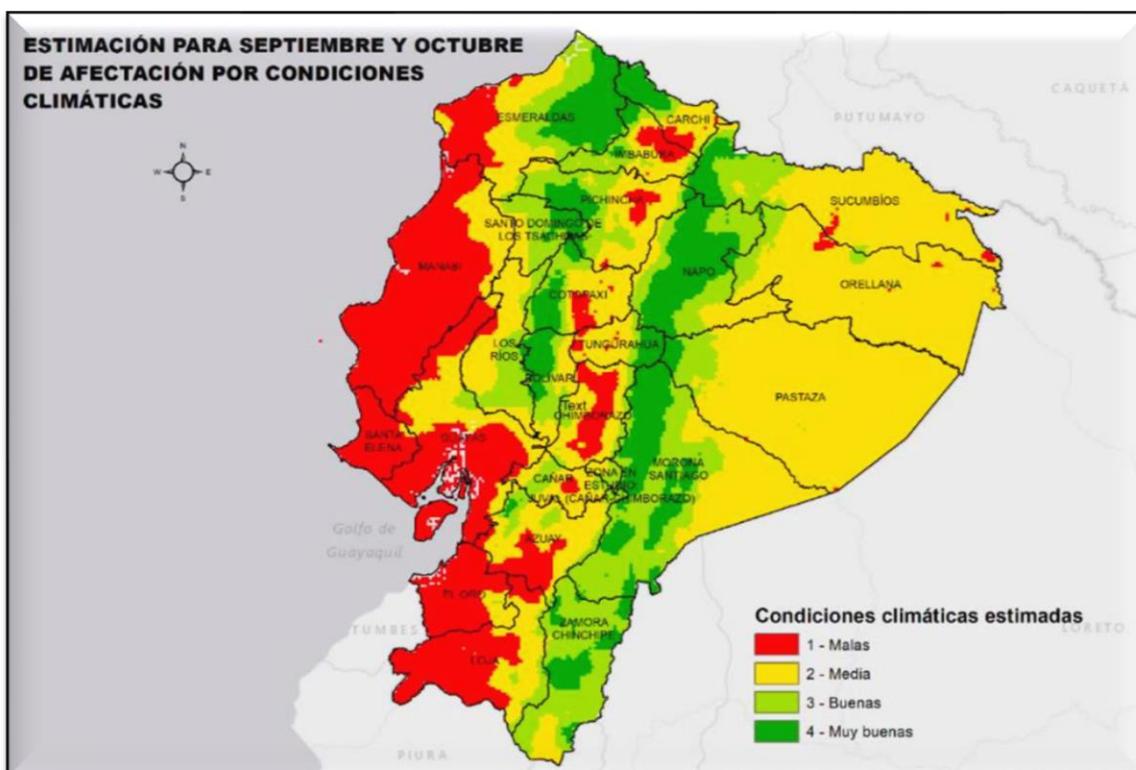
3.4. Metodología del OE2:

3.4.1. O.E.2. Elaborar un modelo hidrológico de la cuenca del rio san Vicente en base de topografía e imágenes satelitales.

De acuerdo a la base de datos del INAMHI y del Ministerio de Agricultura y Ganadería, las afectaciones climáticas son elocuentes, pues demuestran un estado crítico para la península de Santa Elena, en este 2024, tal como se muestra en el Gráfico 13. (INAMHI I. N., 2024)

Gráfico 13.

Estimación para septiembre y octubre de 2024 sobre afectaciones por condiciones climáticas



NOTA: Tomado y Adaptado de: INAMHI-Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología – Ministerio de Agricultura y Ganadería, (2024)

3.5. Metodología del OE3:

3.5.1. O.E.3. Evaluar cómo los cambios en el régimen hidrológico podrían afectar diversos usos del agua en la cuenca, como el abastecimiento urbano, la agricultura y los ecosistemas acuáticos.

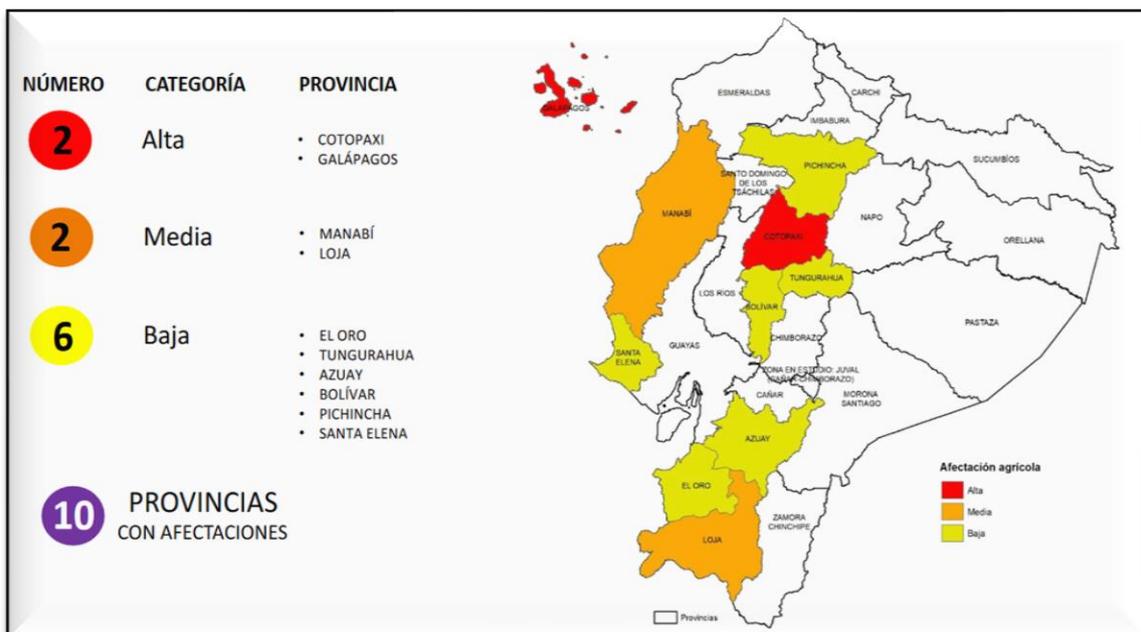
De manera complementaria se abordó la gestión del riego para sostener la producción, en la construcción de la Represa San Vicente, situada en territorios comunales de la parroquia rural más poblada de Santa Elena -Colonche- y que se asienta en la segunda cuenca más grande de la provincia. (INAMHI I. N., 2024). A las preocupaciones relacionadas con la provisión de agua para riego, se han sumado en los últimos 4 años demandas de las comunidades y ofrecimientos de las entidades estatales de generar el abastecimiento de agua para el consumo humano. Igualmente, en la zona declarada como reserva del Bosque Protector Chongón-Colonche, se desarrollan

proyectos de conservación del patrimonio forestal existente, destacando entre ellos el Proyecto Socio Bosque, que, en el caso de Santa Elena, es implementado teniendo como contraparte a las Comunas.

Es por ello se ha elegido como caso de estudio, la zona de influencia de la Represa San Vicente, infraestructura que, pese a haber sido construida hace varias décadas, ha concentrado en los últimos años esfuerzos de la institucionalidad pública para su (re)habilitación, generando una amplia dinámica de interacciones entre actores estatales y los actores comunales especialmente. (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2023). La Represa fue posteriormente incorporada como parte del denominado Plan Hidráulico de la Península de Santa Elena (PHASE), como sitio de almacenamiento de agua destinada a la irrigación de varios miles de hectáreas en sectores aledaños, planicies de gran potencial productivo, que es parte de la cuenca del río del mismo nombre.

Gráfico 14.

Afectaciones Agrícolas por provincia del 01 de enero al 21 de septiembre de 2024



NOTA: Tomado y Adaptado de (INAMHI I. N., 2024)

En este contexto, hoy el embalse del sistema del régimen hidrológico del río San Vicente, se encuentra afectado por efectos del cambio climático, y no está cumpliendo su cometido para el cual fue creado, promoviendo afectaciones en los cultivos de las comunidades que se dedican a la agricultura (Ver Tabla 9), generando zozobra en sus

habitantes, quienes han tenido que dejar sus tierras para dedicarse a otras labores fuera de sus comunidades. (Betancur Vargas, García Giraldo, Vélez Duque, & Gómez, 2024)

Tabla 9.

Población de las comunas afectadas por el cambio climático – régimen hídrico del río San Vicente.

Comuna	Población	%	Superficie (has)	%	Índice Sup./hab.
San Marcos	3.800	9,0%	6.501,60	29,00%	1,71
Cerezal Bellavista	2.740	6,0%	3.331,00	15,00%	1,22
Las Balsas	1.500	3,0%	2.377,80	10,00%	1,59
Colonche	800	2,0%	2.030,60	9,00%	2,54
San Vicente	250	1,0%	1.853,10	8,00%	7,41
Manantial de Guangala	3.100	7,0%	1.802,80	8,00%	0,58
Manantial de Colonche	5.000	11,0%	1.431,80	6,00%	0,29
Bajada de Colonche	156	0,8%	765,40	3,00%	4,91
Salanguillo	750	2,0%	528,50	2,00%	0,70
Palmar	9.000	21,0%	395,80	2,00%	0,04
Jambelí	2.080	5,0%	380,30	2,00%	0,18
Bambil Desecho	1.500	3,0%	285,10	1,00%	0,19
Bambil Collao	4.200	10,0%	245,50	1,00%	0,06
Río Seco	1.000	2,0%	226,40	1,00%	0,23
Calicanto	100	0,2%	209,20	1,00%	2,09
Ayangue	2.500	6,0%	147,60	1,00%	0,06
Febres Cordero	2.300	5,0%	101,50	0,40%	0,04
Monteverde	2.800	6,0%	51,10	0,20%	0,02
	43.576	100,0%	22.665,10	100,00%	0,52

NOTA: Tomado y Adaptado de (INAMHI I. N., 2024)

CAPÍTULO IV

4. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. ANALISIS DE RESULTADOS DEL OE1: RECOPIRAR INFORMACIÓN TOPOGRÁFICA, CLIMATOLÓGICA E HIDROLÓGICA SOBRE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS EXISTENTES EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA

4.1.1. Topografía

Es importante resaltar que el cantón Santa Elena tiene una extensión territorial de 3.668,9 km², que en relación a los demás, éste es el segundo cantón más grande del Ecuador, con una población de 144,076 habitantes, de ellos 73,396 son hombres y 70,680 son mujeres. En el área urbana viven 39,681 personas y en el área rural viven 104,395 personas, con una tasa de crecimiento del 5,3% anual. (INEC, 2020).

De acuerdo a datos del (INAMHI, 2021), el recinto San Vicente, de la comuna Las Balsas, pertenece a la parroquia Colonche, se encuentra ubicado al pie del sistema montañoso de la Cordillera Chongón Colonche, posee características de planicie (23,5msnm) en sitios aledaños al embalse San Vicente y elevaciones máximas cercanas a los 115 m en la zona perimetral oeste, cercana a la cordillera.

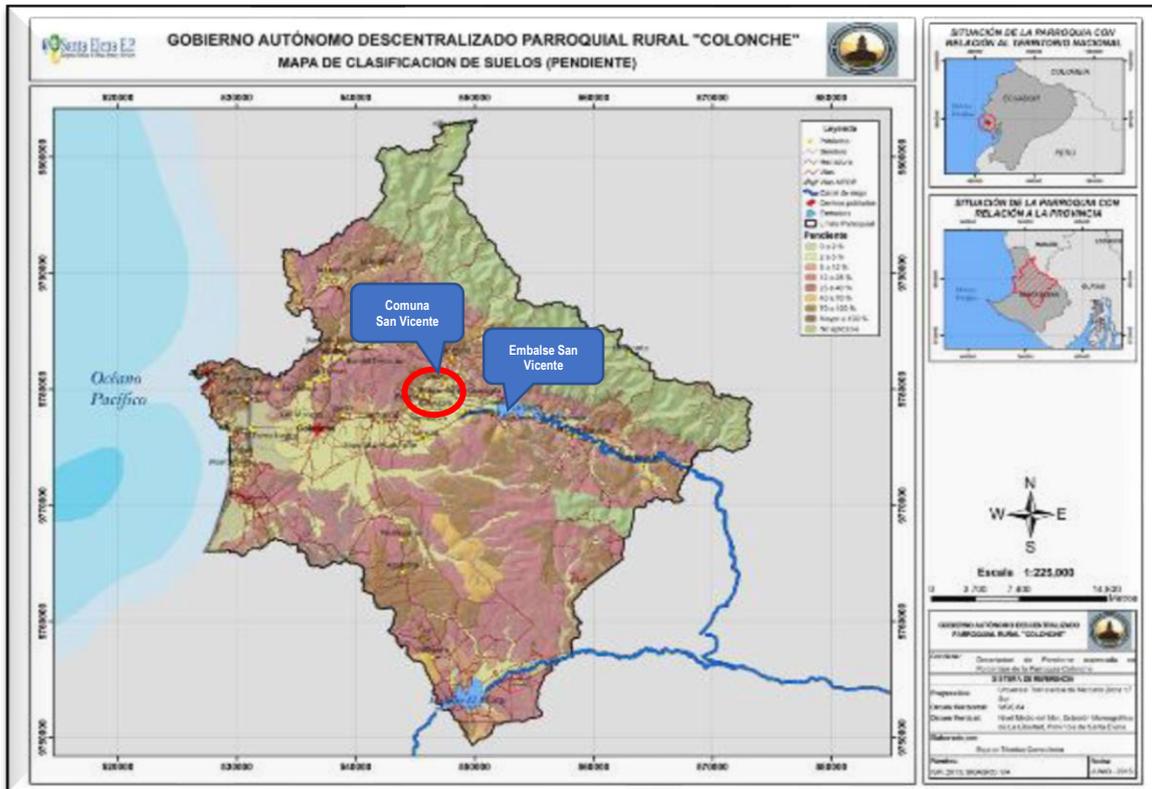
El terreno en general presenta pendientes que oscilan entre 14% y 3%. Estas pendientes son más fuertes y se presentan en las zonas cercanas al pie de la Cordillera Chongón Colonche (pueden llegar a ser del 21%). (Borrero, 2020). El recinto San Vicente presenta la misma problemática que las demás, debido a la carencia de lluvias y el cambio climático ha generado que la población (en su mayoría varones), emigren a las grandes ciudades en busca de trabajo, porque la agricultura, la cría de animales, y el abastecimiento de agua para consumo humano no es rentable para seguir con esas actividades propias del campo.

El cambio climático afecta al planeta, hoy en día se presentan situaciones “absurdas”, por utilizar un término, llueve torrencialmente en ciudades donde la lluvia es escasa, causando daños, destrucción y muerte, a tal punto que se presenta nieve en el desierto, sequías prolongadas en sitios como en la Amazonía brasileña donde el caudaloso

río Amazonas se encuentra en declive y presenta una devastadora sequía, lo que ocasiona afectaciones a la navegación fluvial, al comercio, a la pesca, agricultura y a otras actividades que son propias de las personas del sector confluyente. (IGM, 2023)

Gráfico 15.

Topografía de Santa Elena



NOTA. Tomado y Adaptado de (GAD Colonche, 2022)

4.1.1.1. Taxonomía del Suelo

Las afectaciones del cambio climático han modificado las texturas de los suelos, los cuales, en algunos casos han vuelto áridos a suelos fértiles, pero estas características son muy severas de volverlas a revertir, debido a los costos que esto representa. En este contexto, la textura del suelo de la parroquia Colonche se caracteriza por tener preponderancia de suelo franco arcilloso, con una superficie de 37,9 mil hectáreas aproximadamente, lo que representa el 33,78% de la superficie total, seguido del suelo arcilloso con 18,7 mil hectáreas (16,78%), limoso con 11,3 mil hectáreas (8,83%) y franco arenoso con 7,6 mil hectáreas (8,12%). (INAMHI I. N., 2024)

Pero, existe un valor de 26.144,87 ha. de suelo, que representa el 21,12% que no es aplicable a estas características o clasificación del suelo realizada, el cual deberá ser

ubicada o detallada si es apta llevar a cabo alguna actividad agrícola, concerniente y que sea llevada a la práctica por la población circundante a la zona de estudio, estos valores se representan en la Tabla 10. (GAD Colonche, 2022)

Tabla 10.

Clasificación de los suelos, parroquia Colonche

TEXTURA	SUPERFICIE (HA)	PORCENTAJE (%)
Arcilloso	17.991,04	15,69%
Arena	837,06	0,73%
Franco	7.946,33	6,93%
Franco arcillo-arenoso	802,66	0,70%
Franco arcillo-limoso	2.729,04	2,38%
Franco arcilloso	39.983,91	34,87%
Franco arenoso	8.255,93	7,20%
Franco limoso	10.663,90	9,30%
No aplicable	25.455,77	22,20%
TOTAL	114.665,63	100,00%

NOTA: Tomado y Adaptado de (GAD Colonche, 2022)

Como se puede evidenciar se establece que las afectaciones del cambio climático, no es una problemática actual, se viene mencionando desde hace algunos años atrás, pero no se pensaba que los efectos estaban próximos a ser conocidos y que los efectos sean tan catastróficos, que incluso está cobrando vidas, debido a la imprevisibilidad con que se presenta. (Fernández, 2021)

En este contexto, el recinto San Vicente, de la comuna Las Balsas, perteneciente a la parroquia Colonche, es uno de los 39 asentamientos poblacionales que dispone esta parroquia, la cual se la menciona en la Tabla 11.

Tabla 11.

Ubicación geográfica del Recinto San Vicente, en el contexto de la parroquia Colonche.

#	Nombre	Tipo	Comuna a la que pertenece
1	Aguadita	Recinto	Aguadita
2	Ayangue	Recinto	Ayangue
3	Balsas	Recinto	Balsas
5	El Coroso	Recinto	Balsas
6	Los Ceibitos	Recinto	Balsas
7	San Vicente	Recinto	Balsas
8	Bambil Desecho	Recinto	Bambil Desecho
9	Bambil Collao	Recinto	Bambil Collao
10	Cerezal	Recinto	Bellavista
11	Icera	Recinto	Bellavista
12	Limoncito	Recinto	Bellavista
13	Río Nuevo	Recinto	Bellavista
14	Calicanto	Caserío	Calicanto
15	Colonche	Cabecera parroquial	Colonche
16	Febres Cordero	Recinto	Febres Cordero
17	Jambelí	Recinto	Jambelí
18	El Suspiro	Recinto	Loma Alta

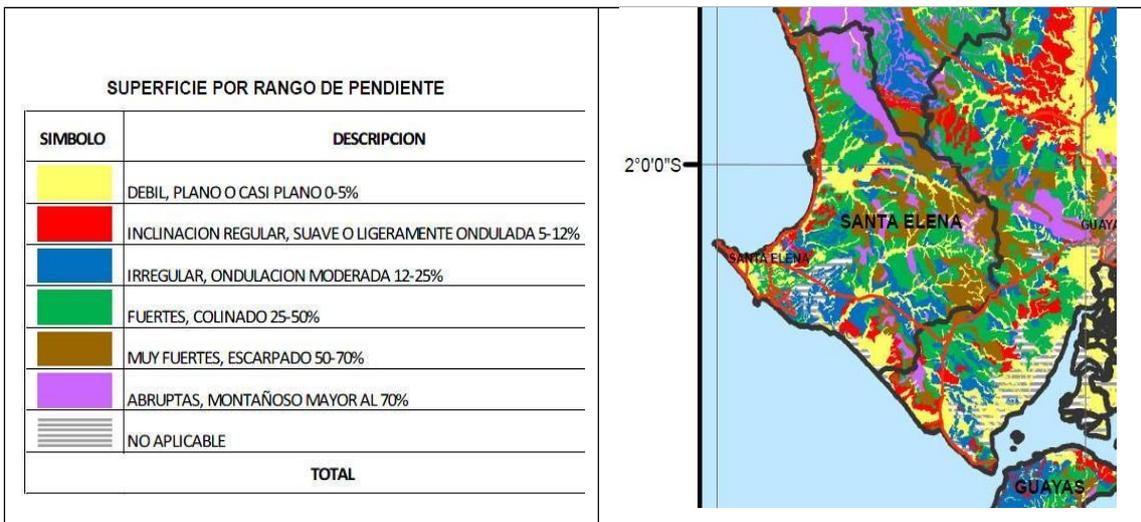
NOTA: Tomado y Adaptado de (GAD Colonche, 2022)

4.1.1.2. Relieve

Es de mencionar que el recinto San Vicente, de la comuna Las Balsas, parroquia Colonche posee como característica una superficie casi plana, donde sobresale más la parte que corresponde a la cordillera de Chongón - Colonche, ubicada al este y noreste de la península con una altura máxima de 297 metros sobre el nivel del mar. (García, 2018)

Gráfico 16.

Superficie por Rango de Pendientes



NOTA: Tomado y Adaptado de (GAD Colonche, 2022)

4.1.2. Climatología

La climatología de la parroquia Colonche y de sus comunas, se enmarcan dentro una zona densamente tropical, la misma que presenta dos climas totalmente definidos, que son: seco y lluvioso, producto de la influencia de la corriente fría de Humboldt sobre las costas ecuatorianas, lo que disminuye el índice de evaporación de los ríos y en este proceso afecta a la formación de nubes (INAMHI, 2019). Esto provoca el aumento de los efectos de la irradiación solar, generando sequedad en los terrenos, aunado al relieve del sistema montañoso de la Cordillera Chongón Colonche, lo cual presenta una temperatura anual que bordea los 26° C, con pocas precipitaciones siendo una de las parroquias más secas de la provincia de Santa Elena.

De acuerdo con el Anuario Meteorológico INAMHI, 2019, en la parroquia Colonche se encuentran cuatro estaciones meteorológicas, una de tipo pluviográfica, que tiene como finalidad llevar un registro analógico de las precipitaciones de manera

continua en fajas de la escala en décimas de mm, permitiendo el estudio de las lluvias intensas; una estación climatológica principal, encargada de realizar observaciones de visibilidad, tiempo atmosférico, precipitaciones, humedad, viento, radiación solar, estado del suelo, heliofanía y evaporación, con tres mediciones diarias; y dos estaciones de tipo pluviométricas, que miden la cantidad de lluvia caída entre dos mediciones. (INAMHI, 2019).

Tabla 12.

Anuario Meteorológico - Precipitación

Precipitación (mm) media mensual y anual Santa Elena, 2018														
COD	ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
M472	J. Moreno	129	153	237	130	56.8	37	0.6	0.5	1.7	4.2	0.9	13	763.2
M473	Zapotal	97	122	198	193	20.3	23	11	6.7	6	8.3	2.5	10	698
M619	Manglaralto	54	88	74.4	13.1	36.3	18	43	29.5	18	33.1	18.9	8	434.8
M780	Colonche	35	102	108	59.5	6.9	3.2	0.4	2.2	1	4.8	2.1	0.8	325.4
M174	Ancón	29	73	71	32.2	19.2	0.1	8.6	0.5	1.2	0.4	4.9	17	257.1
M223	El Azúcar	57	91	53	21.8	2.6	1	0	0.3	0	1.2	0	1.9	229.3
M076	Salinas	29	40	62.1	36.9	29.5	22	3.3	0.2	0.1	0.4	0.3	0.4	224.7
PROMEDIO		61.4	95.5	114.8	69.5	24.5	14.9	9.6	5.7	4.0	7.5	4.2	7.3	418.9

NOTA. Tomado y Adaptado de (INAMHI, 2019).

4.1.3. Precipitaciones

Las precipitaciones son las cantidades de agua en estado líquido o gaseoso que de manera continua o esporádica cae a la superficie, producto de la acción de la evaporación o de otros procesos que se encargan de enfriar el aire y acercarlo a la saturación. Para la hidrología, la precipitación es uno de los procesos meteorológicos más importantes y junto a la evaporación constituyen la forma a través de la cual la atmósfera interactúa con el agua superficial en el ciclo hidrológico del agua. (GAD Colonche, 2022)

Como se mencionó con anterioridad, el clima tiene factores determinantes como la corriente fría de Humboldt que se desplaza hacia el sur, provocando precipitaciones en los meses de enero a marzo, y a partir de abril hasta septiembre la precipitación disminuye, en los meses de octubre a diciembre se nota un leve aumento de precipitaciones, lo que promueve ciertas precipitaciones en el contexto hidrológico. (GAD Colonche, 2022)

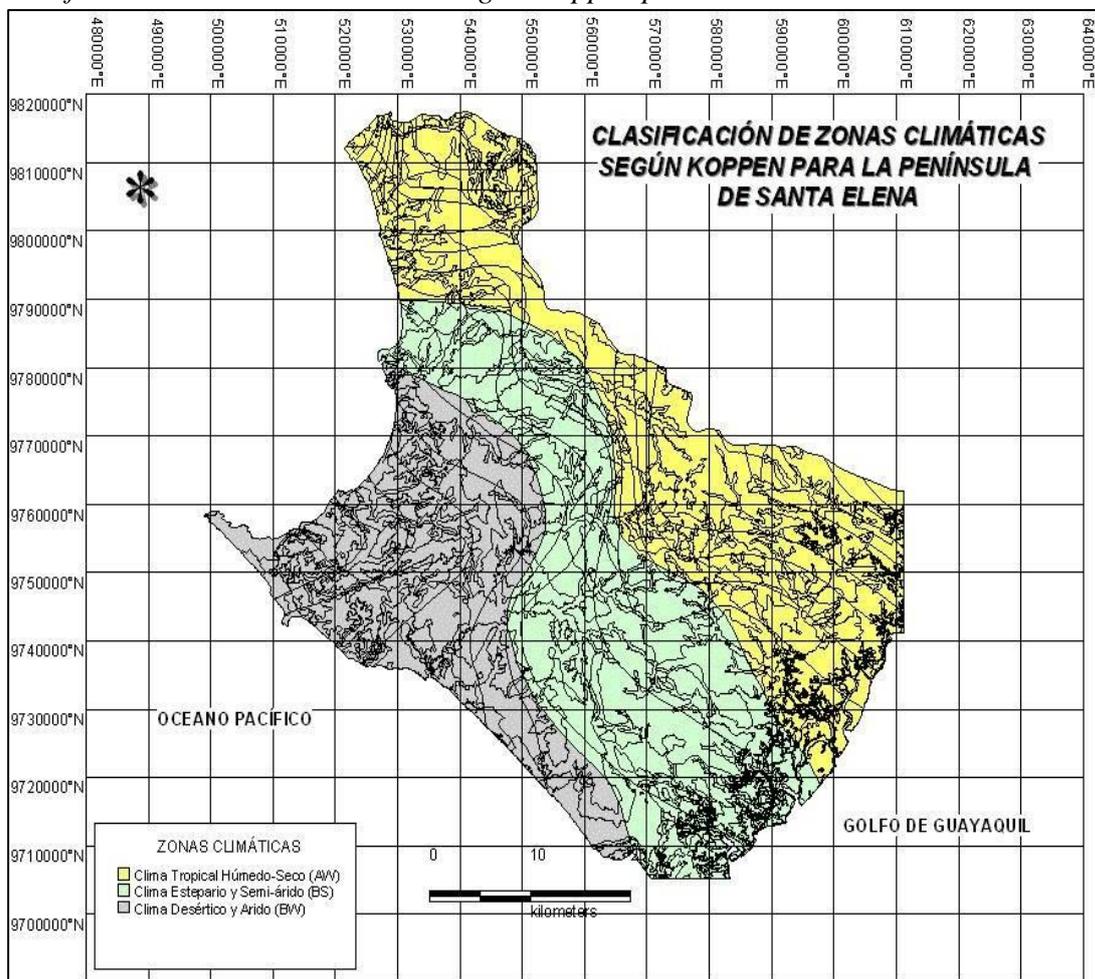
Otro de los aspectos a destacar es que el GAD parroquial de Colonche llevo a cabo un estudio donde se menciona que la clasificación de las zonas climáticas de acuerdo al

autor, Köppen (2020), éste considera tres zonas climáticas, tal como se muestra en el Gráfico 17, las cuales se mencionan a continuación:

- Clima tropical húmedo (Af), en la cordillera Chongón Colonche. (Köppen, 2020),
- Clima tropical seco (B), localizado en la faja costera.
- Clima tropical sabana (Aw), que cubre la mayor parte de la provincia, en la parte baja y los valles.

Gráfico 17.

Clasificación de Zonas Climáticas según Köppen para la Península de Santa Elena.



NOTA: Tomado y Adaptado de (GAD Colonche, 2022)

Se evidencia que en la actualidad no existen precipitaciones fluviales en todas las cuencas de la península de Sant Elena, lo que pone en riesgo los cultivos de ciclo corto, las diferentes plantaciones frutales, maderables, ornamentales y de toda índole, además

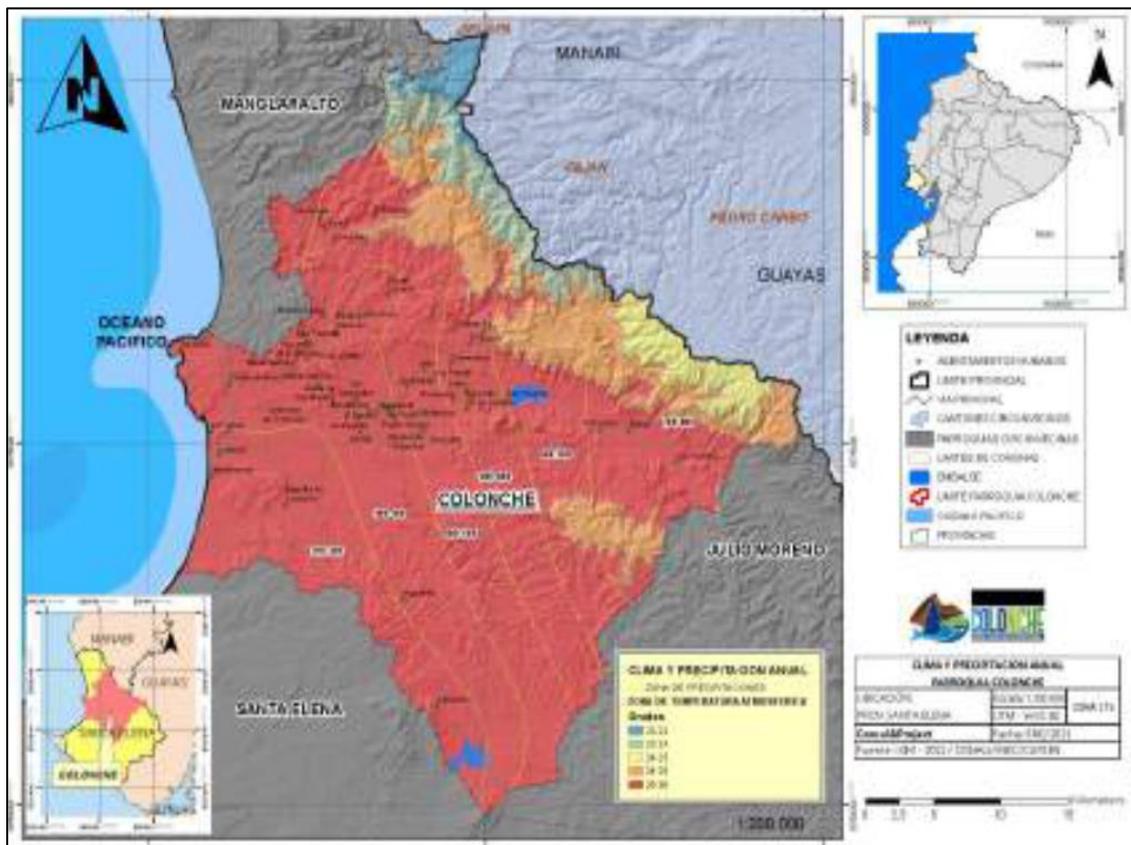
de la cría de animales, pues el agua escasea y es difícil sostener a diario esta situación, lo que constituye un grave problema que afecta a la cotidianidad de las actividades que realiza el ser humano y que afecta a todo su entorno. (GAD Colonche, 2022)

4.1.4. Temperatura

En la provincia de Santa Elena, la temporada cálida comprende los meses de enero a abril, con una máxima promedio diario de 26° C; el mes de marzo es el más caluroso del año, la temperatura máxima promedio es de 28° C y una mínima promedio de 24° C. (GAD Colonche, 2022) La temporada fresca, inicia en el mes de junio y finaliza en noviembre, con una máxima promedio de 22° C, cabe indicar que la temperatura en el mes de agosto desciende hasta los 17°C. En la parroquia Colonche, la temperatura predominante varía de 24 a 26° C, y disminuye en relación al relieve, es así que en las zonas más altas de la Cordillera Chongón Colonche la temperatura llega a 22° C. (pág. 108).

Gráfico 18.

Tipo de clima y precipitación media anual en la península de Santa Elena



NOTA: Tomado y Adaptado de (GAD Colonche, 2022)

4.1.5. Hidrología

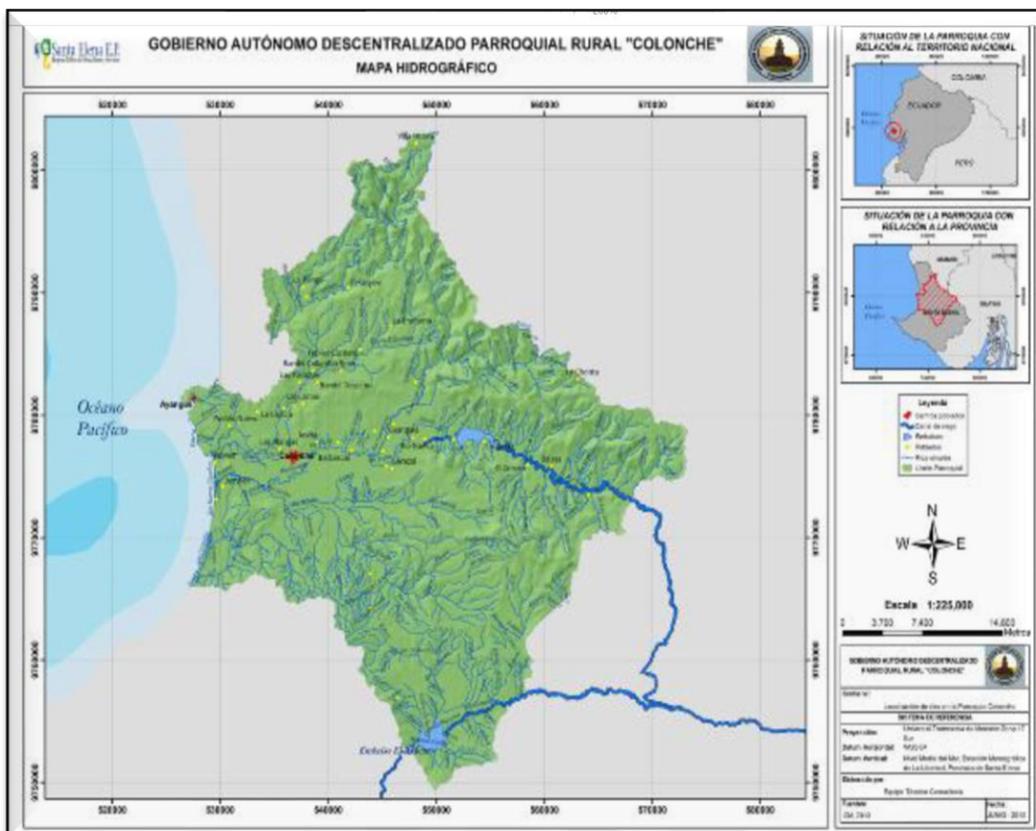
La hidrología de la parroquia Colonche está constituida por las cuencas de los ríos Valdivia, Febres Cordero, Javita, y Zapotal. Estas cuencas son superficies naturales que captan agua proveniente de la lluvia formando un cauce principal; son consideradas también como una unidad fisiográfica conformada por sistemas de vertientes de agua definidos por su topografía. (Cárdenas, 2020)

Para el ordenamiento y manejo de una cuenca, es preciso dividirla en:

- Subcuenca: es el área que drena directamente al cauce principal de la cuenca hidrográfica; es decir, son los ríos secundarios que desahogan en el río principal. (pág. 51)
- Microcuenca: es el área donde se recoge el agua que alimenta al cauce principal de la subcuenca; son los afluentes a los ríos secundarios (quebradas, riachuelos) que desembocan y alimentan a los ríos secundarios. (pág. 55)

Gráfico 19.

Hidrología de la parroquia Colonche



NOTA: Tomado y Adaptado de (GAD Colonche, 2022)

Así también, la cuenca se divide en tres zonas:

- Cuenca alta: corresponde generalmente a las áreas montañosas o cabeceras de los cerros, limitadas en su parte superior por los divisores de aguas.
- Cuenca media: donde se juntan las aguas recogidas en las partes altas y en donde el río principal mantiene un cauce definido.
- Cuenca baja: donde el río desemboca a ríos mayores o a zonas bajas tales como estuarios y humedales.

Las unidades hidrográficas de la parroquia Colonche, tomando como base la división de cuencas y subcuencas realizadas por MAGAP y CLIRSEN; y GADPSE, 2020, se distribuyen de la siguiente manera:

Tabla 13.

Unidades hidrográficas de la parroquia Colonche, 2024

CUENCA	RÍO / ESTERO	LONGITUD / KM.
	Estero Dos Ríos	11,4
	Río California	18,3
Río Valdivia	Río Valdivia	21,3
	Estero El Sasal	16,2
	Estero Cadecito	5,3
	Río Javita	26,5
	Río de la Tapada	16,6
	Estero Los Mangos	8,6
	Río Matapalo	8,9
Río Javita	Estero Juan María	6,2
	Río Hondo	32,2
	Río de los Quemados	6,9
	Río Manantial Seco	10,2
	Río Usa	9,5
	Río de las Varas	18,1

	Estero Las Cañitas	7,7
	Río Las Negras	27,8
	Río Las Cañas	9,5
	Estero Barbasco	14,6
	Río La Camarona	22,3
	Estero Agua Blanca	10,5
	Río Salanguillo	15,1
	Río Nuevo	13,8
	Río Las Balsas	29,2
	Río Cansatoro	11
	Río Salado	17,6
	Río La Naranja	13,7
	<hr/>	
	Río Panamá	8,3
Río Zapotal	Río Carrizal	18,2
	Río de las Cañas	10,3
	Río Seco	12,3
	<hr/>	
	Estero Fernán Sánchez	10,2
	Río Viejo	7,5
Febres Cordero	Estero Zapote	14,3
	Río Grande	28,2
	Estero El Espingo	12,7
	Estero Manuel Chale	19,8
	Río de los Reyes	14

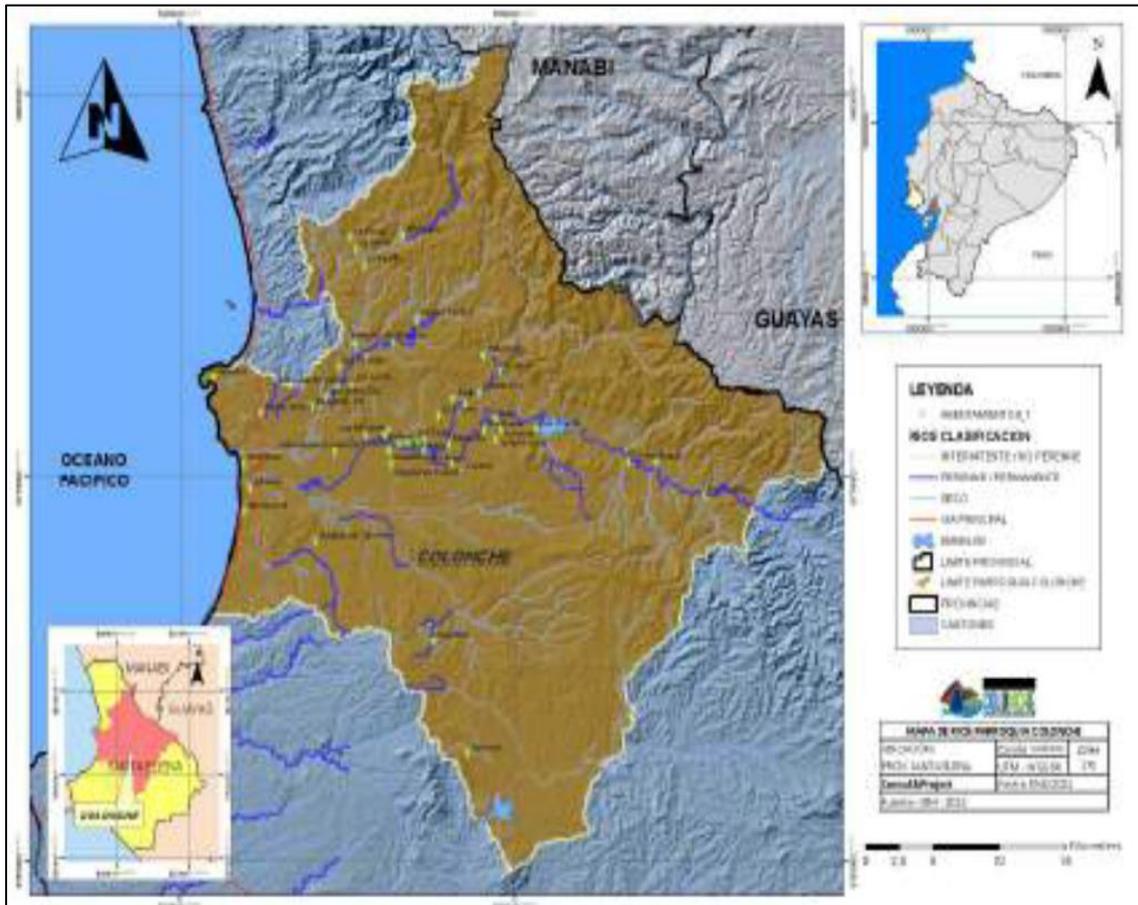
NOTA: Tomado y Adaptado de (GAD Colonche, 2022)

Los ríos que forman parte de la cuenca hidrográfica de la parroquia Colonche generalmente son del tipo intermitente o no perenne, debido a que se componen de ríos que fluyen sólo a lo largo de la temporada de lluvias; es decir, que estos no tienen un flujo constante durante todo el año, en ocasiones el flujo de la corriente disminuye su curso y se secan. Se hallan en áreas con climas áridos donde la evaporación tiende a ser mayor

que la precipitación. Para mejor ilustración, se presenta la cartografía de ríos de la parroquia Colonche. (GAD Colonche, 2022)

Gráfico 20.

Ríos de la parroquia Colonche



NOTA: Tomado y Adaptado de (GAD Colonche, 2022)

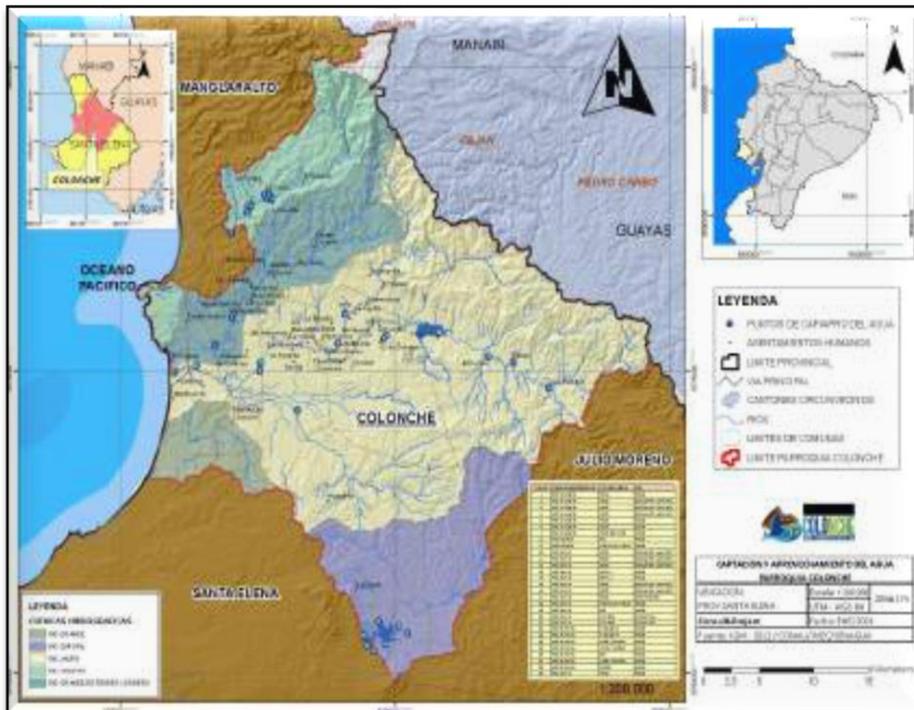
4.2. ANALISIS DE RESULTADOS DEL OE2: ELABORAR UN MODELO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RIO SAN VICENTE EN BASE DE TOPOGRAFÍA E IMÁGENES SATELITALES.

4.2.1. Ubicación geográfica

La cuenca hidrográfica de San Vicente constituye un sector de la zona costera de la península de Santa Elena, emplazada en el cantón del mismo nombre, la cual limita al norte con la cuenca del Río Javita, con el estuario guayasense y el golfo de Guayaquil al sur y este respectivamente, al oeste con la comunidad de San Vicente, la misma que cuenta con un área aproximada de 5600 km² (Aguirre, 2021).

Gráfico 21.

Ubicación geográfica



NOTA: Tomado y Adaptado de (GAD Colonche, 2022)

4.2.2. Geomorfología

San Vicente presenta una superficie irregular con elevaciones máximas de 355 m. y mínimas de 55 msnm., debido al sistema montañoso de la cordillera Chongón - Colonche, y otras elevaciones de menor pendiente, con una disminución abrupta de la topografía, hacia el embalse San Vicente, tal como se muestra en el Grafico 22.

Gráfico 22.

Embalse San Vicente



NOTA. Imagen tomada en el sitio de estudio por Cárdenas López Ricardo Antonio

4.2.3. Cuencas hidrográficas

Las principales cuencas de la provincia de Santa Elena son: Ayampe, en los límites con Manabí; San José, Olón, Manglaralto, Culebra, Cadeate, Caridad; Simón Bolívar, La Ponga, Valdivia; California Hernán Sánchez, Zapote; Grande (San Pablo); Viejo, Hondo; Salado; La Seca, Zapotal; Tugaduaja; Engunga, afluentes principales de esta cuenca que abastece de agua consumible a las comunas de Santa Elena y sitios aledaños. (García G., 2022).

4.2.4. Traslase Chongón – Colonche.

Es necesario recalcar que el embalse, recibe suministro de agua del Traslase Chongón, porque los afluentes de los ríos que la abastecen son de poca profundidad y trayecto originados en la cordillera Chongón Colonche y que desembocan en el Océano Pacífico. (Balladares, 2023)

4.2.5. Marco Geológico

Geológicamente el embalse de San Vicente, posee una sedimentación acentuada que se extiende hasta la plataforma continental del golfo de Guayaquil, dentro del territorio yacen dieciséis unidades geológicas pertenecientes a tres períodos, las formaciones más jóvenes de período cuaternario edad Pleistocénica y Holocénica las cuales son distribuidos a lo largo de todo el territorio, con depósitos aluviales litología predominante en la zona del embalse, constituida por arcillas, limos con intercalaciones de arenas de grano fino. (Balladares, 2023)

4.2.6. Estructuras Geológicas

La cuenca del embalse esta tectónicamente condicionada por actividad micro sísmica y la falla Chanduy paralela a las costas del golfo de Guayaquil. (Eguez, 2019), las cuales inciden directamente en la secuencia de tres terrazas escalonadas y falladas que presenta la zona, donde se materializa el levantamiento costero en el que se encuentra también sometida, alcanzan elevaciones de 15,35 y 80m bajo un régimen de levantamiento de entre 0.07 y 0.10mm/año. (Saaavedra, 2019)

4.2.7. Hidrogeología

Las cuencas de la península de Santa Elena, tienen los sinclinales de Progreso y San Antonio, los cuales actúan como trampas que retienen los sedimentos que se producen evitando su paso aguas abajo, la parte de la cuenca baja está altamente fallada, compuesta por litologías como lutitas, arenas y arcillas, al este donde existen precipitaciones más altas, como variable de pluviosidad, evapotranspiración elevada y litologías no favorables, no existe potencial de grandes acumulaciones de volúmenes de agua, lo que genera déficit en las cuencas de la península de Santa Elena. (Balladares, 2023).

4.2.8. Meteorología

Las condiciones climáticas presentes en el área del embalse San Vicente, se ve condicionada por las corrientes de Humboldt (fría) y El Niño (cálida), y la concurrencia intertropical de la zona, lo que provoca temperaturas que oscilan entre 24° C a 30° C con precipitaciones ascendentes, es decir en la puntilla de Santa Elena se dan lluvias que acumulan menos de 200 mm/año y hacia el este suben llegando a 500 mm, debido al sistema montañoso de la cordillera Chongón Colonche, lo cual se debería aprovechar. (Duque Sarango, 2019)

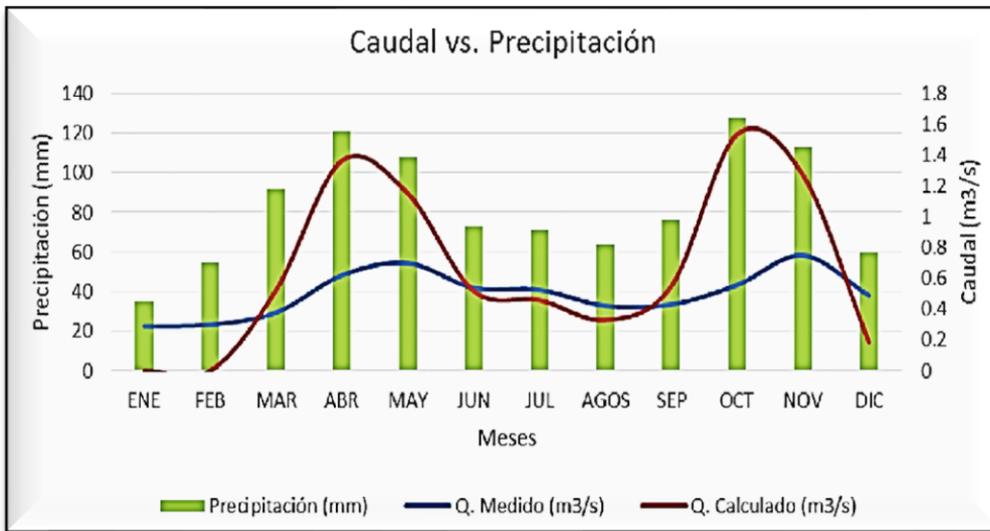
4.2.9. Erosión Costera

En cuanto a la erosión de esta área se encuentra en gran relación con el levantamiento costero moderado siendo este un margen estable, es decir tiene la capacidad de reocupación de las costas durante los períodos interglaciares, lo que permite mantener en algunas estaciones climáticas un clima templado, o frío, de acuerdo a las circunstancias. (Bulti, 2020).

A continuación, en el Grafico 23, se presentan el registro de la precipitación vs. Caudal calculado (medido en la cuenca), durante el año 2021, estudio realizado por el GAD parroquial de Colonche como una de las acciones llevadas a cabo durante el periodo 2021 – 2025, lo que le permite conocer su territorio, cuáles son las ventajas y desventajas que se posee y las características propias del medio ambiente y suelos, para la agricultura. (Quinteros Gómez, 2024)

Gráfico 23.

Relación entre Precipitación (mm), Balance hídrico y Caudal disponible en la cuenca del embalse.



NOTA: Tomado y Adaptado de (GAD Colonche, 2022)

Como resultado de las estimaciones realizadas, se establece que el volumen de agua que llega al embalse como producto de la precipitación y que es factible de uso en promedio anual es de 15.823.671 m³. El excedente generado como resultado de la escorrentía directa y el volumen calculado en el balance hídrico, corresponde a la infiltración y las abstracciones por actividad humana, este valor corresponde a 5.010.176 m³. (GAD Colonche, 2022)

4.2.10. Estimación de la infiltración en la cuenca del Embalse

Como resultado del balance hídrico en la cuenca y el análisis del registro del caudal a la entrada de la cuenca, se estableció que en la cuenca se presentaba recarga del subsuelo con un valor de 95.57mm al año (para toda la cuenca). Este valor es obtenido, del cálculo entre la cantidad de escorrentía directa generada como excedente del balance hídrico y la diferencia con el registro promedio a la entrada del embalse. (GAD Colonche, 2022)

Es de mencionar que estos valores registrados durante el 2021, contrastan con la realidad existente en la actualidad debido a una serie de factores climático que inciden de manera directa con la acumulación de reservas de agua en todos los embalses del Ecuador, lo que provoca la crisis energética actual (octubre – noviembre 2024), sin visos de solución por la escasez de lluvias. Además, esta crisis se la preveía desde hace algunos

años atrás, pero no se tomaron las previsiones del caso para mitigar sus efectos, la que repercute en la vida del ser humano, de los ecosistemas, y para el sector agrícola. (INAMHI I. N., 2024).

Gráfico 24.

Embalse San Vicente, 2024



NOTA. Imagen tomada en el sitio de estudio por Cárdenas López Ricardo Antonio

La construcción de la presa San Vicente y de las Centrales hidroeléctricas fueron construidas en sitios considerados estratégicos, previo una serie de estudios que incluyó: análisis de suelo, clima, temperatura, y de otros factores para lograr la optimización de los recursos, pero el cambio climático, han causado una serie de afectaciones que devastaciones que hoy se evidencian.

En la actualidad la presa San Vicente muestra un caudal de agua del 25% de su volumen máximo operativo, pero, estos recursos son administrados de manera incontrolada, lo cual impide que el recurso llegue a todas las comunidades circundantes, afectando de manera directa a las actividades de agricultura, ganadería, y para el consumo humano y de otros usos.

4.2.11. Análisis del cumplimiento del Objetivo Específico Dos (OE2)

Establecer un modelo hidrológico a futuro para la cuenca del río San Vicente en base a la topografía e imágenes satelitales, con el objetivo de evidenciar cómo el cambio

climático ha influido de manera directa y con efectos graves tanto en el presente como en el futuro, en las actividades económicas y sociales de las poblaciones cercanas a la cuenca del río San Vicente.

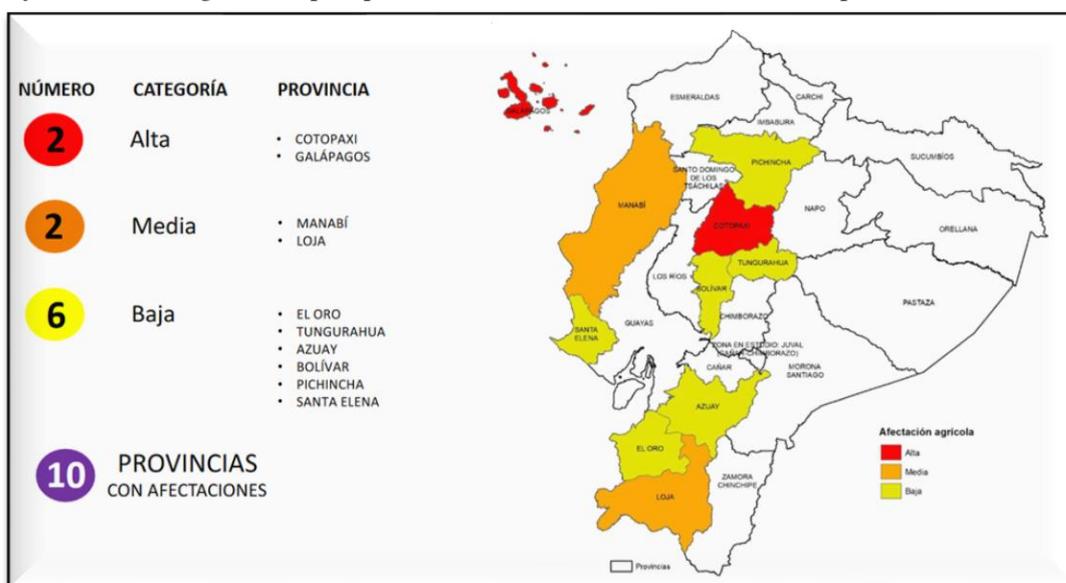
El GAD parroquial de Colonche, donde pertenece el recinto San Vicente, llevó a cabo un estudio de sus principales cuencas, las cuales sugieren que lo primordial sería establecer un nuevo embalse en sectores con mayor afluencia, donde se aproveche el sistema montañoso de la cordillera Chongón Colonche, hacia el norte, límite con Manabí, a fin de aprovechar las condiciones climáticas favorables en esos sectores, pero se necesita de una inversión económica muy grande, la cual están analizando y proponerla como una prioridad para el 2025. (Cacao Cuvi, 2024)

4.3. ANALISIS DE RESULTADOS DEL OE3: EVALUAR CÓMO LOS CAMBIOS EN EL RÉGIMEN HIDROLÓGICO PODRÍAN AFECTAR DIVERSOS USOS DEL AGUA EN LA CUENCA, COMO EL ABASTECIMIENTO URBANO, LA AGRICULTURA Y LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS.

De acuerdo a los datos recopilados, se evidencia la gran afectación que provoca a los cambios en el régimen hidrológico que afectan diversos usos del agua en la cuenca, como el abastecimiento urbano, la agricultura y los ecosistemas acuáticos, los cuales se los analiza de la siguiente manera:

Gráfico 25.

Afectaciones Agrícolas por provincia del 01 de enero al 21 de septiembre de 2024



NOTA: Tomado y Adaptado de (Ministerio del Medio Ambiente, 2024)

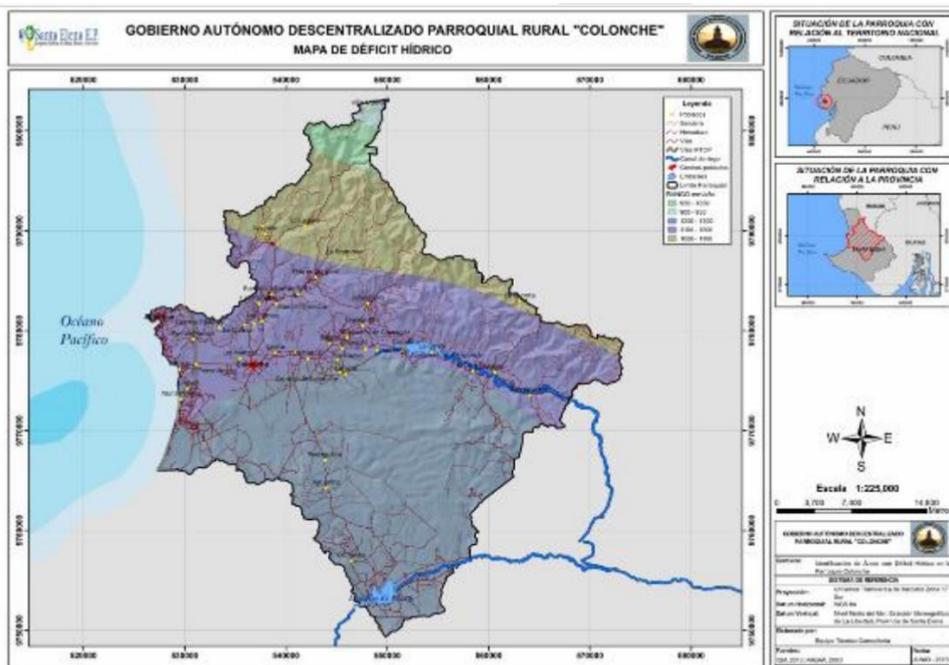
De acuerdo a este Gráfico 25, se evidencia que en la actualidad la península de Santa Elena presenta Afectaciones Agrícolas, con un nivel bajo, de acuerdo a datos proporcionados por el Ministerio de Medio Ambiente y que son corroborados por el estudio llevado a cabo por el GAD parroquial de Colonche 2024.

Otra de la problemática que ha ocasionado el cambio climático en nuestro país, especialmente en la península de Santa Elena, específicamente en la Cuenca del río San Vicente es que existe un déficit hídrico, lo que genera una multiplicidad de problemas difíciles de afrontar, que requieren de la aplicación de estrategias que conlleva a poner en práctica los racionamientos de este recurso muy importante en la vida de los ecosistemas, de la agricultura, ganadería, consumo humano, etc.

Pero, este panorama que se vive ahora, los organismos internacionales que están al tanto de las variaciones climáticas y de los fenómenos atmosféricos, habían pronosticado que se presentaría en algún momento, que había que proteger la capa de ozono, tomar medidas sobre el efecto invernadero y otras medidas para proteger las emisiones de gases tóxicos que producen las grandes industrias, en su afán de obtener mayores recursos económicos, debido a la producción industrial y tecnológica; lo cual se hizo caso omiso y estas son las consecuencias. (GAD Colonche, 2022)

Gráfico 26.

Déficit Hídrico de la zona de estudio



NOTA: Tomado y Adaptado de (GAD Colonche, 2022)

Esta situación de racionamiento del agua en el sector de la parroquia Colonche y de sus comunas y recintos, puso en riesgo los cultivos de ciclo corto, por lo que los agricultores tuvieron que aplicar medidas extremas para salvaguardar la producción y crear pozos, cisternas, tanques, para aprovisionarse de agua cuando se abrieran las compuertas del embalse y así disponer para los regios de las plantas o de dar de beber agua al ganado.

4.3.1. Infraestructuras hidráulicas en la península de Santa Elena

Cabe destacar que, además del embalse San Vicente, existen en la península de Santa Elena la Presa del Azúcar, Presa Chongón, y el Sistema del Canal Chongón Sube y Baja, (Ver Tabla 14), las cuales cumplen un papel importante en cada uno de los sitios donde fueron construida, pensando siempre en la distribución equitativa de los recursos y su manejo de manera proporcional.

Estas infraestructuras hidráulicas que intervienen y/o que son participes activas del desarrollo y crecimiento de la población porque mantienen “vivos” los campos, dotándoles de agua para los diversos cultivos, tanto de ciclo corto como de plantaciones que requieren de un largo proceso de maduración, entre las cuales se mencionan las siguientes:

Tabla 14.

Infraestructura Hidráulica de la Península de Santa Elena.

Infraestructura Hidráulica	Ubicación	DATOS		Observaciones
PRESA AZÚCAR	70 km al Oeste de Guayaquil, en el recinto Azúcar, Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena	Coordenadas	N 9°752.414 / 547.586 E	Diseñada entre 1964 y 1965 y construida en los años 1966 y 1967 por la Caja Nacional de Riego, posteriormente INERHI, incrementada su altura por la ex - CEDEGE en 1998
		Área de la cuenca	390 Km ²	
		Longitud de la presa	265 metros	
		Cota del vertedor de servicio	45 metros	
		Longitud del vertedor de servicio	16 metros	
		Cota del vertedor de emergencia	45.5 metros	
		Cota de la Solera de la Toma		
		Volumen máximo normal	53.8 HM ³	
Superficie máxima normal del embalse	14.0 Km ²			

		Coordenadas	N 9°778.400, 552.000 E	
		Área de la cuenca	355 Km ²	
	75 Km al Noroeste de Guayaquil, en el recinto San Vicente de la Parroquia Colonche, cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena	Longitud de la presa	1600 metros	
		Altura máxima de la cuenca	400 metros	Fue construida parcialmente en 1977 por el ex – INERHI y concluida en diciembre del 2002 por la ex - CEDEGE
PRESA SAN VICENTE		Longitud del vertedor de servicio	59.21 metros	
		Cota de la corona	62.4 metros	
		Cota de la Solera de la Toma	42 metros	
		Nivel máximo de operación:	57.5 metros	
		Cota de la cresta:	57.5 metros	
		Volumen máximo normal	42 HM ³	
		Superficie máxima normal del embalse	14.0 Km ²	
		Área de la cuenca	273 Km ²	
		Longitud de la presa	1350 metros	
		Cota del vertedor de servicio:	51 metros	
	25 Km. al oeste de Guayaquil	Longitud del vertedor de servicio:	45 metros	Fue construida en 1990
PRESA CHONGÓN		Cota de los dos vertedores de emergencia	53 metros	
		Cota de la solera del túnel de desagüe	20 metros	
		Volumen máximo normal	283 HM ³	
		Capacidad de bombeo(4 unidades):	9.2 m ³ /seg.	
		Cota inicio:	41 metros	
	El canal se origina en la estación de bombeo Chongón, embalse del mismo nombre	Cota final:	112.68 metros	Actualmente el sistema funciona en la primera etapa con dos bombas de 2,3 M ³ /seg.
SISTEMA CANAL CHONGÓN SUBE Y BAJA		Longitud de la conducción	2995 metros	
		Presión equipo de bombeo	80.4 metros	
		Potencia total (4unidades):	9.32 Mw	
		Diámetro de la tuberíade impulsión	1600 milímetros	
		Ubicación chimenea de equilibrio:	Absisa 0+820 Cota: 92 metros	

NOTA: Tomado y Adaptado de (GAD Colonche, 2022)

Es necesario destacar que Colonche y todas sus comunas, recintos, son importantes bastiones de la economía peninsular, lo que afecta en gran medida los

cambios climáticos que se suscitan en la región, produciendo escases de alimentos a quienes se abastecen de este sector.

Además, esto no ayuda en nada a que la población que emigró por situaciones de trabajo, regrese a cultivar los cambios, porque la afectación es sumamente elocuente y severa que no permite una solución a corto plazo y que requiera de la presencia de ellos en este sector agrícola, por lo tanto, se detalla los tipos de actividades se llevan a cabo en la zona de estudio.

Tabla 15.

Ganado existente en la zona de estudio, 2021

Rubro	Cultivo/Rubro	Colonche	Total de Cabezas (Incluido comunas y recintos)
	Ganado Bovino	8.698	15.108
	Ganado Caprino	3.200	7.800
Pecuario	Ganado Porcino	2.080	5.780
	Avícolas	10.690	19.200
	Total Animales	24.668	47.888

NOTA. Tomado y Adaptado de (GAD Colonche, 2022)

Estos datos corresponden al año 2021, que a criterio del presidente del GAD parroquial de Coloche, la situación se volvió sumamente crítica, disminuyendo estos valores en un 72,34%, en el 2024 y que sigue a la baja, porque no se visualiza una solución a corto o mediano plazo.

Es indudable que las afectaciones que se presentan y que están detalladas en documentos del GAD parroquial Colonche, son situaciones que las presentes autoridades seccionales se encuentran elaborando proyectos de mitigación para las zonas afectadas, las cuales se encuentran ya incluidas dentro del plan para el periodo 2025 – 2026, las mismas que serán presentadas a las autoridades cantonales y provinciales, a fin de lograr la implementación de estrategias que permitan mejorar la calidad de vida de las personas que viven en sectores circundantes. (GAD Colonche, 2022)

A continuación, se presentan las principales actividades que se dedican cada una de las comunas y recintos de la parroquia Colonche, las cuales se han visto afectadas por estas anomalías del cambio climático y sus efectos devastadores.

Tabla 16.

Producción presente en la parroquia

PARROQUIA	COMUNA	PRODUCTOS
	Aguadita	Cabras, ganado vacuno
	Ayangué	Pesca
	Bajadita de Colonche	Cabras
	Bambil Collao	Hortalizas, Sandía
	Bambil Deshecho	Hortalizas, Sandía
	Calicanto	Maíz
	Cereza Bellavista	Maíz, Sandía, ganado mayor
	Febres Cordero	Sandía, Hortalizas, Paja Toquilla
Colonche	Jambelí	Cerdos, cultivos de ciclo corto
	Las Balsas	Sandía, Hortalizas, ganado mayor
	Loma Alta	Hortalizas, Cítricos
	Manantial de Colonche	Hortalizas
	Manantial de Guangala	Hortalizas, ganado mayor
	Palmar	Pesca
	Río Seco	Hortalizas
	Salanguillo	Cebolla, sandía, tagua
	San Marcos	Cabras, Hortalizas

NOTA. Tomado y Adaptado de (GAD Colonche, 2022)

Todos los cultivos que se citan se producen en época de lluvias o cuando existe agua para su riego. Caso contrario no se producen debido a la gran escasez de agua que rodea actualmente a la parroquia. (GAD Colonche, 2022)

4.3.2. Análisis del cumplimiento del Objetivo Específico Tres (OE3)

Como se indica en las Tablas 17 (2015 -2023) el balance hídrico de la cuenca San Vicente, se observa cómo se incrementa el déficit hídrico, para lo cual se las presenta.

Tabla 17.

Balance hídrico de la cuenca San Vicente durante los años 2015- 2023

Años	Entrada de agua		Pérdida de agua			Salida de agua	
	Precipitación (mm)	Evapotranspiración (mm)	Humedad (mm)	Infiltración (mm)	Escorrentía (mm)	Balance hídrico	Déficit o exceso
2015	232.13	292.61	770.39	40.86	191.97	232.13	1295.83
2019	491.95	352.90	709.23	79.41	115.56	491.95	1257.10
2023	458.28	336.00	694.61	19.06	89.47	458.28	1139.14
Total	1182.36	981.51	2174.23	139.33	397.00	1182.36	3692.07

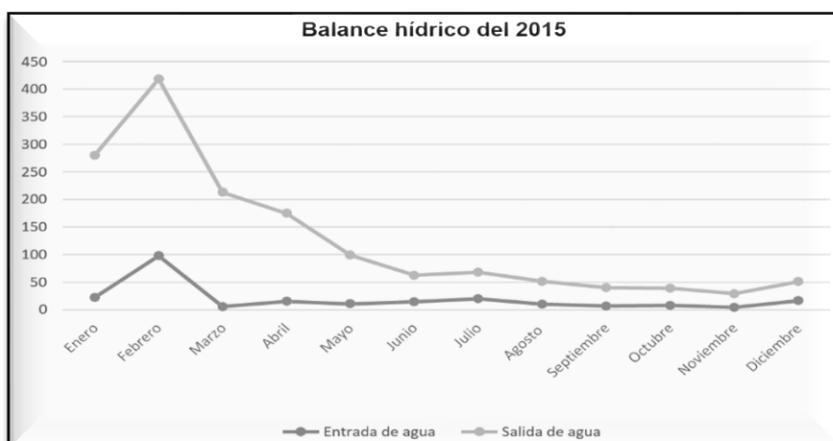
NOTA. Tomado y Adaptado del (IGM, 2023)

Como se indica en la Tabla 17 el balance hídrico de la cuenca del embalse San Vicente desde el año 2015, presenta un déficit hídrico, que se mantiene en la actualidad, pero los datos obtenidos del Ministerio del Ambiente, del INAMHI, solo se dispone de información hasta el año 2023, tal como se menciona en esta Tabla, y que, con el cambio climático existente estos valores se deben de haber incrementado sustancialmente, porque el nivel del embalse se encuentra en niveles críticos.

En el Gráfico 27 se pueden observar las curvas de entrada y salida de agua existente en la cuenca del embalse San Vicente en el año 2015

Gráfico 27.

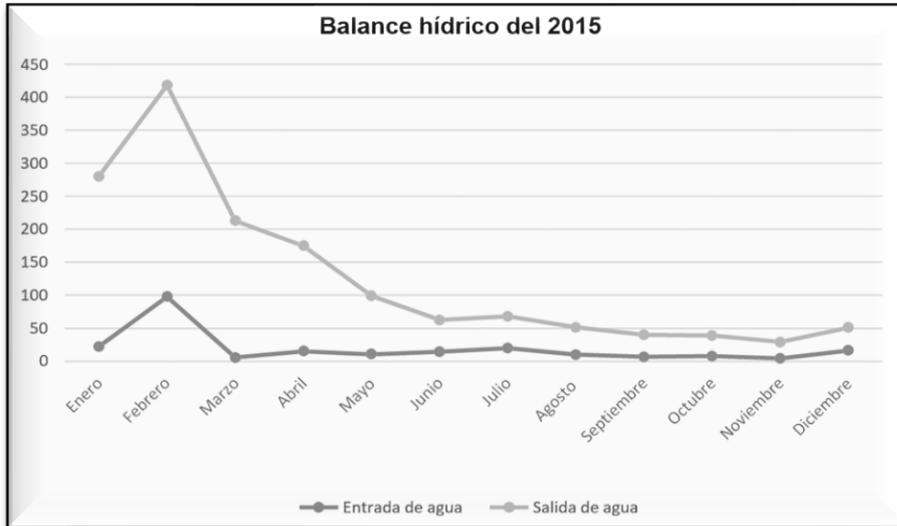
Balance hídrico del 2015



NOTA. Tomado y Adaptado del (IGM, 2023)

Gráfico 28.

Balance hídrico del 2019

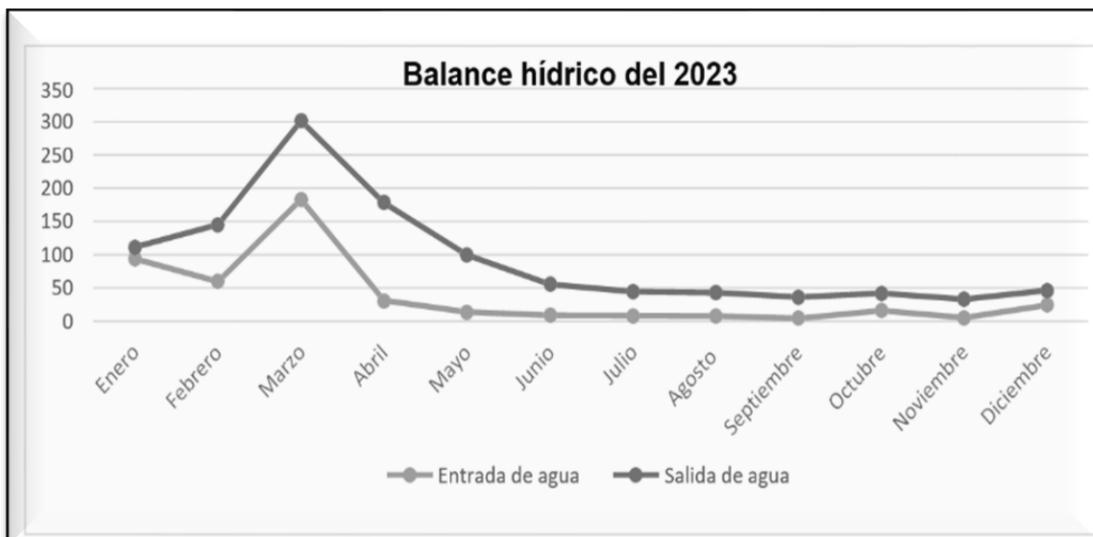


NOTA. Tomado y Adaptado del (IGM, 2023)

Es importante mencionar que el problema en este año es durante los meses de junio a diciembre, lo cual se disminuye en la época de lluvia, pero en ocasiones existe más salida de agua que, de entrada, debido a que los caudales que se recauda durante este periodo no es el indicado y se tiene que racionar en su momento.

Gráfico 29.

Balance hídrico del 2023



NOTA. Tomado y Adaptado del (IGM, 2023)

Analizando los datos de la Tabla 17, el déficit en el año 2015 fue de 1295.83mm, en el 2019 descendió a 1257.10mm, pero en el 2023 fue de 1139.14mm, pero no se obtuvo datos sobre el presente año, lo que complica establecer comparación de valores con los años anteriores, pero se deduce que debido a la crisis del impacto del cambio climático y a las evidencias fotográficas que se posee, es claro mencionar que el uso del agua recaudado en el embalse debe ser distribuido de forma equitativa y responsable para los fines que contribuyan a mejorar la calidad de vida de los habitantes de las comunidades afectadas.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Se concluye que no se dispone de una base de datos actualizada sobre las principales cuencas de la provincia de Santa Elena, lo que impide conocer su estado actual, los niveles de agua disponibles y los impactos del cambio climático sobre aspectos topográficos, climatológicos e hidrológicos, así como su efecto en las actividades cotidianas de la población.

Desde el año 2015, se ha registrado un déficit hídrico en el embalse San Vicente (ver Tabla 17), el cual ha ido empeorando progresivamente a lo largo de los años, alcanzando niveles críticos debido al impacto del cambio climático. Este déficit ha afectado gravemente el abastecimiento de agua a los habitantes de las comunas, interrumpiendo los procesos y actividades en los sectores agrícolas y agropecuarios.

La cuenca del embalse San Vicente ha sido gestionada de manera inapropiada, sin una planificación adecuada para la distribución del agua, lo que ha provocado una disminución progresiva de los caudales disponibles. Esta tendencia queda reflejada en el Gráfico 23, que muestra la relación entre la precipitación (mm), el balance hídrico y el caudal disponible en la cuenca del embalse, así como en los Gráficos 27, 28 y 29 (Anexo 2) y en las evidencias fotográficas disponibles. Además, los estudios realizados por el GAD parroquial de Colonche están enfocados en buscar alternativas para mitigar esta problemática.

5.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda la creación de una base de datos independiente, con el objetivo de identificar las principales afectaciones que impactan al embalse San Vicente. Esta base de datos debe funcionar de manera autónoma respecto a los organismos estatales como el IGM, INAMHI y el Ministerio del Ambiente, y debe estar disponible para quienes la necesiten. Su propósito es facilitar el trabajo de investigación de estudiantes universitarios y entidades seccionales relacionadas con la topografía, climatología e hidrología de la provincia. Esto contribuirá a mejorar el conocimiento y la comprensión de la problemática que se está investigando.

Se propone incrementar y optimizar la capacidad operativa de las estaciones meteorológicas, incorporando tecnología avanzada, con el fin de desarrollar modelos hidrológicos no solo para la cuenca del río San Vicente, utilizando topografía e imágenes satelitales, sino también para todas las cuencas de la provincia de Santa Elena. Este proceso debe llevarse a cabo a través del Instituto Geográfico Militar (IGM), el INAMHI y el Ministerio del Ambiente, con el objetivo de obtener datos precisos y actualizados que respalden la investigación académica continua y mejoren la gestión de los recursos hídricos en la región.

Implementar acciones dentro de la gestión de la cuenca del río San Vicente con el objetivo de modernizar y optimizar el abastecimiento de agua para las comunidades cercanas, a través de un cronograma de trabajo estructurado. Esto permitirá mejorar la operatividad del sistema de manera eficiente, favoreciendo la recuperación de los caudales de agua. Además, se debe promover una política de distribución equitativa de los recursos hídricos, que garantice la sostenibilidad a largo plazo y el manejo adecuado del embalse, asegurando su preservación y el bienestar de las comunidades dependientes.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguirre, T. (2021). *Descripción de la zona de estudio de las cuenas hidrográficas*. Quito, Ecuador.
- Aliou, A., Dzikunoo, E., & Yidana, S. (2022). Investigation of Geophysical Signatures for Successful Exploration of Groundwater in Highly Indurated Sedimentary Basins. *A Look at the Nasia*. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/s11053-022-10125-9>
- Alvarez Garreton, C., Mendoza, P., Boisier, J., & Addor, N. (2018). The CAMELS-CL dataset: catchment attributes and meteorology for large sample studies-Chile dataset. *Hydrology and Earth System Sciences*, 83.
- Álvarez, J. (2018). *Análisis de la disponibilidad de agua superficial ante distintos escenarios de oferta y demanda en la Cuenca del Río San Antonio, Provincia de Córdoba*. Córdoba, Argentina: Universidad Nacional de Córdoba.
- Amendaño, E. (2018). *Propuesta de gestión del recurso hídrico de la vertiente La Merced para el desarrollo sostenible, provincia de Pichincha, cantón Mejía, parroquia Cutuglagua*. Quito, Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Armenta, S., Villa, V., & ácome, H. (2016). *Proyecciones Climáticas de Precipitación y Temperatura para Ecuador, bajo distintos escenarios de Cambio Climático*. Quito, Ecuador.
- Balladares, J. (2023). *La cordillera Chongón - Colonche y su importancia en el sistema hidrológico de la península de Santa Elena*. Quito, Ecuador.
- Betancur Vargas, T., García Giraldo, D., Vélez Duque, A., & Gómez, A. (2024). Estado actual del cambio climático en el mundo. *Pacto Mundial: Red Española*. Obtenido de <https://www.pactomundial.org/noticia/cual-es-el-estado-actual-del-cambio-climatico-en-el-mundo/>
- Borrero, A. (2020). *MANEJO INTEGRAL DE CUENCAS ANDINAS. El cuidado v. Cuenca*, Ecuador.

- Bulti, D. (2020). A review of flood modeling methods for urban pluvial flood application. *Modeling Earth Systems and Environment*, 6(3), 1293–1302., 512. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/s40808-020-00803-z>
- Cáceres, S. (2021). Comité Nacional sobre el Clima y el Ministerio del Ambiente. *Cambio Climático. Ecuador*, 108.
- Cárdenas, M. (2020). Modelación de base de la distribución temporal de un evento de lluvia intensa ocurrido sobre un área de suelo en la Quebrada de Cunduana, Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*, 51. Obtenido de www.eumed.net/rev/caribe/2018/11/distribucion-temporal-lluvia.htm
- Change, A. C. (2014). *AR5 Climate Change*. Obtenido de <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>
- CLICOM. (14 de septiembre de 2016). *Base de Datos Climatológica Nacional. Servicio Meteorológico Nacional a través del CICESE*. Obtenido de <http://clicom-mex.cicese.mx/>.
- Dávila Ojeda, K. (2020). Dramática situación en el Río Mataquito: Caudal llegó al 0,4 por ciento. *Cooperativa*, 37. Obtenido de <https://www.cooperativa.cl/noticias/pais/region-del-maule/dramatica-situacion-en-el-rio-mataquito-caudal-llego-al-0-4-por-ciento/2020-01-11/124601.html>
- Dávila, R., & Velázquez, D. (2017). Evaluation of climate change impact as a tool for sustainable development: A case study of a Mexican basin. En Leal-Filho W., Noyola-Cherpitel R., Medellín-Milán P. & Ruiz-Vargas V. (Eds.), Sustainable development research and practice in Mexico and selec. *International Publishing*, 327-337, 211. Obtenido de https://doi.org/10.1007/978-3-319-70560-6_21 [Links]
- Duque Sarango, P. (2019). Evaluación del Sistema de Modelamiento Hidrológico HEC-HMS para la Simulación Hidrológica de una Microcuenca Andina Tropic. *Información Tecnológica*, 30(6), 351–362, 64. Obtenido de http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642019000600351&nrm=iso

- Durán Chandía, F. (2019). *Influencia de la resolución temporal de las forzantes meteorológicas en la modelación de cuencas andinas de la Región de Coquimbo mediante el modelo hidrológico VIC*. Santiago de Chile: Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile.
- Eguez, M. (2019). *Fallas tectónicas a lo largo del sistema hidrológico de la península de Santa Elena*. Quito, Ecuador.
- Encalada, A. (2019). Documento de Sistematización sobre la Ecología de la Cuenca del. *Fundación Natura/Programa Global Water for Sustainability (GLOWe Field Museum of Natural History*.
- Fernández, S. (17 de julio de 2021). *Validación de simulaciones de tormentas en el Sector Superior de la Cuenca Alta del Río Sauce Grande (Argentina)*. 30(1). Obtenido de <https://doi.org/10.52292/j.rug.2021.30.1.0016>: <https://doi.org/10.52292/j.rug.2021.30.1.0016>
- Figuroa Leiva, R. (2018). *Efectos del Cambio Climático en la Disponibilidad de Recursos Hídricos a Nivel de Cuenca—Implementación de un Modelo Integrado a Nivel Superficial y Subterráneo*. Chile: Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile.
- GAD Colonche. (2022). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2019 - 2025*. Colomche, Santa Elena, Ecuador.
- García Ramírez, Y. (2021). Guía para la elaboración de planes de tesis en Ingeniería Civil. *UTPL, Ed.; Primera*.
- García, D. (2018). *Factores de riesgo de la quebrada de Cuanduana sobre zonas de expansión urbanas de Riobamba*. Universidad Nacional de Chimborazo. Chimborazo, Ecuador.
- García, G. (2022). *Estudio hidrológico de las cuencas hidrologicas de la península de Santa Elena*. Santa Elena - Ecuador.
- Garzón, C. (28 de agosto de 2016). *Vista de Estado del arte de modelos hidrológicos*. Obtenido de <https://revistas.umariana.edu.co/index.php/BoletinInformativoCEI/article/view/1667/1692>.

- Guaman, G. (2020). *Modelación Hidrológico Con Hec-Hms y Rs-Minerve De La Cuenca Del Río Casacay-El Oro*. Machala, El Oro: Universidad Técnica de Machala.
- INAMHI. (2019). *Precipitación (mm) media mensual y anual Santa Elena, 2018*. Quito, Ecuador.
- INAMHI. (2021). *Cordillera Chongón Colonche: un punto caliente de diversidad para la conservación de mamíferos en el occidente de Ecuador*. Quito, Ecuador.
- INAMHI, I. N. (s.f.). Plan Estratégico INAMHI 2021 - 2025. *INAMHI*. Obtenido de <https://www.inamhi.gob.ec/>
- INEC, I. N. (2010). *Censo de población y vivienda*. Quito, Ecuador.
- IPCC, I. P. (2023). Cambio Climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Ginebra, Suiza. *Cambridge University Press*, 97.
- Jabardo, V. (2019). alibration of channel roughness in intermittent rivers using HEC-RAS model: case of Sarimsakli creek. *Turkey. SN Applied Sciences*, 1(9), 58. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/s42452-019-1141-9>
- Jácome, M. (2022). *Determinación de zonas urbanas vulnerables a inundaciones de la quebrada Cunduana mediante el uso de modelos hidrológicos e hidráulico*. Chimborazo, Ecuador: Universidad Nacional de Chimborazo.
- Köppen, L. (2020). *Zonas Climáticas* . Santa Elena, Ecuador: GAD parroquial de Colonche.
- Leal, A. (2021). *Ordenanza que norma el plan de gestión ambiental en el cantón San Miguel de Ibarra*. Ibarra, Ecuador.
- León, E. (2021). *Cambios en patrones de precipitación y temperatura en el Ecuador: Regiones sierra y oriente*. Quito, Ecuador.
- Loaiza, J. (2021). Desarrollo de modelos hidrológicos y modelación de procesos superficiales. *Gestión y Ambiente*, 14(3), 23–31, 28.
- Lozano, P. (2019). Estrategias para la conservación del ecosistema páramo en Pulinguí San Pablo y Chorrera Mirador, Ecuado. *Enfoque UTE*, 7(4), 55-70, 34.

- Márquez, C. (29 de marzo de 2016). *En Riobamba temen el colapso de una quebrada. El Comercio*. Obtenido de <https://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador/riobamba-colapso-quebrada-lluvias-delizamientos.htm>.
- Ministerio del Ambiente, d. E. (2021). *Proyecto de adaptación a los impactos del cambio climático en recursos hídricos en los Andes (AICCA)*. Quito, Ecuador.
- Ministerio del Ambiente, M. (2016). *Ecuador tiene políticas sobre el Cambio Climático*. Obtenido de <https://www.ambiente.gob.ec/ecuador-suscribe-acuerdo-de-paris>.
- Morante Gamarra, P. (2022). *Investigación científica: Diseños y niveles de investigación. Investigación descriptiva*.
- Neumann Mery, C. (2019). *Impacto de la desagregación a nivel horario de la precipitación proyectada por un modelo de circulación global, en los hidrogramas de crecida generados por el modelo hidrológico distribuido VIC, en dos cuencas de Chile Central sin influencia glaciaria*. Santiago de Chile: Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.
- NOAA. (2024). *Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica*. Obtenido de <https://www.noaa.gov/>.
- OMM, Organización Meteorológica Mundial, GWP, Asociación Mundial para el Agua. (2016). *Manual de indicadores e índices de sequía (M. Svoboda y B.A. Fuchs). Programa de gestión integrada de sequías, Serie 2 de herramientas y directrices para la gestión integrada de sequías*. Ginebra.
- Ortiz Arenas, A. (2017). *Planificación y gestión de los recursos hídricos: una revisión de la importancia de la variabilidad climática. Revista Logos, Ciencia & Tecnología, 9(1), 11*. Obtenido de <https://doi.org/10.22335/rlct.v9i1.401>
- Quinteros Gómez, Y. (17 de agosto de 2024). *Los ecosistemas tropicales*. Obtenido de https://www.researchgate.net/figure/Cordillera-Chongon-Colonche-and-the-studied-areas_fig1_376147235.
- Saaavedra, J. (2019). *Estructuras geológicas que se encuentran en la zona costera del Ecuador*. Quito, Ecuador.

- Salazar, S. (2022). *Análisis del impacto de las variaciones del clima en la condición de uso de suelo más reciente en la cuenca alta del río Guayllabamba*. Quito, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional.
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, E. (27 de junio de 2023). *Guía Metodológica de Planificación Institucional*. Obtenido de <http://www.pnud.org.ec/art/frontEnd/images/objetos/GUIA%20MPI%20pantalla.pdf>.
- Secretaría Nacional de Planificación, E. (2021). *Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025*. Quito, Ecuador.
- Terán Vinuesa, B. (2021). *Plan de manejo ambiental para la cuenca alta del Río Tahuando, cantón Ibarra, provincia de Imbabura*. Imbabura, Ecuador.
- Torres Benites, V., Fernández Reynoso, P., & Oropeza Mota, B. (2020). Calibración del modelo hidrológico SWAT en la cuenca «El Tejocote. *Atlacomulco, Estado de México*. 22(4), 437-444., 421.
- Vásquez Villanueva, A., Mejía Marcacuzco, D., Faustino Manco, J., Terán Adriazola, R., Vásquez, R., & Díaz Rimarachin, G. (2016). *Manejo y gestión de cuencas hidrográficas*. Quito, Ecuador.
- Velázquez Zapata, C. (2020). Variabilidad del impacto del cambio climático en el régimen hidrológico de dos cuencas de la región Huasteca. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 21(3), 1–12., 11. Obtenido de <https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2020.21.3.021>
- Venegas, J. (2020). *Análisis estadístico de datos meteorológicos mensuales y diarios en el periodo 2006-2018 para la determinación de variabilidad climática y cambio climático en el Distrito Metropolitano de Quito*. Quito, Ecuador.
- Venegas, J. (2020). *Análisis estadístico de datos meteorológicos mensuales y diarios en el periodo 2006-2018 para la determinación de variabilidad climática y cambio climático en el Distrito Metropolitano de Quito*. Quito, Ecuador.
- Zavala, T. (11 de junio de 2013). Obtenido de <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/114003>

7. ANEXOS

FOTOGRAFÍAS AÉREAS DE LA ZONA DE ESTUDIO



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

TEMA	IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL RÉGIMEN HIDROLÓGICO DEL RÍO SAN VICENTE, SANTA ELENA
TUTOR	Ing. ORTÍZ SAFADI GUIDO MOISES, Mg.
TESISTA	CÁRDENAS LÓPEZ RICARDO ANTONIO

ANEXO 1



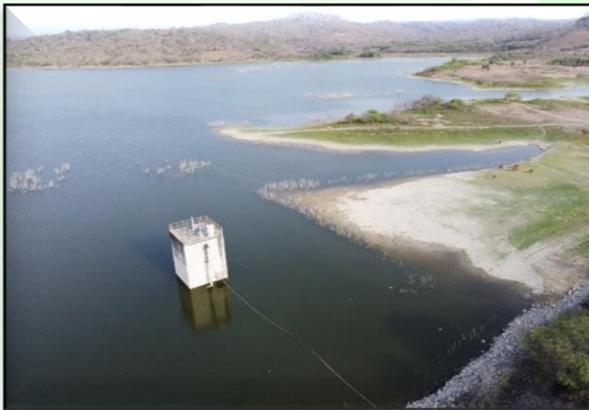
Fotografías aéreas del Embalse San Vicente



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

TEMA	IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL RÉGIMEN HIDROLÓGICO DEL RÍO SAN VICENTE, SANTA ELENA
TUTOR	Ing. ORTÍZ SAFADI GUIDO MOISES, Mg.
TESISTA	CÁRDENAS LÓPEZ RICARDO ANTONIO

ANEXO 2



El embalse San Vicente muestra los estragos de la afectación climática

Imagen satelital del embalse San Vicente

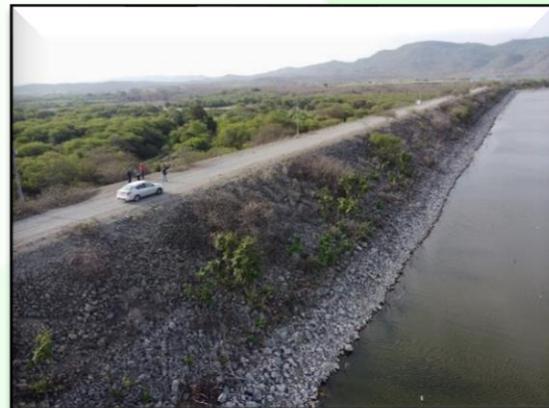
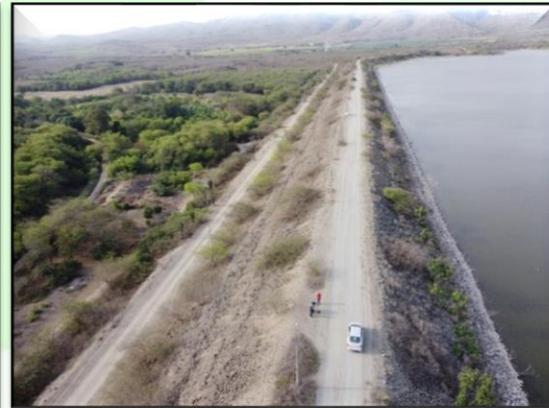




UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

TEMA	IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL RÉGIMEN HIDROLÓGICO DEL RÍO SAN VICENTE, SANTA ELENA
TUTOR	Ing. ORTÍZ SAFADI GUIDO MOISES, Mg.
TESISTA	CÁRDENAS LÓPEZ RICARDO ANTONIO

ANEXO 3



Fotografías aéreas donde se aprecia el desfase de 12 m para alcanzar su nivel óptimo del Embalse San Vicente



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

TEMA	IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL RÉGIMEN HIDROLÓGICO DEL RÍO SAN VICENTE, SANTA ELENA
TUTOR	Ing. ORTÍZ SAFADI GUIDO MOISES, Mg.
TESISTA	CÁRDENAS LÓPEZ RICARDO ANTONIO

ANEXO 4



Recinto San Vicente donde se visualiza que parte de su vegetación ha sido afectada por el cambio climático



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

TEMA	IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL RÉGIMEN HIDROLÓGICO DEL RÍO SAN VICENTE, SANTA ELENA
TUTOR	Ing. ORTÍZ SAFADI GUIDO MOISES, Mg.
TESISTA	CÁRDENAS LÓPEZ RICARDO ANTONIO

ANEXO 5



Zonas aledañas al Recinto San Vicente y al embalse San Vicente



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

TEMA	IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL RÉGIMEN HIDROLÓGICO DEL RÍO SAN VICENTE, SANTA ELENA
TUTOR	Ing. ORTÍZ SAFADI GUIDO MOISES, Mg.
TESISTA	CÁRDENAS LÓPEZ RICARDO ANTONIO

ANEXO 6



El tesista Ricardo Antonio Cárdenas López, junto al dron que se utilizó para las tomas aéreas



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

TEMA	IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL RÉGIMEN HIDROLÓGICO DEL RÍO SAN VICENTE, SANTA ELENA
TUTOR	Ing. ORTÍZ SAFADI GUIDO MOISES, Mg.
TESISTA	CÁRDENAS LÓPEZ RICARDO ANTONIO

ANEXO 7



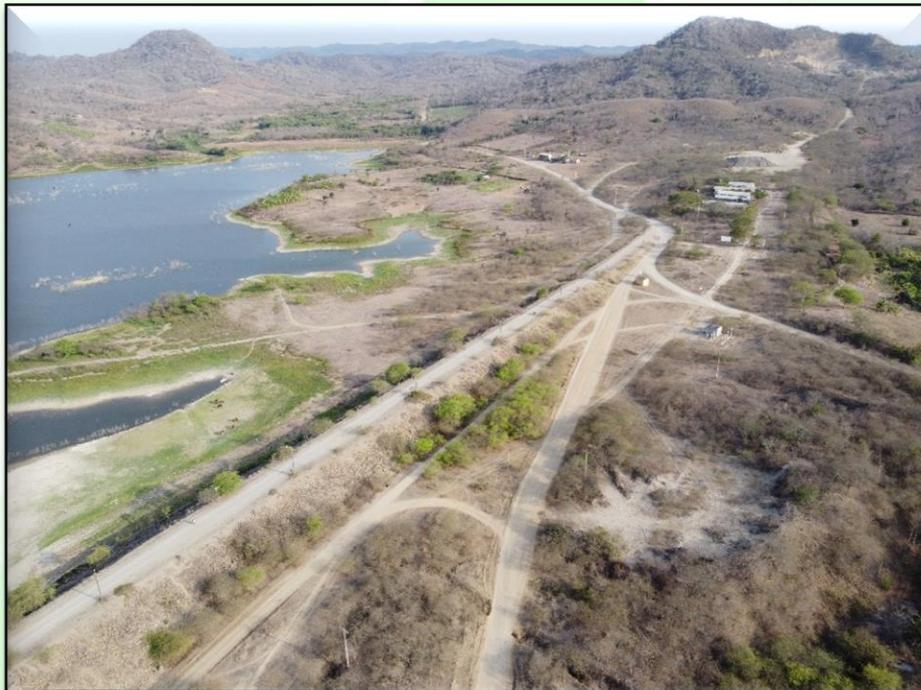
Recinto San Vicente donde se muestra un promedio de 35 a 40 casas, este poblado posee una población flotante debido a que los miembros de las familias salen a trabajar y regresan los fines de semana



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

TEMA	IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL RÉGIMEN HIDROLÓGICO DEL RÍO SAN VICENTE, SANTA ELENA
TUTOR	Ing. ORTÍZ SAFADI GUIDO MOISES, Mg.
TESISTA	CÁRDENAS LÓPEZ RICARDO ANTONIO

ANEXO 8



Vías de acceso al embalse San Vicente donde se muestra una vegetación escasa de lo que habitualmente es.



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

TEMA	IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL RÉGIMEN HIDROLÓGICO DEL RÍO SAN VICENTE, SANTA ELENA
TUTOR	Ing. ORTÍZ SAFADI GUIDO MOISES, Mg.
TESISTA	CÁRDENAS LÓPEZ RICARDO ANTONIO

ANEXO 9



Cauces de río en las cercanías del Recinto San Vicente, el cual se muestra seco



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

TEMA	IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL RÉGIMEN HIDROLÓGICO DEL RÍO SAN VICENTE, SANTA ELENA
TUTOR	Ing. ORTÍZ SAFADI GUIDO MOISES, Mg.
TESISTA	CÁRDENAS LÓPEZ RICARDO ANTONIO

ANEXO 10



Otro cauce de río en las cercanías del Recinto San Vicente, el cual se encuentra seco, pero la vegetación esta verde