



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA
CONSTRUCCIÓN**

**CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO
AMBIENTE**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO, A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO GEÓGRAFO Y DEL MEDIO
AMBIENTE.**

**TEMA: “ANÁLISIS SOBRE PARÁMETROS AMBIENTALES DE LA
PARROQUIA SANGOLQUÍ PARA LA IDENTIFICACIÓN Y
PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES TROPICALES MEDIANTE
HERRAMIENTAS GEO - INFORMÁTICAS”**

**AUTORES: HERNÁNDEZ BURBANO, DANNY JAVIER
PEÑA MENA, VINICIO DARIO**

DIRECTOR: DR. RODRIGUEZ, FABIÁN.

SALGOLQUÍ - ECUADOR

2017

CERTIFICADO DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, "ANÁLISIS SOBRE PARÁMETROS AMBIENTALES DE LA PARROQUIA DE SANGOLQUÍ PARA LA IDENTIFICACIÓN Y PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES TROPICALES MEDIANTE HERRAMIENTAS GEO - INFORMÁTICAS" realizado por los señores HERNÁNDEZ BURBANO DANNY JAVIER; VINICIO DARIO PEÑA MENA, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos, y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar a los señores HERNÁNDEZ BURBANO DANNY JAVIER; VINICIO DARIO PEÑA MENA para que lo sustente públicamente.

Quito, 16 de agosto del 2017

Dr. Fabián Rodríguez E.

CI: 1706853759



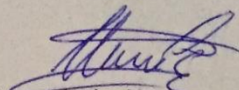
**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA
CONSTRUCCIÓN**
**CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO
AMBIENTE**

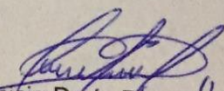
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, Danny Javier Hernández Burbano y Vinicio Darío Peña Mena con cédulas de identidad 0401602891 y 1718688250 respectivamente, declaramos que el trabajo de titulación "Análisis sobre parámetros ambientales de la parroquia Sangolquí para la identificación y prevención de enfermedades tropicales mediante herramientas geo - informáticas", ha sido desarrollada considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaramos que este trabajo es de nuestra autoría, en virtud de ello nos declaramos responsables del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Sangolquí 18 de Septiembre del 2017.


Danny Javier Hernández Burbano
CI: 0401602891


Vinicio Darío Peña Mena
CI: 1718688250



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA
CONSTRUCCIÓN**
**CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO
AMBIENTE**

AUTORIZACIÓN

Nosotros, Danny Javier Hernández Burbano y Vinicio Darío Peña Mena, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE" publicar en la biblioteca virtual de la institución el presente trabajo de titulación "Análisis sobre parámetros ambientales de la parroquia Sangolquí para la identificación y prevención de enfermedades tropicales mediante herramientas geo – informáticas", cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra autoría y responsabilidad.

Sangolquí 18 de Septiembre del 2017.

Danny Javier Hernández Burbano
CI: 0401602891

Vinicio Darío Peña Mena
CI: 1718688250

DEDICATORIA

“A mi Todopoderoso, que se lo encuentra en la majestad de la naturaleza; a mis amados Padres, que me regalaron y me brindaron la oportunidad de venir a este mundo tan maravilloso, como lo es mi Papá que aunque no está presente físicamente, siempre está y estará interiormente dentro de mí, lo cual es una motivación muy importante en mi vida y de manera muy especial para mi amada Mamá, la cual es un ejemplo a seguir, ya que con su ayuda incondicional he podido conseguir logros tan maravillosos como lo es éste, a mi hermano Pato que siempre quiso verme triunfar en la vida, a mi adorable hermano Cristhian para que sea motivo de superación y a mi querida familia Burbano que siempre confió en mí, que cuando más los necesité, estuvieron motivándome para no decaer...”

“La felicidad es gratis, solo depende de buscarla y con quién disfrutarla...”

Danny Hernández Burbano

*A mis padres, familiares y amigos que me apoyaron para alcanzar esta meta
en mi vida.*

Vinicio Peña Mena

AGRADECIMIENTOS

“A mi estimado Doctor Fabián Rodríguez, director de este magnífico proyecto de investigación, que siempre me brindó el conocimiento necesario, para culminar de forma exitosa ésta presente indagación...”

“A mis profesores que día a día inculcaron en mí, su sabiduría, conocimiento y sobre todo, sus valores para ponerlos en práctica en la vida profesional y de manera muy especial al Doctor Theofilos Toulkeridis por la información y apoyo brindado para la presente investigación.....”

Danny Hernández Burbano

A todos mis compañeros y profesores de los que aprendí y recordaré para siempre.

Vinicio Peña Mena

ÍNDICE

CAPÍTULO I	1
1. Generalidades	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Planteamiento del problema.....	3
1.3. Importancia.....	4
1.4. Justificación.....	5
1.5. Descripción del área de estudio.....	7
1.6. Objetivos.....	9
1.6.1. Objetivo general	9
1.6.2. Objetivosespecíficos	9
1.7. Metas.....	9
1.8. Pregunta de investigación.....	10
CAPÍTULO II.....	11
2. Marco teórico	11
2.1. Cambio climático.....	11
2.1.1. Calentamiento global.....	12
2.1.2. Temperatura.....	14
2.1.3. Humedad.....	16
2.1.4. Precipitación	16
2.2. Salud.....	17
2.2.1. Enfermedades tropicales.....	17
2.2.2. Dengue	19
2.2.3. Condiciones ambientales para el desarrollo del dengue.....	22
2.2.4. Estudios realizados de enfermedades tropicales y calentamiento global..	25
2.3. Marco legal.....	30
2.3.1. La constitución de la república del ecuador (julio 2008)	30
2.3.2. Lineamientos establecidos (plan nacional del buen vivir)	32
CAPÍTULO III.....	33
3. Metodología.....	33
3.1. Recopilación y evaluación de la información.....	33

3.2.	Obtención de información de casos de dengue hasta el 2015.....	36
3.3.	Tratamiento de las variables ambientales.....	37
3.4.	Proyección del clima a partir del 2015 (temperatura y humedad).....	38
3.5.	Correlación estadística entre variables ambientales y casos de dengue..	43
3.6.	Modelos de aplicación.....	44
3.6.1.	Evaluación multi-criterio (EVM).....	44
3.6.2.	Técnicas de evaluación multicriterio.....	46
3.6.3.	Lógica difusa (fuzzy).....	47
3.7.	Delimitación de las zonas idóneas para la proliferación del dengue.....	48
CAPÍTULO IV		51
4.	Resultados de la investigación	51
4.1	Discusión de los resultados.....	51
4.1.1	Correlación estadística entre variables ambientales y casos de dengue...	65
4.2.	Análisis geográficos de los resultados.....	74
4.2.1.	Análisis de probabilidad de dengue.....	78
CAPÍTULO V		85
5.1.	Conclusiones.....	85
5.2.	Recomendaciones.....	88
5.3.	Bibliografía.....	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Síntesis cronológica de las conferencias sobre cambio climático .	12
Tabla 2: Casos de dengue desde el año 1994	37
Tabla 3: Picos de temperatura entre los años 1980-2015 en la estación Izobamba.....	52
Tabla 4: Proyecciones de temperatura para los dos últimos años de proyección en la estación “Izobamba”	55
Tabla 5: Picos de temperatura entre los años 1980-2015 en la estación la Tola.....	58
Tabla 6: Proyecciones de temperatura para los dos últimos años de la proyección en la estación “La tola”	58
Tabla 7: Datos máximos proyectados para el 2065 de temperatura para las estaciones meteorológicas.....	60
Tabla 8: Picos máximos y mínimos de humedad en la estación Izobamba en el periodo 1980-2015.....	61
Tabla 9: Proyecciones de humedad para los dos últimos años de proyección en la estación “Izobamba”	62
Tabla 10: Picos máximos y mínimos de humedad en la estación La Tola en el periodo 1980-2015.....	63
Tabla 11: Proyecciones de humedad para los dos últimos años de proyección en la estación “La tola”	64
Tabla 12: Valores máximos y mínimos de humedad proyectados al 2065 de las estaciones en análisis.	65
Tabla 13: Casos de dengue y promedio anual de las variables meteorológicas desde el año 1994 hasta el 2015.....	67
Tabla 14: Coeficiente de correlación entre casos de dengue y humedad para las estaciones en estudio.....	68
Tabla 15: Coeficiente de correlación entre casos de dengue y Temperatura para las estaciones en estudio.	68
Tabla 16: Índice de relación temperatura-humedad desde el año 1994 hasta el 2015.....	69
Tabla 17: Coeficiente de correlación entre índice de las variables meteorológicas y casos de dengue.....	70
Tabla 18: Valores de temperatura para interpolar y las hipotéticas variaciones para el año 2065	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Distribución de habitantes del cantón Rumiñahui	5
Figura 2: Mapa de ubicación geográfica de la parroquia “Sangolquí”	8
Figura 3: Incidencia del dengue en el continente americano	21
Figura 4: Número de casos de dengue en Ecuador año 2014.....	21
Figura 5: Total de casos de dengue en Ecuador, Enero 2017	25
Figura 6: Estaciones meteorológicas cercanas al área de estudio	34
Figura 7: Áreas de incidencia de las estaciones meteorológicas.....	35
Figura 8: Ejemplo de tratamiento a las variables meteorológicas	38
Figura 9: Ingreso de datos al software.....	39
Figura 10: Creación del modelo predictivo.....	40
Figura 11: Definición de datos de entrada	40
Figura 12: Clasificación de la variable dependiente e independiente	41
Figura 13: Determinación del año al que se quiere predecir los datos.	41
Figura 14: Proceso para la obtención de la correlación estadística.....	44
Figura 15: Proceso para la elaboración del mapa de espacialización.....	50
Figura 16(a-d): Gráficos de dispersión de la temperatura	52
Figura 17(a-d): Proyecciones de la temperatura de la estación Izobamba...58	
Figura 18(a-d): Gráficos de dispersión de la temperatura “La Tola”	57
Figura 19(a-d): Proyecciones de la temperatura 2015-2065.	60
Figura 20: Gráfico de dispersión Izobamba	61
Figura 21: Gráfico de dispersión “La tola”	63
Figura 22: Síntesis de gráficos “La Tola” e “Izobamba”	73
Figura 23: Mapa de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI)	75
Figura 24: Mapa de zonas a tener presencia de dengue.....	78
Figura 25: Mapa de zonas con mayor vulnerabilidad año 2065.....	80
Figura 26: Mapa de zonas con mayor vulnerabilidad grado T+1.	82
Figura 27: Mapa de zonas con mayor vulnerabilidad T+1,5.	83
Figura 28: Mapa de zonas con mayor vulnerabilidad T+2.	84

RESUMEN

Debido al inusual incremento de la temperatura del planeta en los últimos años, se han evidenciado grandes brotes de virus epidemiológicos dentro de las zonas tropicales. En este sentido se vio la necesidad de investigar si la parroquia Sangolquí puede verse afectada por el virus del dengue, por lo que se planteó analizar los factores y variables fundamentales para identificar las zonas propicias en un posible brote. Para esto se planteó identificar las estaciones meteorológicas con mayor influencia dentro del área de estudio, siendo las estaciones La Tola e Izobamba las más aptas, estas poseían datos desde 1980, por lo que se aplicó un modelo de predicción para proyectar la información 50 años a futuro y concluir si es posible una proliferación del virus. Las variables analizadas fueron la temperatura y la humedad, mismas que proyectadas a 2065 dieron como resultado valores máximos de 21,06 °C en temperatura, 88,31% de humedad y 25,16°C en temperatura y 84,16% en humedad para las estaciones izobamba y la tola respectivamente, siendo estos valores insuficientes para concluir que para este año pueda existir un brote de dengue, aun así se analizó un incremento hipotético de la temperatura para visualizar sus probables cambios, determinando que al aumentar la temperatura la probabilidad de un brote también lo hacía. Finalmente mediante el uso de metodología multicriterio y lógica difusa se logró identificar las zonas que podrían cumplir con las condiciones para que el virus del dengue prolifere en caso de que los factores ambientales fueran los adecuados.

PALABRAS CLAVE

VIRUS EPIDEMIOLÓGICOS

EVALUACIÓN MULTICRITERIO

LÓGICA DIFUSA

VARIABLES AMBIENTALES

ABSTRACT

Due to the unusual increase of the temperature of the planet in recent years, there have been large outbreaks of epidemiological viruses within the tropics. In this sense, it was necessary to investigate whether if Sangolquí can be affected by the dengue virus, so it was proposed to analyze the factors and principal variables to identify the ideal zones in a possible outbreak. For this it was proposed to identify the meteorological stations with greater influence within the study area, being the stations La Tola and Izobamba the most apt, these had data since 1980, so we applied a prediction model to project the information 50 years to future and conclude if is possible a proliferation of the virus. The variables analyzed were temperature and humidity, same as projected to 2065 resulted in maximum values of 21.06 ° C in temperature, 88.31% of humidity and 25.16 ° C in temperature and 84.16% in humidity for the stations Izobamba and La Tola respectively, these values being insufficient to conclude that for this year there may be an outbreak of dengue, also we probe an hypothetical increase in temperature which was analyzed to visualize the principal changes, determining that when the temperature increased the probability of an proliferation also did so. Finally we applied multicriteria methodology and fuzzy logic to identify areas that could have ideal conditions to proliferate the virus of the dengue if the environmental factors were appropriate.

KEY WORDS

EPIDEMIOLOGICAL VIRUSES

MULTICRITERIA EVALUATION

FUZZY LOGIC

ENVIRONMENTAL VARIABLES

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1. ANTECEDENTES

El calentamiento Global o también denominado cambio climático es considerado como una de las principales alteraciones al funcionamiento de los ecosistemas, además que representa un incremento paulatino de la temperatura media global, de la atmósfera terrestre y de los océanos, este efecto tiene una relación directa con actividades antropogénicas, aunque también se la puede asociar mínimamente con cambios propios de las actividades volcánicas. (Lindsay, 2009). El término "Calentamiento Global" surge en el último siglo y se ve reflejado principalmente por la actividad industrial humana la misma que ha ido influyendo en el clima gradualmente, generando miles de toneladas de diversos gases generadores de un potenciado "efecto invernadero". (Gutman, 2009)

Steve Lindsay (2009) señala que en el año 2010 la temperatura mundial se la estima como promedio de 1°C a 3,5°C de aumento, lo que conlleva al riesgo de enfermedades transmitidas por vectores en nuevas zonas. La fiebre amarilla y el dengue son enfermedades que figuran entre las más transmitidas por vectores en los trópicos y subtrópicos. Los riesgos del cambio climático son muy perjudiciales para la salud humana, ya que no serán los mismos en los países que cuentan con una infraestructura sanitaria y plan de emergencia, que en aquellos que no lo poseen. (OMS, Organización Mundial de la Salud, 2010)

Francisco Rosas (2016), acota que se presentan factores específicos como las condiciones climáticas, los fenómenos naturales, la deforestación, la tasa de crecimiento humano, y otros; que estipulan al medio ambiente significando un riesgo para la salud del ser humano. Por esta razón es prioritaria la aplicación de la geografía para realizar caracterizaciones sobre la localización y distribución de enfermedades tropicales, con el objeto de estudiarlas con la ayuda de herramientas geo informáticas y poder visualizar de mejor manera las manifestaciones y sus afectaciones a los grupos humanos y además sus relaciones con los elementos naturales en la superficie terrestre.

Avelino Suarez (2002), menciona que las concentraciones atmosféricas de gases invernaderos con el pasar de los años van aumentando, debido a actividades humanas, lo que ha sido de mayor perjuicio es la utilización de combustibles fósiles y los cambios en el uso de suelo que el ser humano le da; además de estos factores las fuerzas naturales, han contribuido a los cambios en el clima de del planeta Tierra. Al producirse cambios en las variables ambientales se produce un desequilibrio para el medio ambiente, lo cual desencadena en una problemática mundial para el ser humano, ya que se ven afectados la reproducción de animales y plantas, su distribución geográfica y lo más perjudicial para el hombre es la frecuencia de las plagas y brotes de enfermedades en sitios geográficos donde no se desarrollan. (Bird, 2001)

El incremento de la temperatura es evidente para todos, ya que el calentamiento global ha presentado variaciones en los últimos años. Todo esto debido al aumento de las concentraciones de CO₂ y de otros gases de efecto invernadero, parte de la radiación solar que llega hasta la Tierra es retenida en la atmósfera. Como resultado de esta retención de calor, la temperatura promedio sobre la superficie de la Tierra alcanza los 15.5 °C, lo que es propicio para el desarrollo de la vida en el planeta. No obstante, como

consecuencia de la quema de combustibles fósiles y de otras actividades humanas asociadas al proceso de industrialización, la concentración de estos gases en la atmósfera ha aumentado de forma considerable en los últimos años. (Bird, 2001)

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el distrito metropolitano de Quito, (Verónica Arias, 2017), Secretaria de Ambiente del Distrito Metropolitano de Quito, indica que en varias parroquias del Noroccidente de Quito ya se han reportado casos con aparición de enfermedades tropicales; es así, que vectores como el dengue, la malaria, fiebre amarilla, entre otros, son vectores que, si bien no son endémicos de la zona Noroccidente de Quito podrían expandirse en el ambiente, por esta razón es importante realizar un estudio de las zonas donde tienen una temperatura elevada y mayor posibilidad de que la presencia del virus en zonas no endémicas se prolifere y a su vez esto se convierta en un problema de salud pública.

Para tener una idea más clara de cómo las enfermedades tropicales podrían diseminarse dentro del área de estudio se necesita de una proyección estadística de la temperatura en la parroquia de Sangolquí, tomando en cuenta los años de 1980 a 2015, con estos datos se puede realizar una proyección de variabilidad de la temperatura y con ello diferenciar la variación de este parámetro ambiental, el cual crearía el ambiente propicio para que los virus transmitidos por los insectos (moscos) de género *Aedes* y *Haemogogus*, los cuales son los vectores principales de las enfermedades tropicales como son el dengue y fiebre amarilla puedan desarrollarse, y sean los agentes encargados de contagiar a los habitantes de este sector, ocasionando problemas para la salud pública. (OMS, Organización Mundial de la Salud, 2010)

De acuerdo a esto, se podrían desarrollar condiciones o parámetros propicios para una posible propagación de enfermedades tropicales en los valles interandinos, donde las condiciones ya son propicias para una posible proliferación de la enfermedad, sin embargo, aún no han existido casos de dengue o fiebre amarilla.

1.3. IMPORTANCIA

El presente proyecto tiene como sustento el objetivo 3 del ministerio de salud pública que describe “Incrementar la vigilancia, la regulación, la promoción y prevención de la salud”, debido a que muestra la relación existente entre variables meteorológicas y casos de dengue registrados por años, siendo así un estudio base para mejorar y prevenir enfermedades tropicales dentro de lugares donde no han existido problemas de este estilo. (Ministerio de Salud Pública, 2016)

Las enfermedades tropicales forman parte de un problema de salud constante debido a su fácil proliferación dentro de los poblados menos atendidos o con mayor vulnerabilidad dentro de las poblaciones, es por esto que el control y prevención de las mismas están sujetas y bajo responsabilidad de las entidades encargadas del control sanitario, es por esto que tanto el ministerio de salud como el gobierno autónomo descentralizado de Rumiñahui tuvieron beneficio directo para la identificación de las zonas propicias para la proliferación del virus, y serviría para la toma de decisiones en casos de la existencia de estas enfermedades. (OMS, 2016)

Finalmente la importancia de este estudio radica en que no solo relaciona estadísticamente variables cuantitativas, sino que muestra una

metodología específica aplicando lógica difusa, la cual ayuda a identificar zonas idóneas implementando algoritmos de pertenencia que son propios para cada variable y que mejoran los resultados que se desean obtener. (Guisan & Zimmermann, 2000)

1.4. JUSTIFICACIÓN

El Cantón Rumiñahui también conocido como Valle de los Chillos se encuentra localizado en la provincia de Pichincha, posee una extensión aproximada de 135,68 km² y su cabecera cantonal es Sangolquí. Según el INEC, 2010 la población total del cantón es de 85852 (hab.) en donde 75080 se encuentran asentados en el área urbana, mientras que 10772 (hab.) corresponde al sector rural (ver figura 1). El cantón Rumiñahui posee tres parroquias urbanas que son: San Rafael, Sangolquí y San Pedro de Taboada y dos parroquias rurales que son: Cotogchoa y Rumipamba. (INEC, 2010)

Distribución de habitantes del cantón
Rumiñahui

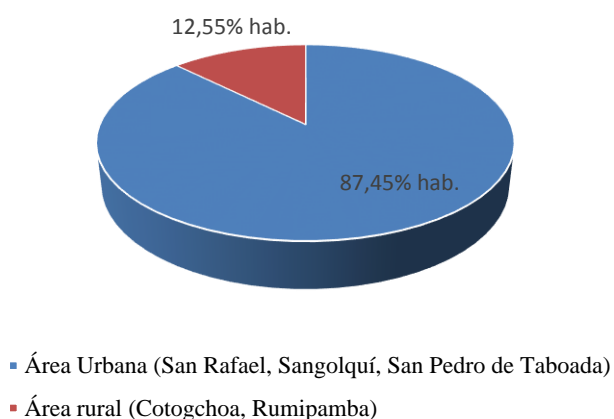


Figura 1: Distribución de habitantes del cantón Rumiñahui
Fuente: INEC, 2010.

El cantón Rumiñahui, ha experimentado un proceso de expansión urbana, de acuerdo a los datos del INEC, la población en el cantón al año 2014 fue de 98943 (hab.) y se estima que para el año 2017 el cantón contara con una población de 115433 hab. Por su parte, Sangolquí es la parroquia que mayor densidad poblacional posee, para el año 2010 la población total fue de 83.770 (hab.) y se estima según las proyecciones del INEC, 2010 que al año 2020 su población será 109.097 habitantes. (INEC, 2010)

De acuerdo al plan de desarrollo y ordenamiento territorial "PDOT" del Cantón Rumiñahui, menciona que existen tres tipos de climas: Ecuatorial frío húmedo, Ecuatorial Mesotérmicos Húmedo, y Paramo. Es importante recalcar que el 75% del Cantón posee el clima Ecuatorial Mesotérmicos Húmedo, adicional la temperatura promedio oscila entre los 16°C a los 23°C. El promedio de precipitación anual es de 1000mm siendo los meses con mayor precipitación abril, mayo y octubre. (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Rumiñahui. , 2014)

De acuerdo a Verónica Arias, secretaria de Ambiente del municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2017; en los últimos 10 años se registran mayores precipitaciones, por otra parte se evidencia una mayor deforestación haciendo un ambiente propicio para la existencia de enfermedades tropicales. Con este escenario se estima que la variación de temperatura muestra un incremento de 1°C cada 50 años promedio. (Givovich, 2006).

Por lo cual, si no se tiene cambios en un periodo de tiempo de 50 años para la proliferación del dengue en Sangolquí se haría un incremento de 1 °C; 1,5 °C; 2 °C a la temperatura para poder establecer áreas donde se pueda dar ésta propagación, ya que se maneja una probabilidad de aumento no mayor a 0,7 °C en el tiempo estimado de estudio.

En el Cantón Rumiñahui se evidencia un número importante de Industrias, las cuales emiten gases, causando una contaminación ambiental en el territorio, principalmente en la parroquia urbana de Sangolquí. (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Rumiñahui. , 2014) A esto se suma las condiciones climatológicas favorables del Cantón Rumiñahui.

En este contexto, el presente proyecto de investigación tiene el propósito de realizar un análisis de los factores que pueden ser propicios para la proliferación de las enfermedades tropicales tales como el dengue y la fiebre amarilla, tomando en cuenta datos desde 1980 hasta el 2014 y poder realizar una proyección estadística futura a 50 años, para ello se pretende utilizar herramientas de información Geográfica, con la finalidad de visualizar los sitios vulnerables al cambio de variables ambientales, y realizar un análisis espacial de la posible distribución de las enfermedades tropicales.

1.5. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Sangolquí es una parroquia perteneciente al cantón Rumiñahui en la provincia de Pichincha, misma que se encuentra ubicada sobre el Valle de Los Chillos, y que forma parte de la Hoya de Guayllabamba, a una altitud promedio de 2500 msnm (INAMHI, 2016). Se caracteriza por su clima cálido propio de los valles que se encuentran a las afueras de Quito (GAD-Rumiñahui, 2014). Posee elevaciones al sur de la misma como el Pasochoa.

Sangolquí forma parte de la microcuenca del San Pedro, en la cual actúa como cauce principal el río Pita junto con deshielos y cauces que provienen del Cotopaxi y en menor cantidad del Pasochoa. (GAD-Rumiñahui, 2014).

Posee un relieve ligeramente plano con una pendiente promedio que no supera más del 3%. Cuenta además con suelos alofánicos que se derivan de materia piroclástica con texturas que favorecen a la retención del agua como las pseudo limosas y con suelos poco profundos erosionados con presencia de piedra pómez y capas de cenizas y gravas, que reflejan que se encuentra dentro de la zona de influencia del volcán Cotopaxi. (GAD-Rumiñahui, 2014).

Las coordenadas del área de estudio son: 0°20'04"S; 78°26'51"O y cuenta con ecosistemas como el bosque muy húmedo montano bajo y el bosque muy húmedo montano. En las partes más montañosas se encuentra especies como el cedro, malva arrayán, laurel de cera, entre otros.

En la figura 2, se muestra el mapa de la ubicación de la parroquia y sus principales cauces.

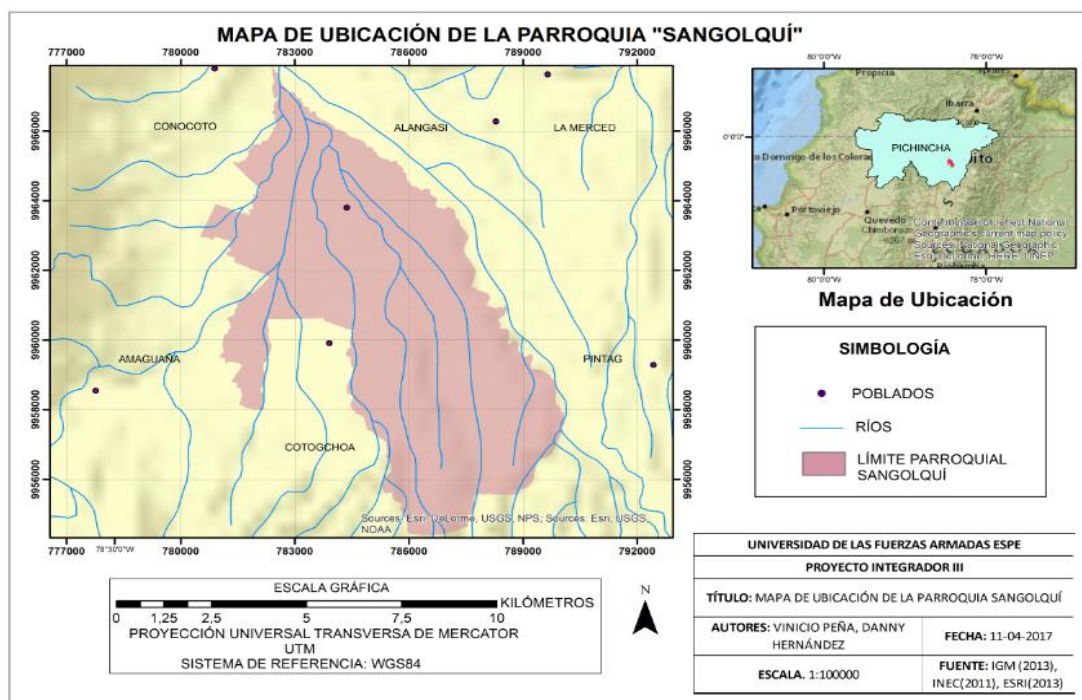


Figura 2: Mapa de ubicación geográfica de la parroquia "Sangolquí"

1.6. OBJETIVOS

1.6.1.OBJETIVO GENERAL

- Analizar las condiciones o parámetros ambientales de la parroquia de Sangolquí para la identificación de zonas propicias para la proliferación de enfermedades tropicales mediante herramientas estadísticas y geo – informáticas.

1.6.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar las áreas idóneas en la que se podría desarrollar la especie de género Aedes Aegypti transmisor del dengue.
- Evaluar y determinar mediante el modelo de distribución potencial de especie: evaluación multicriterio con lógica Fuzzy.
- Caracterizar las zonas delimitadas de mayor riesgo biológico sobre condiciones de un potencial cambio climático.

1.7. METAS

- Mapa de zonas idóneas de probabilidad de ocurrencia de la especie vector, escala de trabajo 1:50000
- Base de datos con las proyecciones a 50 años de las variables temperatura y humedad.
- Creación de una base de datos geográfica con los mapas obtenidos y la información base necesaria para la creación de los mismos

1.8. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

Cuáles serían las condiciones o parámetros propicios para que se produzca una propagación de enfermedades tropicales en la parroquia de Sangolquí?

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se describen y explican los conceptos y categorías esenciales para el presente estudio, que son los parámetros ambientales, las enfermedades tropicales y las herramientas geo informáticas. Con estos elementos teóricos se plantea la identificación del modelo de distribución potencial de especies llamado Maxent, en el cual se aplica la evaluación multicriterio con lógica Fuzzy, para determinar el modelo más idóneo para el vector del dengue, así como la distribución biogeográfica de esta especie de género Aedes y las características de las zonas delimitadas y con mayor riesgo biológico.

Como primer paso, se presenta una introducción sobre por qué las enfermedades tropicales son un tema importante y de discusión relevante en instancias de carácter nacional e internacional. Además, se presenta un repaso de los antecedentes que determinaron un índice biogeográfico preocupante para las autoridades ambientales en el territorio nacional que se incrementó durante los pasados años, lo que ocasionó un mayor perjuicio para la degradación de las condiciones climatológicas y ambientales presentes en la parroquia Sangolquí.

2.1. CAMBIO CLIMÁTICO

“Según el grupo medioambientum. En los últimos años se ha observado algunos de los impactos y las consecuencias del cambio climático en nuestro planeta, no sólo en el clima, sino también en el medio ambiente y los efectos que esto produce en la salud. El cambio climático es una alteración grave del equilibrio ambiental y sus consecuencias pueden ser terribles si no se busca una solución y se toman unas medidas drásticas ya.” (Sin Autor, 2014).

2.1.1. CALENTAMIENTO GLOBAL

La preocupación por el cambio climático tiene apenas algo más de medio siglo, el año 1958 para mayor exactitud, cuando Charles Kelling (1928-2005) hizo las primeras mediciones de dióxido de carbono (CO₂) en Mauna Loa, Observatorio Astronómico ubicado en la cima de un volcán inactivo de Hawai. Los hallazgos de Kelling tuvieron un particular impacto en la comunidad científica internacional, que para entonces consideraba que los océanos y la vegetación eran capaces de absorber todos los gases producidos en el planeta. Sus pronósticos se confirmaron una década después, ya que los niveles de CO₂ se incrementaron de forma sostenida. La problemática del cambio climático recibió el interés de la comunidad científica, primero, y de los actores políticos, después (De Vengoechea, 2012).

La siguiente tabla presenta una síntesis cronológica de los eventos más significativos y sus aportes.

Tabla 1:

Síntesis cronológica de las conferencias sobre cambio climático

Año	Conferencia	Descripción
1972	Primera Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Humano, o Conferencia de Estocolmo.	El cambio climático no era un asunto de gran interés, pero a partir de entonces los líderes mundiales deciden reunirse cada diez años para evaluar el estado del medio ambiente en el mundo entero, analizando el impacto del desarrollo económico en la ecología global.
1979	Ginebra: Primera Conferencia Mundial sobre el Clima	Por primera vez se identifica el cambio climático como una amenaza real para el planeta. La Conferencia produjo una Declaración que exhortaba a los gobiernos del mundo entero a prever y evitar los posibles cambios en el clima provocados por la industrialización.
1988	IPCC	La Organización Meteorológica Mundial y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente crean el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), creado por la Organización Meteorológica, que plantea la necesidad de aplicar fuertes medidas para detener

Año	Conferencia	Descripción
		las emisiones de gases de efecto invernadero. El grupo produjo diversos informes como resultado de sus labores de monitoreo.
1992	Río de Janeiro, Brasil: Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo o Cumbre de la Tierra	Los líderes mundiales adoptaron el plan Agenda 21, programa de acción para el desarrollo sostenible global. Sus líneas de acción fueron la lucha contra el cambio climático, la protección de la biodiversidad y la eliminación de las sustancias tóxicas emitidas. Entró en vigor en 1994, después de haber recibido el número necesario de ratificaciones.
1995	Primera Conferencia de las partes Berlín	La Conferencia de las Partes (COP), es responsable de mantener el proceso en su conjunto en marcha, y es una agrupación de los gobiernos que suscriben los diferentes acuerdos internacionales responsable por la ejecución de los referidos acuerdos.
1997	Protocolo de Kioto	Los países industrializados suscribieron compromisos concretos y un calendario de actuación. Durante 2008 y 2012, con respecto a 1990, se redujeron en 5,2% las emisiones de los seis gases con más incidencia en el efecto invernadero, siendo éste un indicador positivo para el planeta.
2002	Johannesburgo	Se involucra a la sociedad civil.
2007	Bali	Los compromisos de Kioto no fueron suficientes para lograr las metas planteadas. En Bali se fijó una hoja de ruta (Bali Road Map) para posibilitar la implementación plena, efectiva y sustentada de la Convención, centrándose en el logro de una visión común, mitigación, adaptación, tecnología y financiamiento de diversas estrategias y acuerdos globales de protección del medio ambiente.
2010	Conferencia de Cancún	Entre los ejes logrados en los acuerdos de esta Conferencia resalta la creación del Fondo Verde para el Clima, que obliga a los Estados parte altamente industrializados a proveer financiamiento a proyectos y actividades en países en desarrollo. También se acordó la operacionalización hasta el 2012 de mecanismos tecnológicos que promuevan la innovación, desarrollo y difusión de tecnologías amigables con el clima.
2011	XVII Conferencia sobre el Cambio Climático Durban	La resolución aprobada en esta Conferencia impone a los principales emisores de gases de efecto invernadero, como EE.UU., China o Japón,

Año	Conferencia	Descripción
		iniciar un proceso que concluirá con un acuerdo legalmente vinculante de protección climática.

Fuente: (De Vengoechea, 2012).

De todo lo anterior citado, se evidencia que el calentamiento global es una preocupación mundial, debido a que la atmosfera puede tener grandes afectaciones creando con ello consecuencias importantes, principalmente afectaciones el equilibrio ecológico provocando que los glaciares disminuyan su volumen consecuencia de ello las temperaturas del mar se eleven y las corrientes marinas se modifiquen, y por consiguiente el ciclo de las estaciones, mostrando un panorama irreversible. (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, 2013)

2.1.2. TEMPERATURA

La temperatura, al igual que otros factores climatológicos, han tenido una variación constante en el tiempo, es así que, si se analiza los registros del siglo pasado con los actuales, se evidencia que el planeta ha experimentado un incremento considerable de temperatura de 1°C. (Sanchez Rojas , Ballesteros Barrera, & P. Pavón., 2011) La NASA, en conjunto con diversas organizaciones encargadas del control del clima como es la Administración para el Océano y la Atmósfera de EEUU y conjuntamente con la agencia meteorológica británica mencionan que el 2015 es considerado como el año más caluroso de la década, consiguiendo con ello superar un record establecido en el año 1990 y 2014 que se evidencio un incremento en la temperatura del 0,9°C. Hecho que ha provocado un incremento del CO2 atmosférico, consiguiendo con ello superar un record establecido en el año 1990 y 2014 que se evidencio un incremento en la temperatura del 0,9°C.. (Field, 2004)

Según, (Criollo, 2014). En Ecuador se visualiza una variación de factores climáticos, esto ha provocado que existan alteraciones en los ecosistemas, siendo las más importantes inundaciones costeras, erosión de playas, disminución de la biodiversidad en los páramos andinos, entre otros. Todas estas alteraciones provocan que el ciclo biológico se modifique y a su vez, generen la presencia de vectores que con una proliferación excesiva sean los causantes de las enfermedades tropicales.

Con respecto a lo antes planteado, se puede indicar que la variación de temperaturas es un factor importante en la proliferación o disminución de especies, sin embargo, para efectos de esta investigación se evidencia que el aumento de temperatura produce un ambiente propicio para el aumento de enfermedades transmitidas por vectores, en este caso el dengue. Por todo esto es necesario hacer hincapié en la importancia de contar con proyectos o mecanismos de vigilancia epidemiológica. Es importante recalcar que el cambio climático va estrechamente ligado con las variaciones de temperatura y al evidenciar una modificación o alteración se convierte en un indicador principal de una posible alteración al ambiente y con ello también puede favorecer o desfavorecer el ciclo de vida de alguna especie.

Sangolquí, es una parroquia del cantón Rumiñahui, la misma que tiene un clima subtropical de tierras altas, El territorio es privilegiado ya que cuenta con una temperatura agradable durante el año, oscilando entre los 10 y 29°C. Los meses de julio y agosto son considerados la época más calurosa del año, a todo esto, se suma que en la zona existe la presencia de precipitaciones abundantes todo esto se convierte en condiciones importantes para una posible proliferación del vector *Aedes aegypti* transmisor del dengue debido a que el vector a mayor temperatura se favorece su ciclo reproductivo. (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Rumiñahui. , 2014)

2.1.3.HUMEDAD

Según el PDOT del cantón Rumiñahui, cita que Sangolquí mantiene una humedad del 73,5%. (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Rumiñahui. , 2014) Sin embargo, en estaciones de verano la ciudad atraviesa un incremento de la humedad hasta un 82%. (INAMHI, Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2017) En este sentido, las características ambientales de Sangolquí favorece la reproducción de *Aedes aegypti* dado que el mosquito adulto se afecta por tales características climatológicas, principalmente la humedad y la temperatura.

2.1.4.PRECIPITACIÓN

De acuerdo a estudios realizados por el instituto Nacional de Meteorología e Hidrología muestra que la parroquia de Sangolquí es una zona de significativas precipitaciones y mantiene una precipitación promedio anual de 1000 mm. siendo los meses abril y octubre los de mayor precipitación con un promedio de 1390mm, incluso en los meses de mayor sequia se observa abundantes pluviosidades en la zona. (INAMHI, Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2017) Estas condiciones favorecen significativamente la humedad de la zona, y por consiguiente el ciclo vital de *Aedes aegypti*.

2.2. SALUD

En la presente investigación existe diferentes puntos de análisis, uno de ellos es las enfermedades tropicales, sin embargo, antes de llegar a una definición de enfermedades tropicales es necesario tener un concepto de la salud.

De acuerdo a la OMS, la salud se puede definir como una ausencia o una carencia de enfermedades en el ser humano, sin embargo, la salud va más allá de estos parámetros, no solo debe evaluarse desde el estado físico, por el contrario, la OMS define la salud como un “estado completo de bienestar físico, mental y social que tiene una persona”. (OMS, Organización Mundial de la Salud, 2010)

Al respecto, se concibe a la salud como un termino con distintos enfoques, sin embargo, se considera que siempre dependerá de la circunstancia o el sujeto de análisis y el tiempo, por ende, es una definición compleja que depende de la visión que la sociedad imponga su concepción. (L.Feito, 2000)

2.2.1. ENFERMEDADES TROPICALES

Se considera a las enfermedades tropicales aquellas que normalmente se origina en los trópicos y en localidades con clima tropical - cálido y húmedo; dichas características presente también en condiciones ambientales en el Ecuador. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2015) en todo el mundo existen enfermedades tropicales que dan lugar a discapacidades y

deformaciones de por vida, y a veces tienen consecuencias mortales, en este punto la OMS ha distinguido dos grande grupo de tales enfermedades:

- Enfermedades endémicas, crónicas y discapacitantes como la oncocercosis, para las que existen tratamientos eficaces de bajo costo que, sin embargo, no suelen estar al alcance de todas las personas afectadas. (OMS, Abordar las enfermedades tropicales desatendidas con el enfoque de los derechos humanos, 2015)
- Enfermedades mortíferas, como la enfermedad del sueño, frente a las cuales la única opción es la búsqueda y el tratamiento sistemáticos de los casos en una fase temprana. (OMS, 2015)

A nivel internacional las enfermedades tropicales tienen una escasa visibilidad, por cuanto están asociadas a condiciones geográficas y ambientales y no es de fácil propagación en los países industrializados. A nivel, suelen ser un problema oculto también porque tienen poca influencia y no les otorga prioridad. A nivel de comunidad afectan porque el carente acceso a los servicios y saneamiento, falta de medidas preventivas en algunas comunidades de diferentes países favorecen el crecimiento de vectores y propagación de enfermedades. (OMS, 2015)

Ante todo este contexto, la OMS define las enfermedades tropicales como “aquellas que ocurren únicamente, o principalmente, en los trópicos. En la práctica, se refiere a las enfermedades infecciosas que predominan en climas calientes y húmedos como el paludismo, leishmaniasis, esquistosomiasis, oncocercosis, la filariasis linfática, la enfermedad de Chagas, la tripanosomiasis africana y el dengue” (OMS, 2015)

De acuerdo con lo expuesto, las enfermedades tropicales son enfermedades infecciosas que se consideran de este modo porque suelen afectar a las regiones tropicales y las razones por las que éstas pueden proliferar en estas regiones se debe a factores ambientales y biológicos como la temperatura, la humedad y la pluviosidad, que favorecen el desarrollo y crecimiento de los vectores transmisores, adicional a esto se le debe sumar que aparte de los factores biológicos y ambientales intervinientes en las enfermedades tropicales también se ve influenciada por factores sociales, puesto que en los países en vías de desarrollo aún se perciben carencias que coadyuvan a la prevalencia de estas enfermedades infecciosas.

2.2.2. DENGUE

Según la definición de la OMS, el dengue es una enfermedad vírica transmitida por mosquitos. Se trata de un virus que se transmite por mosquitos hembra de la especie *Aedes aegypti* principalmente y, en menor grado, de *Aedes albopictus*, es una enfermedad viral que está muy extendida en los trópicos, con variaciones locales en el riesgo que dependen en gran medida de las precipitaciones, la temperatura y la urbanización rápida sin planificación urbanística alguna. (OMS, 2017)

De acuerdo a investigaciones realizadas por la OMS, detalla que en las últimas décadas se a observado una variación en la temperatura visualizando el aumento de la incidencia de dengue en el mundo. Según una estimación reciente, se producen 390 millones de infecciones por dengue cada año de los cuales 96 millones se manifiestan clínicamente (OMS, 2017).

Por esta razón y después de algunos estudios de investigación se evidencia que la enfermedad del dengue se ha dispersado a lo largo del mundo pero con mayor incidencia en los países del continente americano y africano. (Áñez, 2007). Pero a pesar de los estudios y las investigaciones, la OMS explica que la difusión de la enfermedad no se conoce con exactitud, debido a que en varias ocasiones la misma no es reportada ya que el virus muta dependiendo las condiciones climatológicas del país o del territorio y de la adaptabilidad del virus, por lo cual las personas no diferencian con certeza la enfermedad. (OMS, Abordar las enfermedades tropicales desatendidas con el enfoque de los derechos humanos, 2015). De acuerdo a esto y luego del informe de las Américas que reportado por la OMS, se dice que en el año 2015 se reportaron 1.206.172 casos de dengue en todo el continente, para una incidencia promedio de 198 casos/100,000 habitantes. Los datos registrados superaron a los reportados del año 2014 pero a pesar de este incremento en el número de casos, la cantidad de casos graves (2824) y muertes (459) se mantuvieron muy por debajo de los valores observados durante el 2014. (OMS, 2015)

En el mismo reporte, se considera que el dengue es una enfermedad estacional, lo que implica que la enfermedad se presenta con mayor frecuencia en ciertas estaciones del año. Para el año 2015, y principalmente en la región andina, se registró un total de casos de 75698, para una incidencia promedio de 55 casos/100,000 habitantes, 647 casos graves y 52 muertes, donde Colombia y Perú aportaron la mayor cantidad de casos. Hacia el cono sur, se reportaron entre el 50-60% de los casos de dengue en las Américas, con un total 1 054188 casos, 736 graves y 378 muertes, siendo Brasil quien aporta el mayor número de casos, seguido de Paraguay. (OMS, 2015)

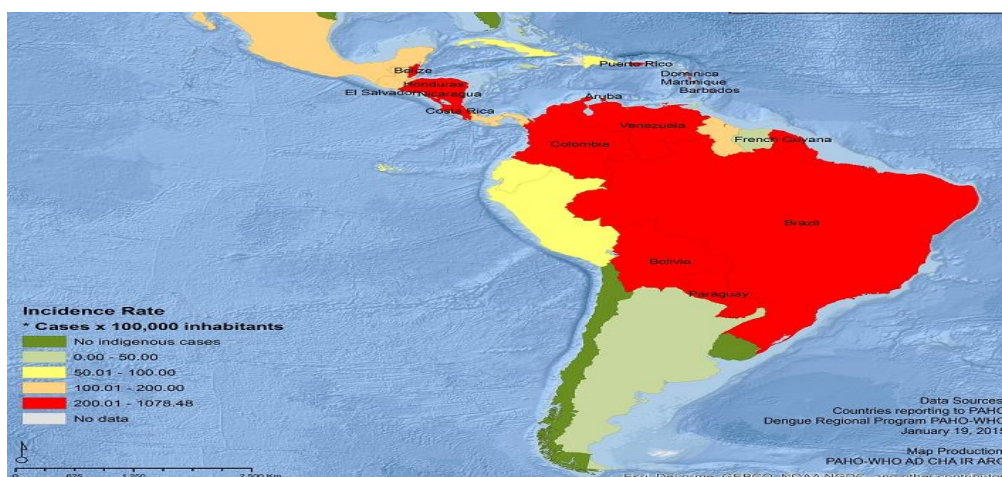


Figura 3: Incidencia del dengue en el continente americano
Fuente: (OMS, 2015)

En la figura 3 relacionado a la incidencia del dengue en el continente americano evidencia que Ecuador perteneciente al grupo de países de cono sur, tiene una incidencia de número de casos de dengue entre los 50.001 y 100.000 casos por año. Lo cual es bajo con respecto a países como Paraguay, Brasil, Colombia, Venezuela y Bolivia que reporta una incidencia importante.

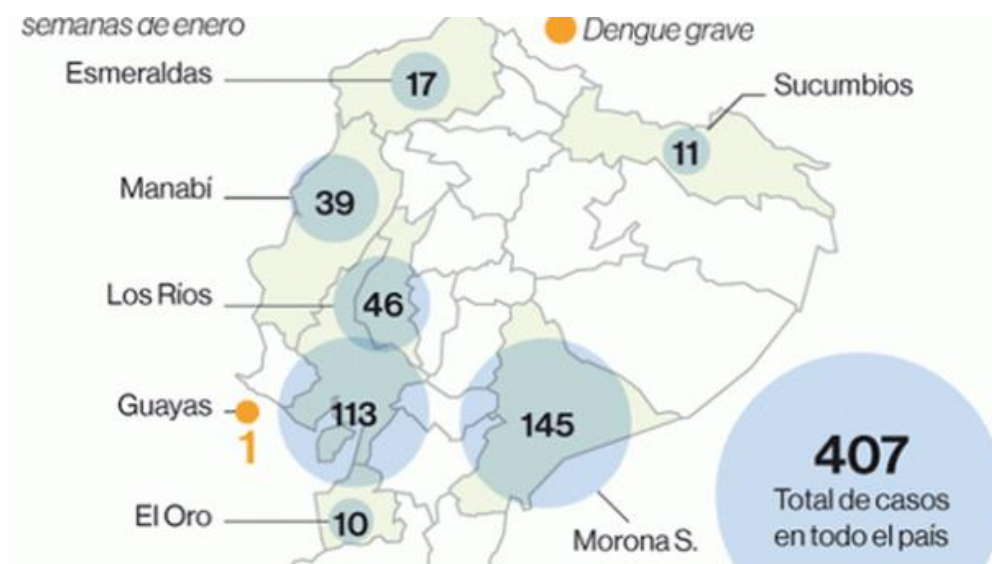


Figura 4: Número de casos de dengue en Ecuador año 2014
Fuente: (Criollo, 2014).

La figura número 4 muestra que los casos de dengue han sido muy elevados en el año 2014 en la provincia de Morona y Guayas, siendo estas afectadas con un número de casos de 145 y 113 respectivamente. Números que ponen en riesgo a la población de una expansión de la enfermedad en provincias cercanas.

Es importante recalcar que el mosquito *Aedes aegypti* vive no solo en áreas rurales, por el contrario también se reproducen en hábitats urbanos y tiene una adaptabilidad principalmente en recipientes artificiales, es por eso que al contar con recipientes llenos de aguas empozadas por las precipitaciones producen criaderos de mosquitos, o a su vez, otro ambiente propicio son sitios que no tienen drenajes, aguas estancadas, entre otras, perfectas para el crecimiento y reproducción de *Aedes aegypti*. (OMS, 2017)

2.2.3. CONDICIONES AMBIENTALES PARA EL DESARROLLO DEL DENGUE.

En la revista científica SCIELO menciona que, el *Aedes aegypti* es el principal vector del dengue, y a su vez esta especie encontró en el mundo moderno condiciones ambientales favorables para su propagación. Es así, que diferentes factores pueden considerarse propicios para que este insecto pueda desarrollarse, entre los más importantes se cita: la rápida urbanización o crecimiento demográfico con servicios deficientes de abastecimiento básico y de eliminación de desechos, la utilización de materiales no biodegradables, los cambios climáticos con modificaciones en los regímenes de lluvia e incremento de la temperatura promedio. (Liborio, Tomisani, Moyano, Salazar, & Balparda, 2004)

Adicional se menciona que, se encuentra una estrecha relación de la enfermedad con condiciones y cambios climáticos globales como el Fenómeno del Niño. Por este motivo, se deduce que, al existir aguas irregularmente cálidas, provocan que la temperatura normal se eleve afectando las costas o ambientes cálidos, provocando con esto lluvias intensas o en sequías prolongadas, erosión, precipitaciones excesivas siendo un factor importante de presencia de inundaciones, etc. En este contexto se provocan ambientes propicios para reproducción de vectores que puedan proliferar enfermedades como el dengue. (Observatorio de la Salud, 2010)

Según el Institut de Recherche pour le Developpement, las condiciones climáticas idóneas para el desarrollo y establecimientos de los aedes son más 500mm de precipitaciones anuales. Es así que se establece que, si la temperatura varía en un promedio de 32 °C y si la humedad supera el 90% en un lapso de 12 días durante los meses más caluroso, serían condiciones óptimas para que se produzca una epidemia de dengue. (Boussion, 2012)

Para los aedinos, estas condiciones son muy importantes tanto para sobrevivir como para reproducirse, puesto que los periodos reproductivos varían en función de la temperatura y la estación del año. Esto significa que el aumento de la temperatura acorta los ciclos de reproducción y desarrollo del mosquito y las estaciones con mayor actividad se estiman en primavera, verano y otoño. (CEIP, 2016). Por otra parte estudios llevados en Cuba han demostrado que los mosquitos *Ae. Aegyoti* sólo utilizan un espacio estrecho entre la superficie del agua y las zonas más profundas, lo cual ayuda a discernir su presencia en gran diversidad de recipientes; considerados criaderos excepcionales. (Marquetti, 2008)

Ante el panorama el dengue es una enfermedad que se propaga rápidamente en los países tropicales por las condiciones ambientales y por ellos se considera un problema de salud pública porque tiene la capacidad de reproducirse en pequeños lugares con contenido acuático. Al respecto, el Ministerio de Salud Pública del Ecuador en su boletín epidemiológico N° 33 refiere lo siguiente:

*“En el Ecuador el Dengue representa un prioritario y creciente problema de salud pública en el contexto de las enfermedades transmitidas por vectores, mostrando un comportamiento endemo-epidémico desde su aparición a finales de 1988; año a partir del cual, de manera progresiva y en concordancia con la dispersión del vector y la circulación de nuevos serotipos virales, se han registrado varios ciclos epidémicos. La persistencia de la transmisión de la enfermedad está asociada a determinantes sociales, económicos, ambientales y culturales que en mayor o menor magnitud están presentes en aproximadamente el 70% de la extensión territorial del país, donde se estima habitan 8'220.000 habitantes que están en riesgo de enfermar por esta patología. La transmisión del dengue se mantiene de manera endémica durante todo el año y los ciclos epidémicos generalmente coinciden con la temporada de lluvias, donde se dan las condiciones propicias para la explosiva reproducción del *Aedes aegypti* vector de la enfermedad en una serie de recipientes que se encuentran en las viviendas”.* (MSP, Boletín epidemiológico N° 33 de la situación del dengue en el Ecuador, 2013)

Con respecto a lo antes planteado, se evidencia que el Ecuador posee gran cantidad de características que los convierten en escenarios potenciales para desarrollar el virus y favorecen la supervivencia del mosquito, según las estadísticas del Ministerio de Salud Pública para el mes de enero de 2017, que a continuación se evidencia en la siguiente figura número 5:

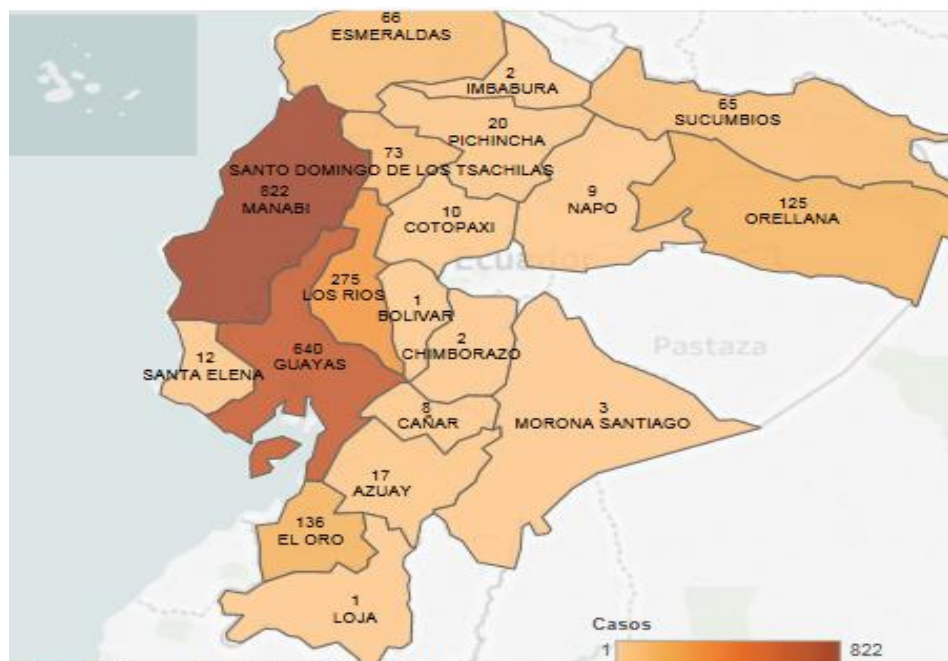


Figura 5: Total de casos de dengue, por provincia. Ecuador, Enero 2017
Fuente: (SIVE_ALERTA, 2017)

En la figura 5 se observa que el dengue tuvo mayor incidencia en las provincias de la región costanera, siendo la provincia de Manabí la que refleja una mayor cantidad de casos de dengue reportados. Es importante recalcar que todas estas provincias mantienen temperaturas por encima de los 14°C pero menores a los 42°C, permitiendo el desarrollo del ciclo de vida del mosquito *aegypti*, mientras que la zona central andina obtuvo una incidencia mucho menor a la observada en la costa. Todos estos antecedentes indican y comprueban que los factores climáticos inciden significativamente en la reproducción del mosquito y en consecuencia la prevalencia y propagación de la enfermedad.

2.2.4. ESTUDIOS REALIZADOS DE ENFERMEDADES TROPICALES VS CALENTAMIENTO GLOBAL

A medida que el mundo se calienta, los ecosistemas luchan para hacer frente a los rápidos cambios ecológicos. El calentamiento global ya ha

provocado cambios climáticos que están añadiendo una pesada carga sobre la salud de las personas en todo el mundo, generando enfermedades, especialmente aquellas transmitidas por vectores; pues el clima influye sobre estos vectores de muchas maneras haciendo desde su ciclo de vida hasta su ciclo de reproducción. (Becerra Benítez & Verdezoto Morejón, 2016)

Para el 2010 se estima que la temperatura mundial, habrá aumentado en promedio de 1,0 °C a 3,5°C lo cual con lleva también aumentar el riesgo de sufrir numerosas enfermedades transmitidas por los diferentes vectores, el cambio climático afecta de manera directa a la biología y ecología de los vectores y los huéspedes intermedios, lo cual con lleva al riesgo de transmisión de enfermedades, lo cual es de manera muy perjudicial para el ser humano (Githeko, 2001)

En el 2012 en la Universidad de Compostela, España; se llevó a cabo un estudio monográfico denominado “¿Enfermedades tropicales y calentamiento global?” El objetivo consistió en investigar la relación entre el calentamiento global y las enfermedades tropicales. Entre sus resultados concluyeron que el cambio climático, provoca un aumento de temperaturas que trae consigo una "explosión de mosquitos e insectos vectores". Además del aumento de temperaturas, provoca inundaciones las cuales favorecen la propagación de las enfermedades transmitidas por insectos, como dengue o paludismo, una de las causas de que las inundaciones favorezcan la proliferación de insectos, es que estos, los primeros estadios de su desarrollo los llevan a cabo en el agua. (Abelenda, 2012).

Otros estudios desarrollados detallan que el zika es una enfermedad tropical, es un flavivirus transmitido por mosquitos que se identificó por primera vez en Uganda en 1947; en el año 2007 se documentó el primer brote de este virus, en el estado de Yap, en los Estados Federados de Micronesia (Hennessey,

2016), mientras que otra enfermedad de origen tropical es la malaria, se la considera como una epidemia que se extiende de forma rápida a través del planeta, ya que en 106 países se la considera endémica, y con estimaciones que hablan entre 700 000 y 2,7 millones de víctimas al año, localizadas en países africanos (Giménez, 2008); otra enfermedad de origen tropical es la leishmaniasis, que se la encuentra en el este y sureste de Asia, Oriente Medio, Norte y este de África, América Central y Suramérica, se estima que afecta a 12 millones de personas en el mundo, con 1,5 a 2 millones de nuevos casos cada año, su distribución geográfica está aumentando debido a los cambios del medio ambiente, aumentando la exposición humana al vector (Sherman, 2016)

Con esta investigación citada, se muestra que los cambios climáticos tienen un gran impacto en la salud, porque favorecen la proliferación de enfermedades como las tropicales. A medida que aumente el desequilibrio ecológico por efectos climáticos es muy posible que la salud de la humanidad disminuya a causa de enfermedades. (Abelenda, 2012)

En Argentina, en el año 2009 en el Instituto Privado Carlos Linneo de la ciudad de Oberá se llevó a cabo una investigación denominada “El Cambio Climático y las Enfermedades Tropicales: Una Mirada Local”. Tuvo como objetivo investigar si existían manifestaciones del cambio climático en la localidad de Oberá y, en tal caso, que características podían presentar las mismas. Por otra parte se pretendía investigar sobre los antecedentes de una de las enfermedades tropicales de mayor impacto en la región, el dengue, como así también algunas características sobre el ciclo de vida del *Aedes aegypti*, vector de la enfermedad. (Alles, 2009). Los autores tomaron en cuenta variables como la temperatura, la humedad y las precipitaciones en un período entre 25 y 35 años. Los resultados mostraron que los indicadores

meteorológicos evidencian incrementos en la temperatura media anual y en la humedad, y que la precipitaciones no han variado en magnitud pero si en la distribución anual en la ciudad de Overa. En cuanto a los datos obtenidos sobre el dengue, observaron una coincidencia entre el aumento de casos en distintos momentos asociados con los picos de incremento de temperatura. (Alles, 2009)

En Colombia en el 2016, un equipo de investigadores del Programa de Estudio y Control de Enfermedades Tropicales de la Universidad de Antioquia, en una investigación logró registrar la presencia del mosquito transmisor de enfermedades tropicales, a 2.302 metros sobre el nivel del mar, la mayor altitud registrada para este vector en Colombia. Incluso, la máxima altura en la que se ha encontrado en América Latina. Durante la investigación también se encontró infección con el virus del dengue a una altura de 1.984 metros. Estos hallazgos son significativos ya que muestran que hay regiones de Colombia con riesgo potencial de transmisión autóctona de dengue y otros virus por *Aedes Aegypti* donde antes no se presentaban. Lo cual resulta relevando y comprueba que el mosquito se está adaptando a alturas y sobreviviendo a condiciones que se supone que no son aptas para su ciclo de vida reproductivos. (Hoyos, 2016)

En Ecuador, en el año 2012 se realizó un estudio concentrada en determinar el comportamiento clínico epidemiológico del Dengue en la población Esmeraldeña. Entre sus hallazgo se evidencio que múltiples factores como la situación de salud, ambiental, pobreza y analfabetismo contribuyen en la propagación del dengue, en consecuencia el comportamiento clínico epidemiológico se verá influenciado permanentemente. (Alta, 2012)

Para el año 2014, en la Universidad Católica de Cuenca (Ecuador) se elaboró una investigación titulada “Enfermedades tropicales con mayor incidencia en el Ecuador”. Determinando que entre las enfermedades con más incidente en Ecuador y en orden se encuentra el Dengue, seguido del paludismo, chagas, leishmaniasis, leptopirosis, fiebre amarilla y tuberculosis. (Criollo, 2014)

En el estudio citado se evidencia que el Dengue es una enfermedad tropical que tiene un comportamiento epidemiológico importante en el país, razones por las cuales es necesario aplicar medidas específicas para controlar y erradicar el vector responsable. Ante esto, el Ministerio de Salud Pública (MSP) ecuatoriano ha incrementado acciones preventivas para el control del vector. En el año 2015 el MSP intensificó en un 27% las fumigaciones en los diferentes lugares del país. En los meses comprendidos de enero a abril de 2015 se realizaron 705.189 fumigaciones intradomiciliarias y extradomiciliarias, lo que representa un incremento del 27,1% respecto a 2014, año en que se realizaron 554.705 fumigaciones. La razón de este incremento es la necesidad de fortalecer acciones ante la llegada de las enfermedades transmitidas por el mosquito en Ecuador. (Ministerio de Salud Pública, 2015)

Bajo este panorama descrito, el MPS en el año 2016 aunado a las fumigaciones que viene ejecutando desde hace algunos años como medida de control vectorial, agregó el abatizaje de las agua, el cual consiste en colocar una cantidad de veneno para el mosquito más no para el humano. Asimismo, continúa con la promoción de hábitos higiénicos con respecto al ambiente, que ayudan al control del vector (MSP, 2016). Con estas estrategias de acción el MSP ecuatoriano mantiene la vigilancia y control epidemiológico del mosquito evidenciándose en la disminución de casos de en las diferentes entidades.

Por otra parte es necesario mencionar que en la parroquia de Sangolquí no se encontraron investigaciones relacionadas al tema.

Los resultados hacen concluir que la distribución biogeográfica de esta especie de mosquito responsable de un número importante de enfermedades tropicales como el dengue, se ha ido expandiendo debido al calentamiento global y factores de niveles socioeconómicos y culturales.

2.3. MARCO LEGAL

2.3.1. LA CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR (JULIO 2008)

La investigación se apoya en los siguientes artículos de la Constitución de la República del Ecuador, los cuales hacen referencia al derecho a la salud y la garantía por parte del estado. Estos artículos establecen lo siguiente:

En el artículo 32 de la constitución de la republica del ecuador cita que: la salud es un derecho que garantiza el estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir. (CONSTITUCIÓN, 2008)

El estado garantizará este derecho mediante políticas económicas, sociales, culturales, educativas y ambientales; y el acceso permanente, oportuno y sin exclusión a programas, acciones y servicios de promoción y atención integral de salud, (...).

El artículo indica de tal manera, que el Gobierno tiene la obligación de cuidar la salud del pueblo ecuatoriano, obligación que solo puede cumplirse mediante la adopción de medidas sanitarias y sociales adecuadas, basada en métodos y tecnologías prácticos, científicamente fundados y socialmente aceptados, puesta al alcance de todos los individuos y familias de la comunidad, mediante su plena manifestación y a un costo que la comunidad y el país puedan soportar (CONSTITUCIÓN, 2008)

En los artículos dispuestos desde el 358 al 366 reitera que el estado debe formular políticas para proteger la salud de la población ecuatoriana. En estos artículos se proclama el derecho a la protección de la salud y se establecen los derechos y deberes de todos los ciudadanos al respecto, que se mejoren las líneas de atención en base a principios y respeto a la dignidad humana con el fin de proveer herramientas y acceso a la salud. (CONSTITUCIÓN, 2008)

Art. 358.- El sistema nacional de salud tendrá por finalidad el desarrollo, protección y recuperación de las capacidades y potencialidades para una vida saludable e integral, tanto individual como colectiva, y reconocerá la diversidad social y cultural. (.....).

Art. 359.-El sistema nacional de salud comprenderá las instituciones, programas, políticas, recursos, acciones y actores en salud, abarca todas las dimensiones del derecho de salud. (.....)

Art. 361.- El estado ejercerá la rectoría del sistema a través de la autoridad sanitaria nacional, será responsable de formular la política nacional de salud, y normará, regulará y controlará todas las actividades relacionadas con la salud, así como el funcionamiento de las entidades del sector.

2.3.2. LINEAMIENTOS ESTABLECIDOS POR EL PNBV (PLAN NACIONAL DEL BUEN VIVIR)

Según los lineamientos establecidos por el PNBV ecuatoriano, la investigación se apoya en el objetivo 3, que establece “Mejorar la calidad de vida de las personas”. Lineamientos 3.2. Ampliar los servicios de prevención y promoción de la salud para mejorar las condiciones y los hábitos de vida de las personas fortaleciendo el sistema de vigilancia y control epidemiológico, con corresponsabilidad comunitaria, antes posibles riesgos de causen morbilidad y mortalidad evitable o que sean de notificación obligatoria.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1. RECOPIACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para el presente estudio se requirió información meteorológica e información sobre epidemiología, por este motivo se requirió información del INAMHI (Instituto nacional de meteorología e hidrología) de las estaciones meteorológicas que cuenten con información desde el año 1980 que es la época de inicio del estudio. Para el estudio epidemiológico se requirió

información del ministerio encargado del control de la salud, en este caso ministerio de Salud pública para los datos de dengues confirmados desde la época con la que se cuenta.

Las estaciones requeridas fueron las que se encontraban cercanas al área de estudio (Sangolquí), para posteriormente mediante un análisis geográfico determinar que estaciones tienen incidencia directa a esta zona. En la figura 6 se muestra las estaciones más cercanas al área de estudio.

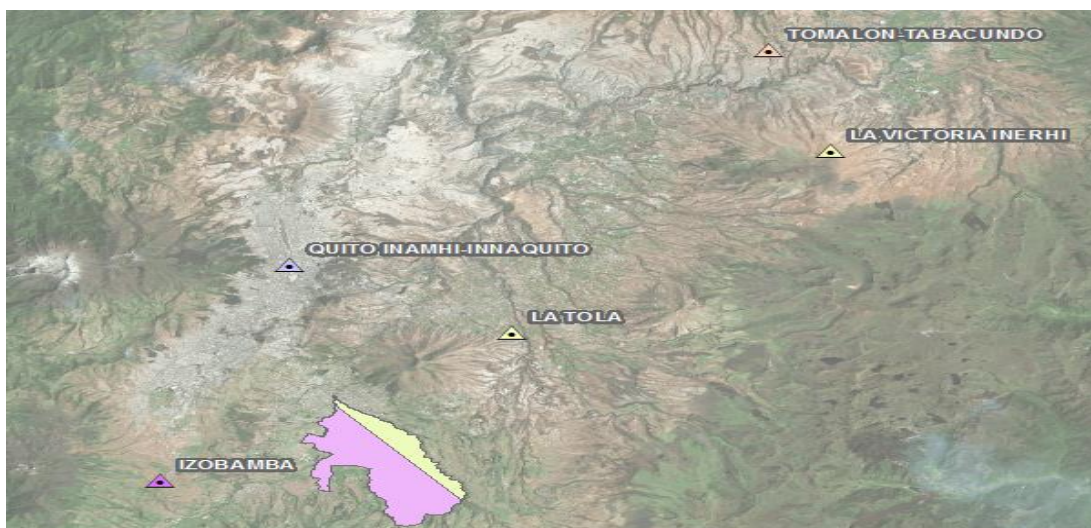


Figura 6: Estaciones meteorológicas cercanas al área de estudio

Se debe mencionar que todas las estaciones mostradas en la figura 6 son estaciones meteorológicas propias que poseen las variables requeridas, debido a que existen más estaciones distribuidas alrededor del área de estudio, pero estas solo poseen información pluviométrica que para nuestro caso son irrelevantes.

Una vez obtenida la información se procedió a determinar qué estaciones tienen incidencia directa a la parroquia de Sangolquí, para lo cual mediante polígonos de Thiessen se formarán áreas de incidencia directa para cada una de las estaciones, este análisis geográfico se realizó con el software

ArcGis 10.3 mediante el comando “Crear polígonos de Thiessen”, dando como resultado que las estaciones meteorológicas “La Tola” e “Izobamba” son las dos únicas estaciones que inciden directamente en la parroquia. En la figura 7 se muestra los polígonos de Thiessen creados dentro del software ArcGis y el área de incidencia de cada una de estas estaciones. La ecuación (1) se muestra el modelo matemático de los polígonos.

$$v(p_i) = \cap_{j=1, j \neq i}^n h(p_i, p_j) \quad (1)$$

Donde $v(p_i)$ es la región de Thiessen y $h(p)$ son los lugares geométricos más cercanos a los valores de ubicación del punto de referencia y \cap es la intersección entre los semiplanos creados

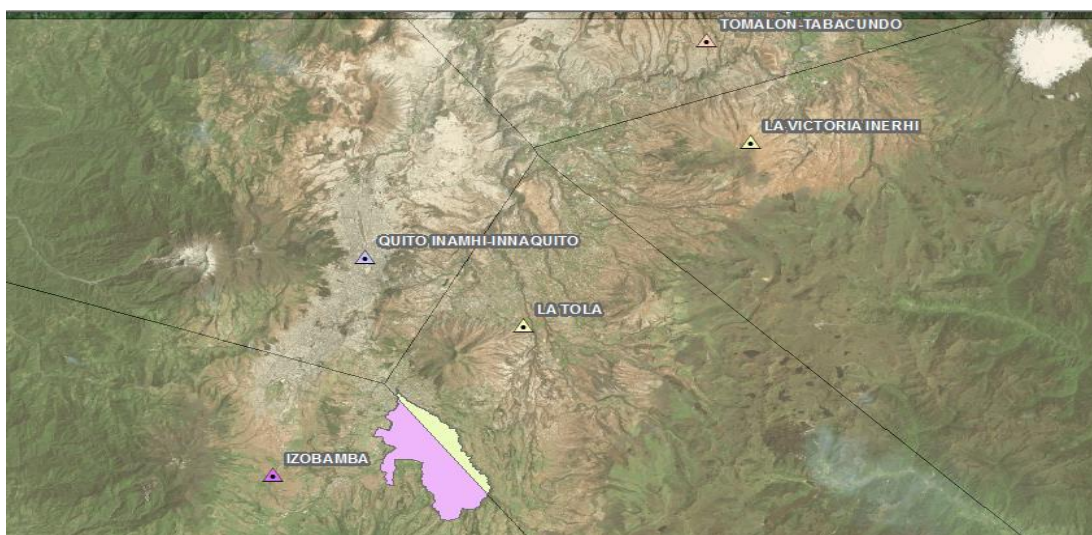


Figura 7: Áreas de incidencia de las estaciones meteorológicas

Como se puede observar las estaciones Izobamba y la Tola fueron las estaciones con influencia directa, teniendo la primera estación un porcentaje 76,30% del total del área en estudio.

Las variables meteorológicas de cada una de las dos estaciones tienen fechas de inicio de operaciones diferentes, por lo cual se debe homologar la fecha de inicio, por tanto desde el 1 de marzo de 1980 las fechas coinciden y se procede a realizar todos los análisis estadísticos respectivos.

En los anexos 1 a 4 se muestran las tablas con cada una de las variables meteorológicas y toda la información obtenida por cada una de estas desde sus respectivos años de inicios de operación hasta el año 2015.

3.2. OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN DE CASOS DE DENGUE HASTA EL 2015.

Como se expuso anteriormente se requirió información epidemiológica al ministerio encargado de emitir boletines y registrar casos de cualquier enfermedad tropical, y se obtuvo los casos de dengue registrados desde el año 94, estos registraban los casos por años hasta el 2015.

En la tabla número 2 se muestran los casos de dengue desde el año 1994 hasta el 2015.

Tabla 2:**Casos de dengue desde el año 1994**

Año	casos dengue
1994	9096
1995	3399
1996	12796
1997	3871
1998	5241
1999	3169
2000	22958
2001	13707
2002	7329
2003	10932
2004	6586
2005	14789
2006	6989
2007	10587
2008	2871
2009	6312
2010	18130
2011	7751
2012	17116
2013	14090
2014	15584
2015	42459

3.3. TRATAMIENTO DE LAS VARIABLES AMBIENTALES

En el estudio se trabajó con las variables temperatura máxima, media y mínima, precipitación mensual y humedad relativa, datos obtenidos desde el año 1980 por el INAMHI. Para la depuración de la información se utilizó el programa Excel y se determinó el promedio mensual para cada una de estas variables, debido a que esta información viene tabulada diariamente y al existir datos en blanco o donde no se registró ninguna información. Aquí se realizó

la tabulación y depuración de la información con datos en blanco donde la estación estuvo en mantenimiento o por algún motivo no registró información al respecto.

En la figura número 8 se muestra un ejemplo del tratamiento previo que se les dio a estas variables.

		VALORES	DIARIOS							SUMA	promedio
12	ANIO	DIA	1	2	3	4	5	6	7		
13	1980	3	79	78	80	75	76	74	76	2321	77,2258065
14	1980	4	78	89	83	80	82	84	81	2364	76,2580645
15	1980	5	86	84	76	65	79	78	77	2024	67,4666667
16	1980	6	78	82	69	71	77	74	63	1960	63,2258065
17	1980	7	59	61	64	57	47	47	50	1895	63,1666667
18	1980	8	50	64	68	72	70	81	77	1968	65,6
19	1980	9	65	73	65	56	62	59	61	2417	77,9677419
20	1980	10	74	77	77	76	84	88	82	2272	78,3448276
21	1980	11	76	85	84	85		81	75	2251	77,6206897
22	1980	12	85	78	78	76	78	71	78	2276	75,8666667
23	1981	1	80	83	80	74	72	74	84	2199	78,5357143
24	1981	2	78	76	80	84	79	75	75	2558	82,516129
25	1981	3	70	64	75	78	81	87	86	2457	81,9
26	1981	4	66	74	77	75	87	88	87	2336	77,8666667
27	1981	5	87	82	71	71	63	62	83	2240	74,6666667
28	1981	6	73	62	61	68	68	71	82	2083	67,1935484
										2135	71,1666667
										2031	67,7
										2214	73,8

Figura 8: Ejemplo de tratamiento a las variables meteorológicas

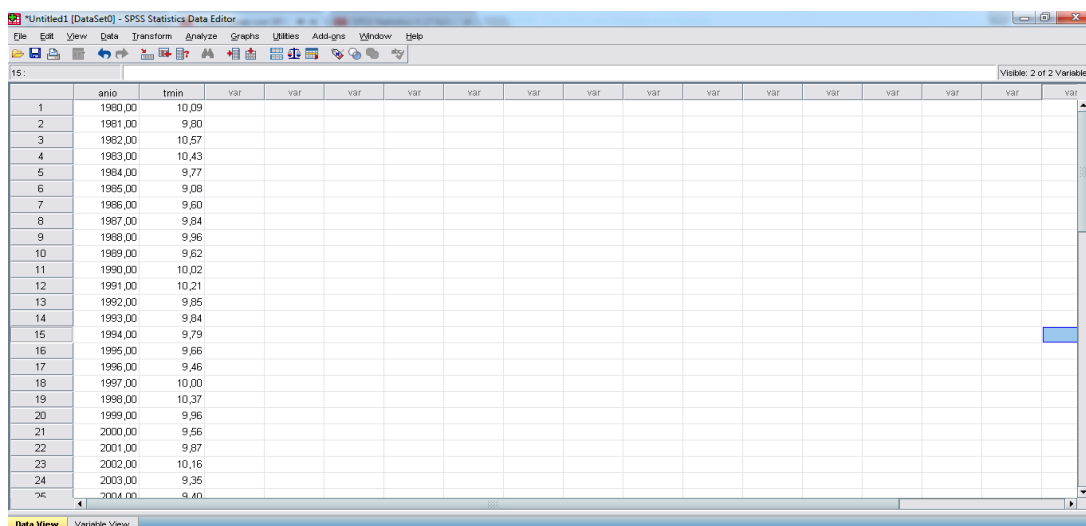
En la figura 8 se puede ver claramente como existen datos sin ninguna información, y debido a su extensión de meses se procedió a realizar un promedio para obtener un valor específico por meses, evitando así incurrir en errores sistemáticos al momento de proyectar los datos a futuro.

3.4. PROYECCIÓN DEL CLIMA A PARTIR DEL 2015 (TEMPERATURA Y HUMEDAD)

Para la proyección de las variables meteorológicas se utilizó el programa SPSS de IBM, el cual determina el modelo idóneo para su proyección a futuro, según la información o la variable ingresada.

Para esto se procedió a crear un archivo en el software con el promedio mensual de las variables temperatura y humedad. Cabe recalcar que se trabaja con la temperatura media, que es la información con la que la teoría define las condiciones para que pueda existir el virus del dengue. (Valdez, 2008)

Para esto se ingresó las columnas de años y la variable dentro de la vista de datos del software. En las figura 9 a 13 se muestra el procedimiento que se realizó para la predicción de las variables 50 años a futuro.



The screenshot shows the SPSS Statistics Data Editor interface. The main window displays a data table with the following data:

	año	tmin	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var
1	1980,00	10,09															
2	1981,00	9,80															
3	1982,00	10,57															
4	1983,00	10,43															
5	1984,00	9,77															
6	1985,00	9,08															
7	1986,00	9,60															
8	1987,00	9,84															
9	1988,00	9,96															
10	1989,00	9,62															
11	1990,00	10,02															
12	1991,00	10,21															
13	1992,00	9,85															
14	1993,00	9,84															
15	1994,00	9,79															
16	1995,00	9,66															
17	1996,00	9,46															
18	1997,00	10,00															
19	1998,00	10,37															
20	1999,00	9,96															
21	2000,00	9,56															
22	2001,00	9,87															
23	2002,00	10,16															
24	2003,00	9,35															
25	2004,00	9,40															

Figura 9: Ingreso de datos al software

Una vez ingresado los datos se aplicó los modelos predictivos dentro del software SPSS

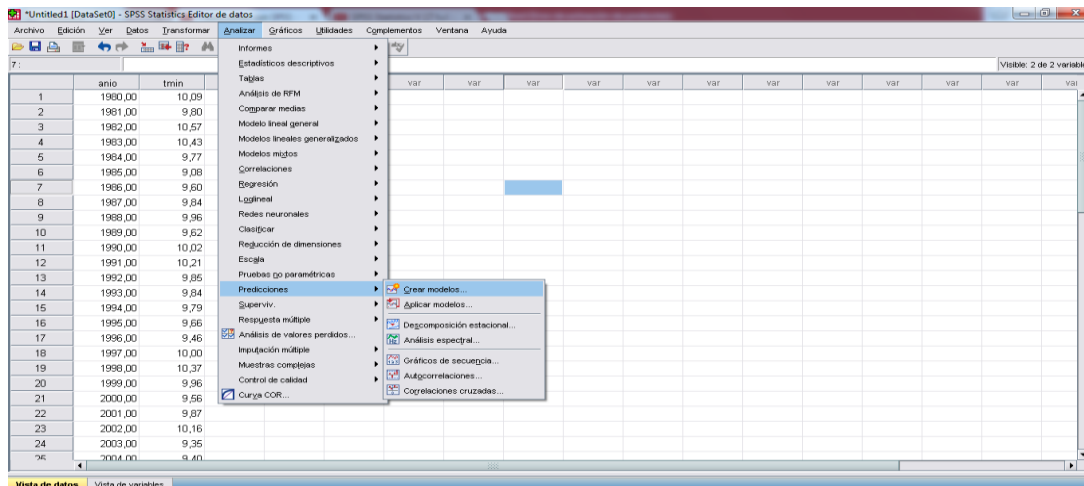


Figura 10: Creación del modelo predictivo

Se establecen los intervalos de temporalidad sobre la base de los datos estadísticos de humedad y temperatura, en este caso se utilizó la serie temporal mensual y desde marzo de 1980

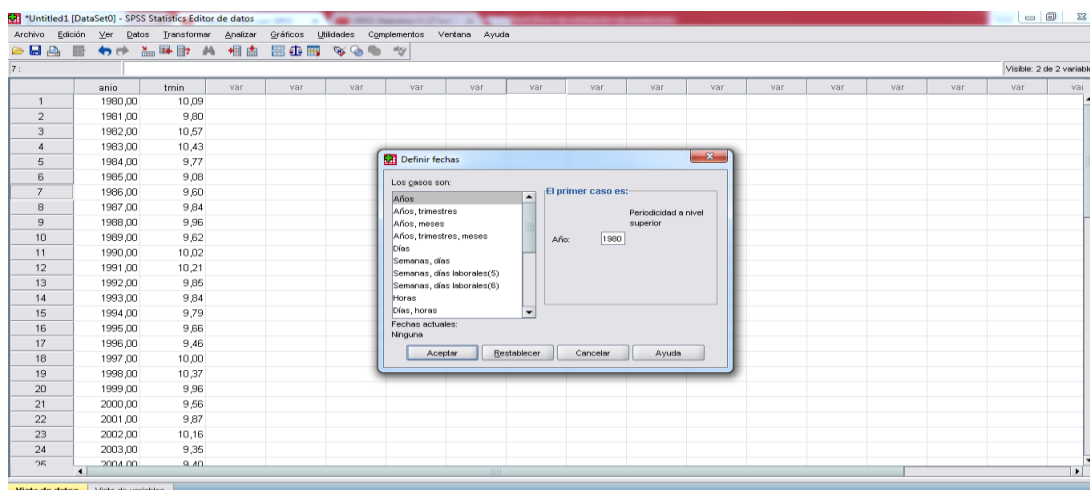


Figura 11: Definición de datos de entrada

Una vez establecida la temporalidad se crean las variables año y fecha y una vez creadas estas variables se deben clasificar por variable dependiente e independiente, siendo la nueva variable de los años la variable independiente y la temperatura la dependiente.

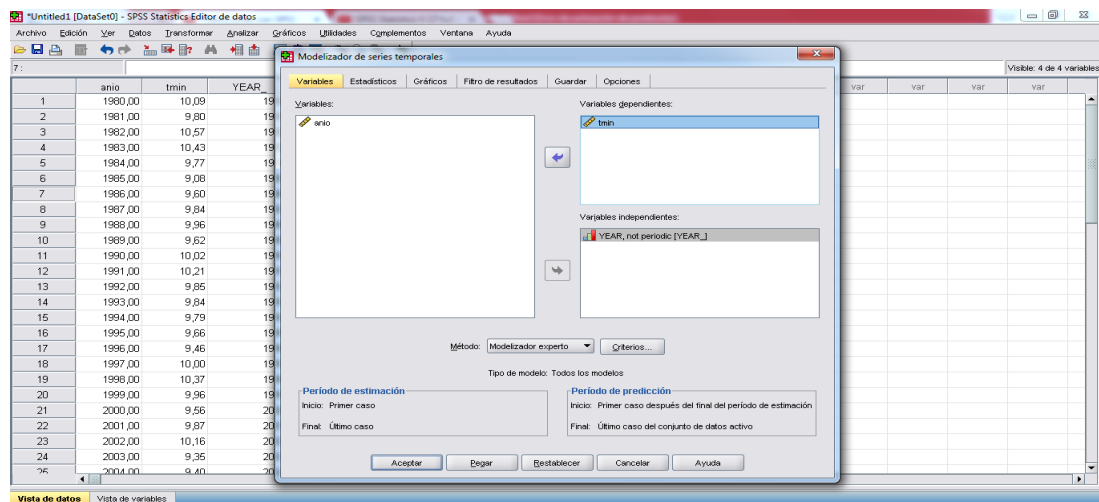


Figura 12: Clasificación de la variable dependiente e independiente

Finalmente se establece el intervalo de tiempo a la que se desea proyectar los datos a futuro, para este caso se trabajó con una proyección al 2065, con un nivel de confianza al 95%.

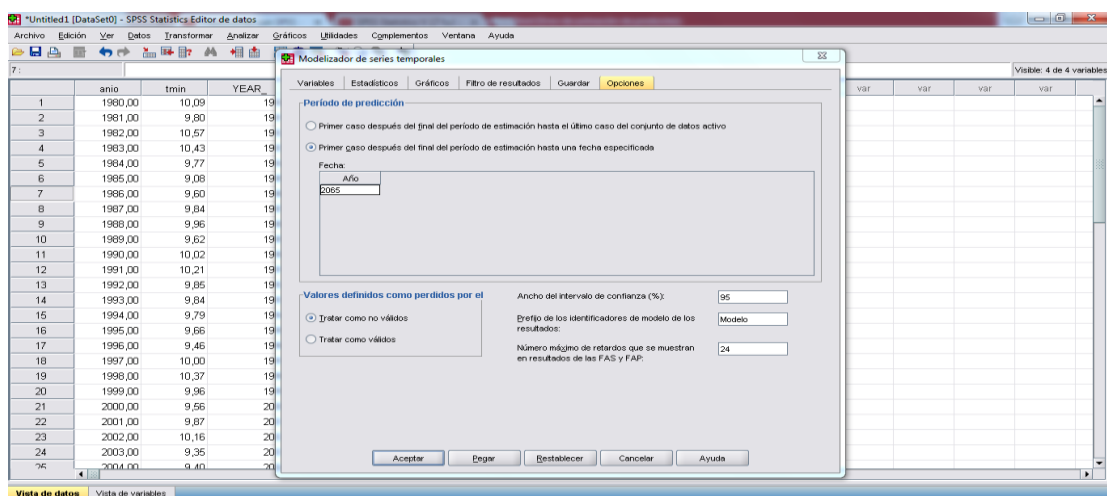


Figura 13: Determinación del año al que se quiere predecir los datos.

El modelo elegido para la predicción en este caso específico fue el modelo **ARIMA**, debido a que este utiliza variaciones y regresiones estadísticas para encontrar patrones que sirven para generar predicciones hacia el futuro (González, 2009). Este proceso se repitió también con la variable humedad relativa, los datos proyectados se muestran en el anexo 5.

El modelo ARIMA significa (Modelo autorregresivo integrado de media móvil) por sus siglas en inglés, y se la puede definir como una serie temporal que cuenta con un componente autorregresivo y un componente móvil, mismos que a partir de datos pasados y sus respectivos ajustes y ponderaciones encuentra similitudes o patrones que permiten estimar valores a futuro (González, 2009). Se debe tomar en cuenta que los ajustes, regresiones y ponderaciones realizados dentro del proceso se expresan en la ecuación del modelo bajo parámetros propios de cada componente, es decir que existen parámetros específicos para el componente autorregresivo y otro para el componente móvil (González, 2009). En la siguiente ecuación se muestra el modelo ARIMA, mismo que se utilizó dentro del programa SPSS para realizar las proyecciones 50 años a futuro. En la ecuación 2 se visualiza la relación matemática del modelo ARIMA.

$$Y(t) = C + \phi_1.Y_{t-1} + \dots + \phi_p.Y_{t-p} + \theta_1.\varepsilon_{t-1} + \dots + \theta_q.\varepsilon_{t-q} + \varepsilon_t \quad (2)$$

Donde C es una constante relacionada a los valores pasados de la variable, ϕ son los parámetros del componente autorregresivo y θ son los parámetros propios del componente media móvil y ε_t es el término de error. (González, 2009).

3.5. CORRELACIÓN ESTADÍSTICA ENTRE VARIABLES METEOROLÓGICAS Y CASOS DE DENGUE

Para el procedimiento sobre la correlación estadística entre la temperatura y humedad con el número de casos de dengue, se tiene por fin encontrar una relación general entre estas variables para discernir si es posible la existencia del virus del dengue con el aumento de temperatura y por consiguiente de humedad. (Hoyos, 2016)

Debido a que los datos de existencia de dengue se encontraban tabulados por años desde 1994, se necesitó establecer una correlación entre variables ambientales por años, esto debido a que se debe normalizar una temporalidad y en este caso al tener los datos epidemiológicos anuales se trabajó con la misma escala, además que se requiere condiciones de humedad que superen el umbral del 90% (Boussion, 2012).

Para obtener la correlación existente primero se debió relacionar las variables meteorológicas, para lo cual se necesitó obtener un índice de relación que se calculó simplemente con la división entre la humedad relativa y la temperatura, obteniéndose valores menores a 1, transformándose este índice en la nueva variable que se correlaciona con los casos de dengue. En la figura 14 se muestra el proceso general para la obtención de la correlación existente entre las variables meteorológicas y el número de casos de dengue y en la ecuación (3) el índice de correlación.

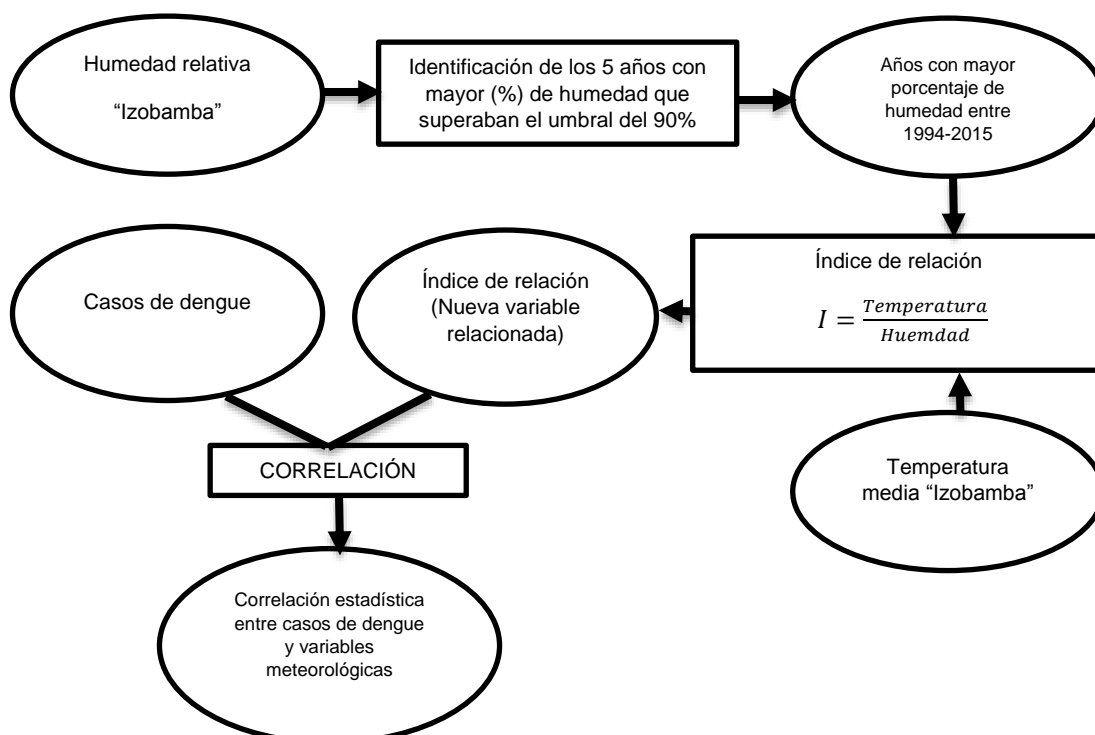


Figura 14: Proceso para la obtención de la correlación estadística.

$$I = \frac{TEMPERATURA}{HUMEDAD} \quad (3)$$

Se debe tomar en cuenta que la ecuación sobre el índice de relación se la aplicará con el fin de relacionar las variables meteorológicas.

3.6. MODELOS DE APLICACIÓN

3.6.1. Evaluación Multi-Criterio (EMC)

De acuerdo a la Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica, Geofocus, el análisis multicriterio es un factor de evaluación el cual proporciona el marco adecuado para la integración de los

distintos factores (medio ambiente, economía y sociedad) que intervienen de forma espacial en jerarquías analíticas (Analytic Hierarchy Process - AHP) que ha sido incorporado en distintas aplicaciones SIG para la realización de análisis de aptitud. (Santé & Crecente, 2005). La evaluación multicriterio (EMC), funciona con la finalidad de auxiliar al investigador a que tome la mejor decisión referente a las múltiples alternativas en torno a las competencias y conflictos presentados. De acuerdo a esto se considera que las técnicas de EMC posee varias etapas; la primera consiste en el diseño de una matriz con los criterios y las alternativas definidos; como segunda instancia consiste en la agregación de las distintas puntuaciones de los criterios, con el uso de algún procedimiento de agregación (la aplicación de alguna técnica de EMC) específico, tomando en cuenta la preferencia de los decisores expresada en término de pesos que se asignan a los diferentes criterios; ese procedimiento o técnica permite al decisor comparar entre las diferentes alternativas con base a los pesos asignados. (Ramirez, 2008)

Por ello se considera que la EMC, se sustenta en aspectos o criterios asociados a cada alternativa disponible. Pero para dicha evaluación a continuación se cita algunas técnicas que permiten la evaluación.

3.6.2. Técnicas de evaluación multicriterio

Para (Ramirez, 2008), existen tres técnicas principales, La primera llamada de ordenamientos o jerarquías, la misma que consiste en realizar comparaciones pareadas o globales entre alternativas. La segunda conocida como De utilidad Multiatributo o multicriterio: la cual su objetivo principal es basarse en modelos multiplicativos simples o aditivos para agrupar criterios simples. Son adecuados para análisis de sistemas ambientales. Y finalmente la técnica de programación matemática: orientada para ayudar a identificar la solución ideal introduciendo la medida de la distancia en unidades métricas.

Por otra parte, los principales métodos de evaluación y decisión multicriterio discreto son: Ponderación Lineal, Utilidad Multiatributo (MAUT), Relaciones de Superación y AHP. (Ramirez, 2008)

Ponderación lineal

Utilizada principalmente decidir situaciones de indecisión o con pocos o nulos niveles de información. Este método es conocido a nivel mundial debido que se lo considera fácil y amigable con su interfaz, se construye una función de valor para cada una de las alternativas y es completamente compensatorio y puede resultar dependiente y manipulable en la asignación de pesos a los criterios o en la escala de medida de las evaluaciones. (Ramirez, 2008)

Utilidad Multiatributo

El método de utilidad Multiatributo supone la transitividad de preferencias o la comparabilidad, utiliza “escalas de intervalo”, y acepta el

principio de “preservación de orden” (rank preservation). La condición de independencia preferencial mutua entre los atributos suele aceptarse casi axiomáticamente, e implícitamente es cuestionable y no refleja la estructura de preferencias del agente decisor, esta utilidad permite abordar fluidamente cuestiones de incertidumbre y riesgo. (Ramirez, 2008)

Relaciones de superación

La función de las relaciones de superación es una comparación de dos factores o dos alternativas propuestas a este mecanismo se lo conoce como un mecanismo básico de comparaciones binarias de alternativas, lo que para un mejor entendimiento se lo conoce como una relación de dos en dos, tanto en alternativas como en criterios. De esta forma puede construirse un coeficiente de concordancia Cik asociado con cada par de alternativas. (Ramirez, 2008)

3.6.3. LÓGICA DIFUSA (FUZZY)

Esta lógica es conocida como lógica borrosa debido a que trabaja con información empírica lo que quiere decir por conocimientos propios, permite resolver análisis con información lingüística y numérica sin la necesidad de un modelo matemático preciso, pero este modelo debe realizárselo con dos valores aleatorios pero apropiadamente contextualizados y los refiriere entre sí. (Flores R. , 1996)

La ventaja de utilizar esta técnica, es que al utilizar un conocimiento empírico permite expresar o concluir juicios imprecisos o indeterminados. Sin Base científica debido a que el método no se basa en una lógica dual. (Azcona, 2014)

En la investigación se utilizó una clasificación para las Necesidades Básicas Insatisfechas de la parroquia de Sangolquí, las mismas que se realizó un Ranking por Quintiles, dando como resultado:

- De 0% a 14% se determina como Nulo,
- De 14% a 27% se determina como Bajo,
- De 27% a 50% se determina como Medio,
- De 50% a 77% se determina como Alto, y finalmente,
- De 70% al 100% se determina muy Alto.

Y para la clasificación de la presencia del dengue se determina, así la ponderación:

- 0% se determina como Nulo,
- 16,67% se determina como Bajo,
- 27,68% se determina como Medio,
- 55,56% se determina como Alto, y finalmente,
- 100% se determina muy Alto.

3.7. DELIMITACIÓN DE LAS ZONAS IDÓNEAS PARA LA PROLOFERACIÓN DEL DENGUE APLICANDO LÓGICA DIFUSA.

Para determinar las zonas idóneas donde pudieran ocurrir casos del virus, primero se obtuvo los archivos cartográficos bases para su análisis y aplicación en un software SIG que en este caso fue ArcGis 10.3. Para lo cual se requirió información cartográfica al área de sistemas de información geográfica del Gobierno autónomo descentralizado de “Rumiñahui”, se obtuvo información en archivos shapefile de insumos bases como “Botaderos de basura”, “Quebradas”, “Zona Urbana”, “Uso y ocupación del suelo”, “Zonas amanzanadas con su respectivo índice NBI”.

Todos estos archivos se requirieron bajo la lógica que son focos básicos para la proliferación del virus, por ejemplo los botaderos de basura son lugares propicios donde el virus procrea, las quebradas de igual forma son lugares propios donde la gente acumula desperdicios, la zona urbana es el lugar indicado y con mayor riesgo biológico para la expansión del virus, con las manzanas catalogadas con su respectivo índice NBI puede ser de utilidad para la identificación de zonas sin servicios básicos siendo estas zonas las que tengan mayor probabilidad de proliferación de dengue.

En la figura 15 se muestra el proceso para la determinación de las zonas idóneas para la proliferación del virus.

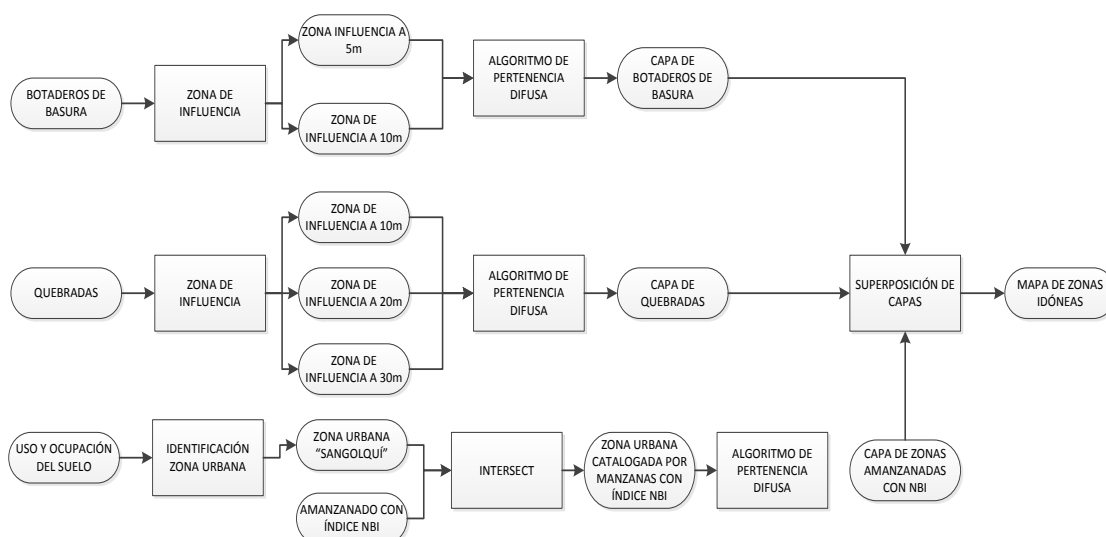


Figura 15: Proceso para la obtención del mapa de zonas idóneas

Para relacionar y espacializar los datos de las proyecciones de temperatura es necesario interpolar los datos de las 3 estaciones meteorológicas más cercanas, para este fin se tomará en cuenta la estación "Quito", misma que se encuentra cercana al área de estudio y principalmente cuenta con información a partir de 1975, la cual nos permite normalizar y trabajar con proyecciones con igual valores pasados, en otras palabras se puede igualar los datos para inicializarse en marzo de 1985. El mismo proceso

se realizará para proyectar la temperatura de esta estación para proceder a interpolar los valores a partir del 2065 y analizar espacialmente su variación de temperatura si aumentara 1, 1.5 y 2°C. En la figura 16 se puede observar los pasos necesarios para espacializar esta variable.

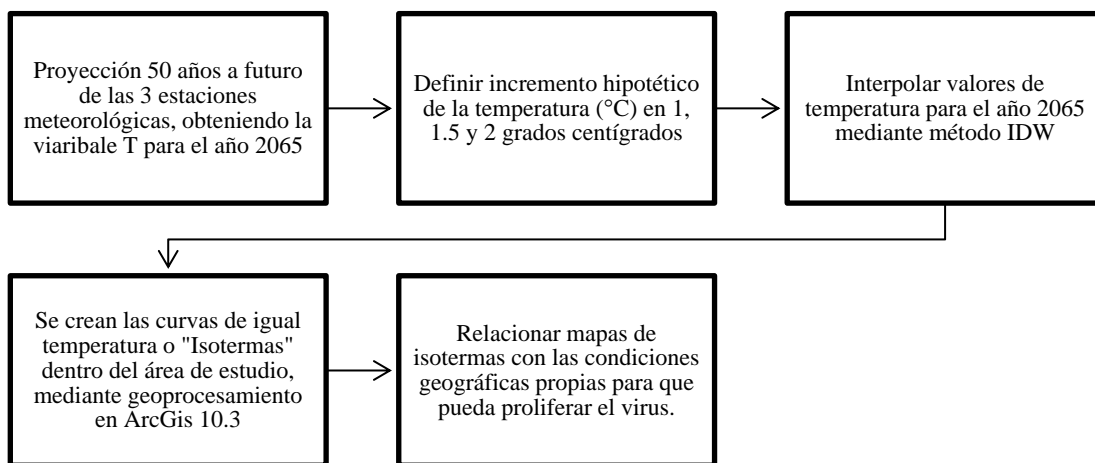


Figura 16: Proceso para la elaboración del mapa de espacialización de la variable temperatura, sus incrementos hipotéticos y sus relaciones con las condiciones óptimas para la proliferación del virus flaviviridae.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Una vez depurados los datos se procedió a la elaboración de las proyecciones estadísticas 50 años a futuro. Para esto se requirió la utilización del software SPSS, en la cual los pasos se describieron previamente desde las figuras 9 a 13. Los resultados de la distribución de la variable temperatura se muestran en la figura 18. Se debe tomar en cuenta que los picos de temperatura desde el mes de marzo de 1980 hasta diciembre del 2015 fueron de 21,06°C y 3,99°C para temperaturas máxima y mínimas respectivamente, estas se pueden evidenciar en la tabla 3.

Para las proyecciones se debió establecer un año al que se proyectará la variable temperatura, tomando en cuenta que los datos tabulados se encontraban desagregados por meses, por lo cual es posible estimar esta variable por meses. El gráfico de la distribución de la temperatura se muestra en la figura 17, en la cual se puede evidenciar los picos de temperatura, además de la variación de esta variable si aumentara hipotéticamente 1, 1,5 y 2 °C con sus respectivas líneas de tendencia, las cuales develan su disposición a aumentar a medida que aumenta el tiempo.

Tabla 3:

Picos de temperatura entre los años 1980-2015 en la estación Izobamba

Estación	Temperatura Máx (°C)	Temperatura Min (°C)
Izobamba	21,06	3,99

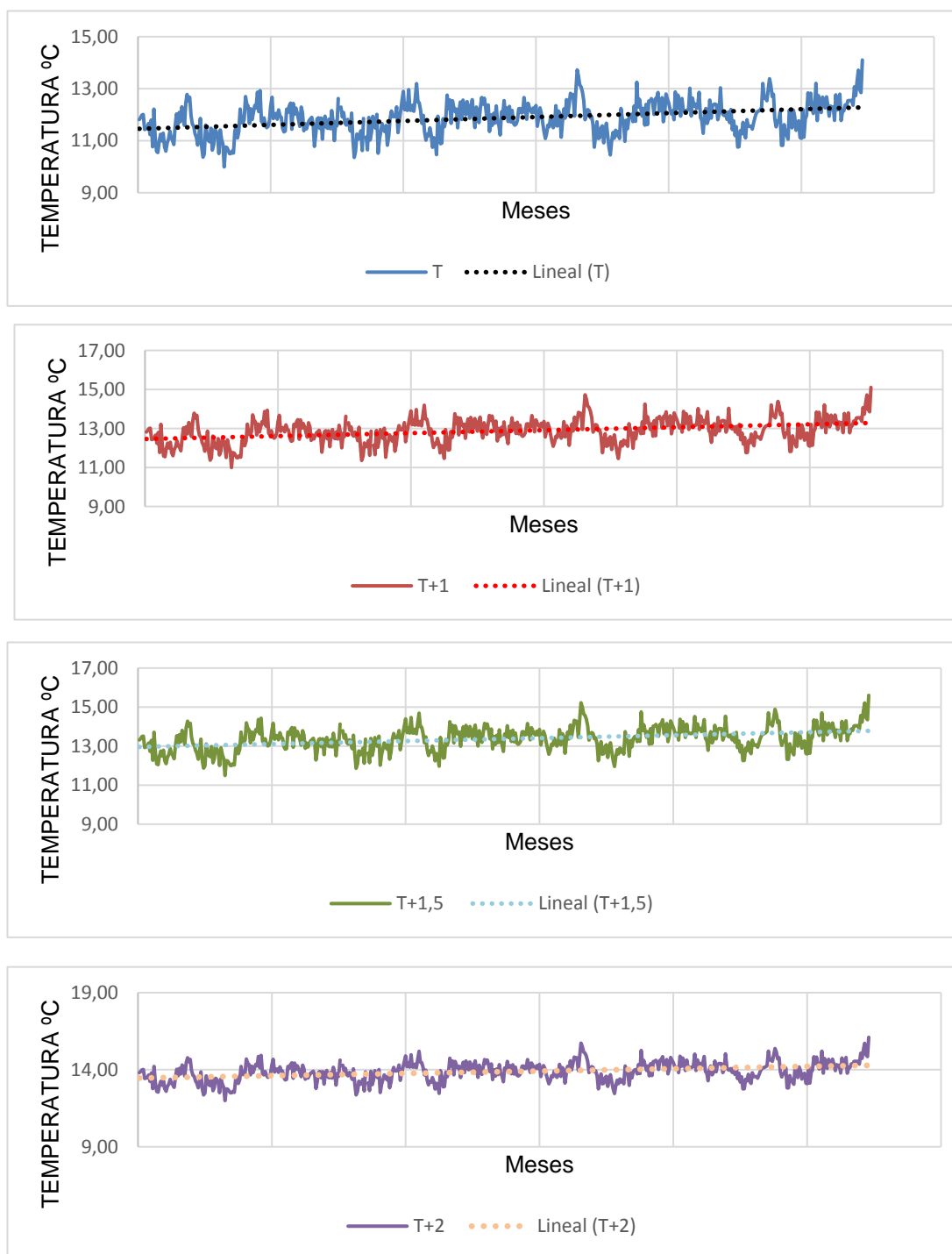


Figura 17: Gráfico de dispersión de la temperatura y sus variaciones hipotéticas desde 1980 al 2015 para la estación "Izobamba"

Se puede observar en los gráficos a-d, la gran variación que sufre para temperaturas de 1,5 y 2°C, además que sus líneas de tendencia propenden a ser continuas a medida que sufren estos hipotéticos cambios, es importante resaltar que estos cambios son muy poco probables dentro del comportamiento natural del clima dentro de la parroquia Sangolquí.

Para la proyección a 50 años a futuro de la temperatura en la estación Izobamba, el modelo favorable fue el ARIMA, debido a que este utiliza variaciones y regresiones estadísticas para encontrar patrones que sirven para generar predicciones hacia el futuro (González, 2009), además hay que establecer que se trabajó con un nivel de confianza del 95%. En la tabla 4 se muestra los dos años finales en las que fueron proyectadas las temperaturas, y en la figura 18 se puede observar el gráfico de las proyecciones con sus variaciones hipotéticas de 1, 1.5 y 2°C respectivamente.

Para evidenciar la proyección completa desde el año 2015 hasta el 2065 se puede consultar el anexo 5.

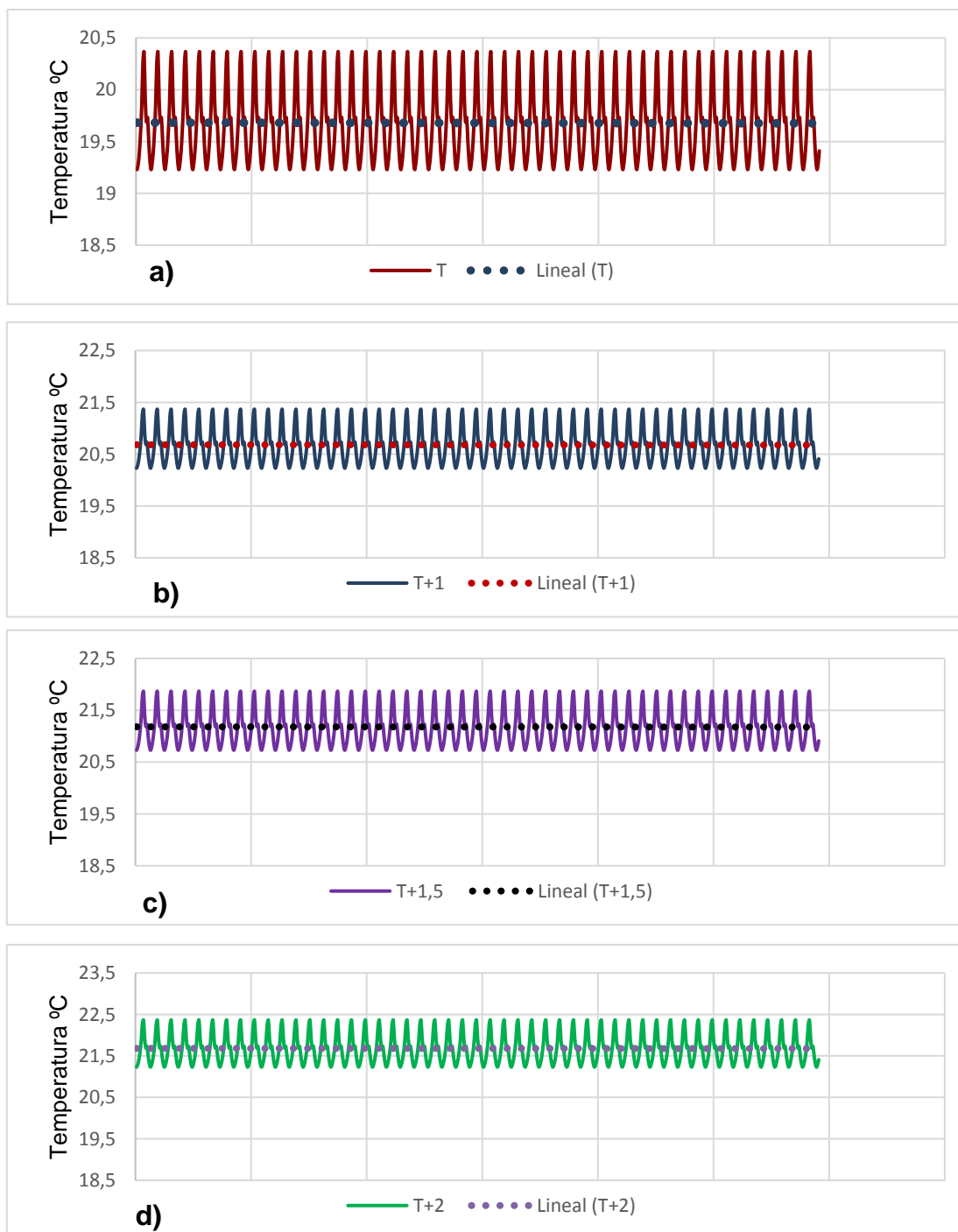


Figura 18: Proyección de la temperatura 2015-2065 de la estación Izobamba con el Modelo ARIMA y sus hipotéticos incrementos de 1, 1.5 y 2°C

Se puede observar en los gráficos a-d, las líneas de tendencia y las respectivas proyecciones con su grado hipotético de incremento tienden a ser continuas, siendo un resultado lógico, debido a que el modelo busca patrones en los datos estadísticos para así formar tendencias a futuro.

Tabla 4:

Proyecciones de temperatura para los dos últimos años de proyección en la estación “Izobamba”

FECHA	TEMPERATURA °C
01/01/2064	19,23
01/02/2064	19,29
01/03/2064	19,41
01/04/2064	19,6
01/05/2064	19,86
01/06/2064	20,26
01/07/2064	20,36
01/08/2064	19,91
01/09/2064	19,69
01/10/2064	19,73
01/11/2064	19,51
01/12/2064	19,32
01/01/2065	19,23
01/02/2065	19,29
01/03/2065	19,41

Dando como resultado que el valor máximo de temperatura puede llegar a ser de 20,36°C, siendo un valor aceptable debido a que se estima que la variación de temperatura entre el 2011y 2040 estaría entre 0,6 y 0,75°C (INAMHI, Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2016). Se puede visualizar los datos máximos esperados en las dos estaciones en la tabla 5. Hay que recalcar que la estación “Izobamba” representa el 76,30% del área de influencia que es la parroquia Sangolquí, por tanto se debe considerar la de mayor preponderancia durante todo el estudio.

Por otra parte la estación meteorológica “La tola”, refiere condiciones ambientales diferentes a la estación “Izobamba”, esto debido a su posición dentro de una zona más templada, por lo cual las temperaturas sufren

variaciones considerables que hay que tomarlas en cuenta. Además esta estación representa el 23,70% del área de influencia por lo cual su preponderancia se analiza para cada una de las variables que se estudie.

En la figura 19 se muestra la distribución de la temperatura para la estación “La tola”, además de su variación hipotética, si esta variable aumentara 1, 1,5 y 2°C, desde el año 1980 hasta el 2015, estos mismos datos que servirán para la proyección hacia el futuro. Teniendo como valores 25,16°C y 6,73°C para temperaturas máximas y mínimas respectivamente, los datos se evidencian en la tabla 5.

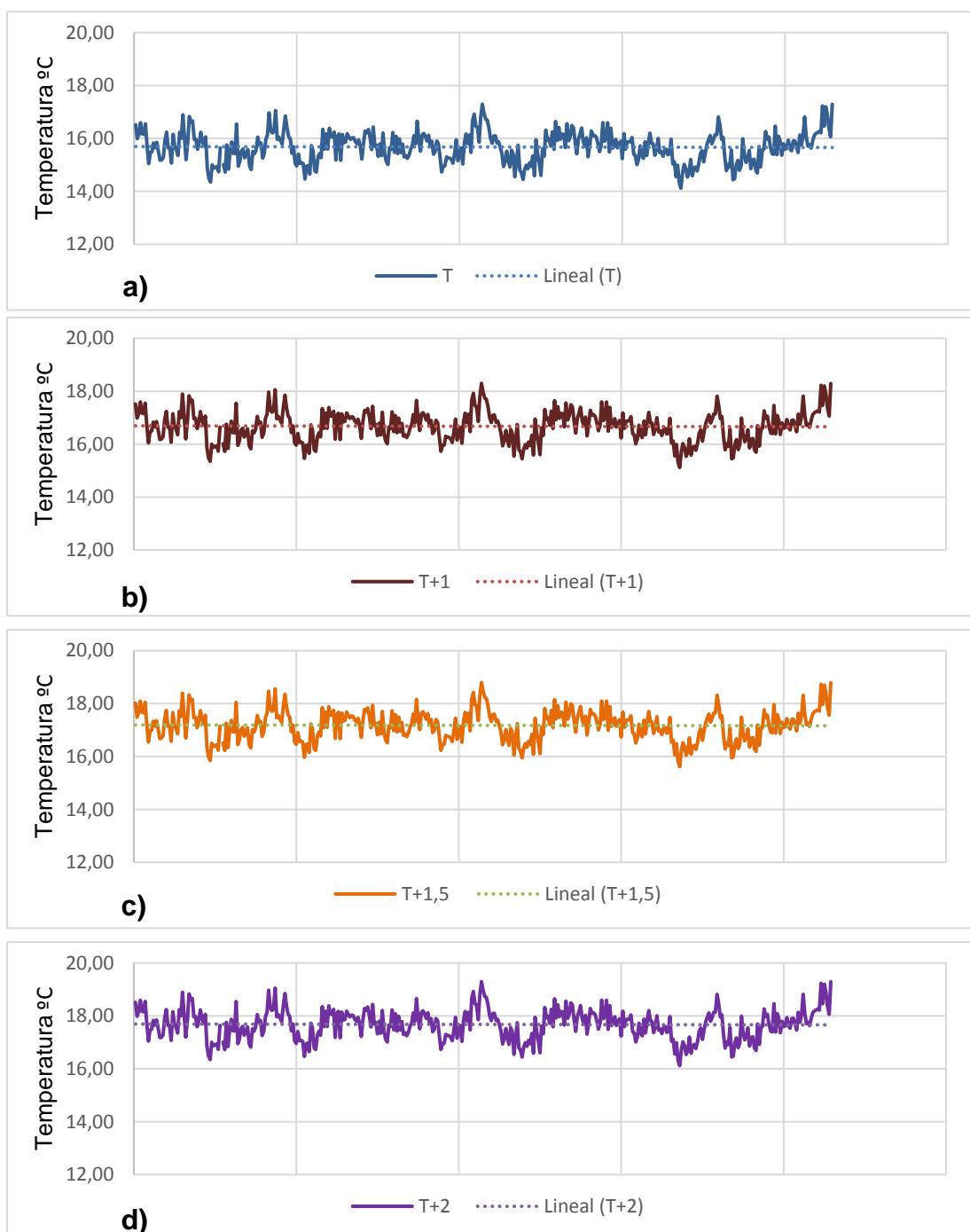


Figura 19: Gráfico de dispersión de la temperatura y sus variaciones hipotéticas desde 1980 al 2015 para la estación “La Tola”

En los gráficos a-d se visualiza claramente como la temperatura dada en el eje y, varía con una tendencia igual a medida que se analizaban los datos de los incrementos hipotéticos, se debe tomar en cuenta que sus líneas de

tendencia permanecen constantes debido al tipo de modelo de predicción utilizado.

Tabla 5:

Picos de temperatura entre los años 1980-2015 en la estación la Tola.

Estación	Temperatura Máx (°C)	Temperatura Min (°C)
La Tola	25,16	6,73

Para la proyección a 50 años a futuro de la temperatura en la estación La tola, el modelo favorable fue el modelo de predicción simple, con un nivel de confianza del 95%. En la tabla 6 se muestra los dos años finales en las que fueron proyectadas las temperaturas. Para evidenciar la proyección completa desde el año 2015 hasta el 2065 se puede consultar el anexo 5.

Tabla 6:

Proyecciones de temperatura para los dos últimos años de la proyección en la estación "La tola"

FECHA	TEMPERATURA °C
01/01/2064	23,43
01/02/2064	23,54
01/03/2064	23,56
01/04/2064	23,79
01/05/2064	24,09
01/06/2064	24,39
01/07/2064	24,76
01/08/2064	24,3
01/09/2064	23,97
01/10/2064	23,95
01/11/2064	23,69
01/12/2064	23,58
01/01/2065	23,43
01/02/2065	23,54
01/03/2065	23,56

En la figura 20 se puede observar el gráfico de proyección 2015-2065 de la variable temperatura en la estación la tola con sus respectivas variaciones hipotéticas de temperatura y sus líneas de tendencia.

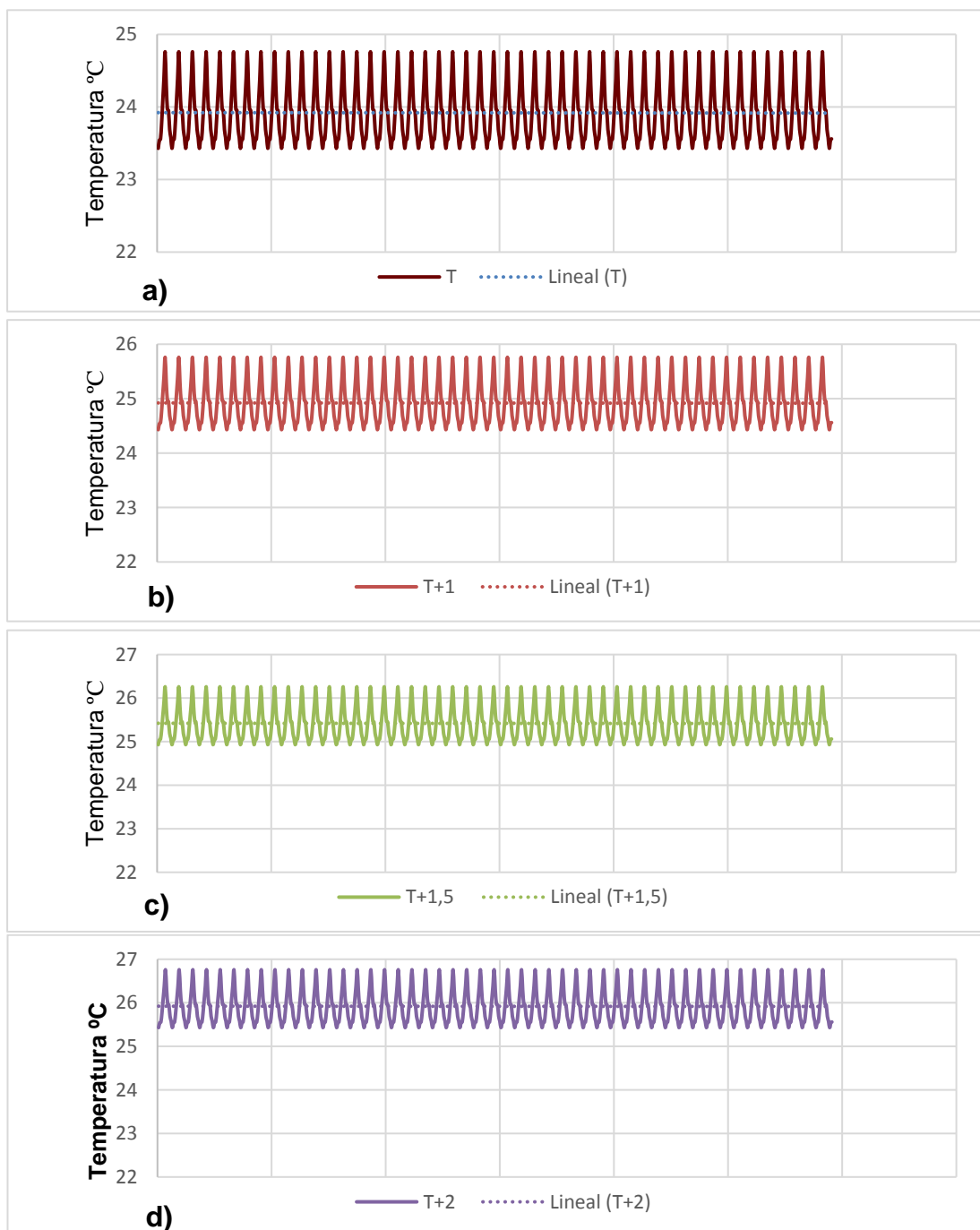


Figura 20: Proyección de la temperatura 2015-2065 de la estación “La tola” con el modelo ARIMA y sus respectivos incrementos hipotéticos de 1, 1.5 y 2°C.

De igual manera que en la figura 18, se pueden observar en los gráficos a-d, que las líneas de tendencias y las proyecciones al año 2065 siguen un patrón común, esto debido a que el modelo ARIMA define patrones comunes y los proyecta a un año en concreto al nivel de confianza que se necesite.

Se obtuvo como resultado una temperatura máxima proyectada a 50 años es de 24,76°C, siguiendo los parámetros descritos por el INAMHI que pronostica cambios de temperaturas entre 0,6 y 0,75°C hasta el 2040, los datos máximos proyectados se muestran en la tabla 7.

Tabla 7:

Datos máximos proyectados para el 2065 de temperatura para las estaciones meteorológicas

Estación	Temperatura Máx (°C)
Izobamba	20,36
La Tola	24,76

De la misma manera se realizó el procedimiento para la otra variable meteorológica “Humedad”. En las figuras 21 y 22 se muestran las gráficas de dispersión de la humedad entre 1980 y 2015 para las dos estaciones en estudio con sus respectivas líneas de tendencia, mismas que muestran que no existiría mayor variación en el transcurso de los años.

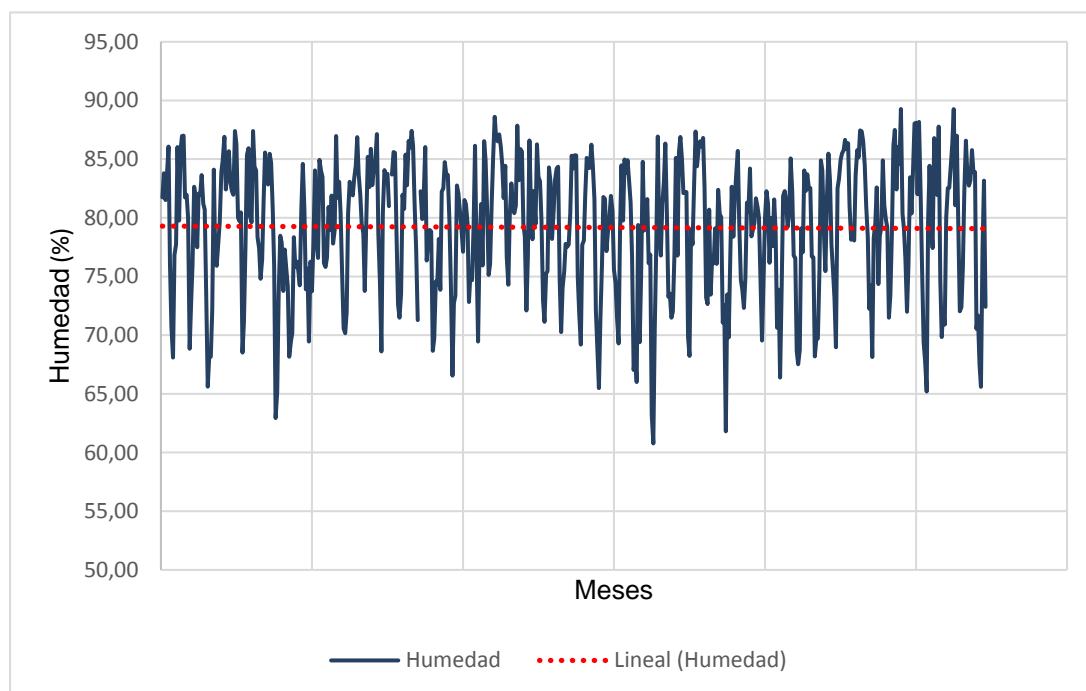


Figura 21: Gráfico de dispersión y línea de tendencia de la humedad desde 1980 al 2015 para la estación "Izobamba"

Durante este periodo se registraron porcentajes de humedad con picos de 89,26% y 60,77% para sus periodos máximos y mínimos respectivamente. Cabe recalcar que se trabajó con los promedios mensuales, por lo que sesgan la información diaria en la que registraban valores de mayores al 90%, para visualizar todos los datos diarios de % de humedad revisar el anexo 4, los datos máximos y mínimos se muestran en la tabla 8, también es imperioso mencionar que no se registraron datos mayores al 90%, siendo este dato fundamental para relacionarlo con las condiciones para la proliferación del virus.

Tabla 8:

Picos máximos y mínimos de humedad en la estación Izobamba en el periodo 1980-2015

Estación	Humedad Máx (%)	Humedad Min (%)
Izobamba	89,26	60,77

Para las predicciones a 50 años a futuro se obtuvieron los siguientes resultados de los últimos dos años, estos se muestran en la tabla 9.

Tabla 9:

Proyecciones de humedad para los dos últimos años de proyección en la estación “Izobamba”

FECHA	HUMEDAD (%)
01/01/2064	77,63
01/02/2064	78,64
01/03/2064	79,27
01/04/2064	80,04
01/05/2064	78,22
01/06/2064	72,93
01/07/2064	6,87
01/08/2064	66,94
01/09/2064	69,68
01/10/2064	75,85
01/11/2064	77,71
01/12/2064	77,49
01/01/2065	77,63
01/02/2065	78,64
01/03/2065	79,27

Los valores máximos y mínimos de humedad resultantes fueron 88,31% y 66,13%, para visualizar los datos completos proyectados a futuro se puede consultar el anexo 5, mientras que los datos máximos y mínimos de las dos estaciones se muestran en la tabla 10. Al igual que en la estación la tola no se registraron valores superiores al 90%, por lo que la posibilidad de una proliferación bajo las condiciones ideales para esta variable son muy bajos.

De la misma manera se obtuvieron los datos proyectados para la estación meteorológica “La tola” con un nivel de confianza al 95% y el modelo simple fue el más adecuado para su predicción. Los datos de los dos últimos años se muestran en la tabla 11, y de igual forma para observar los datos completos de la proyección a 50 años a futuro se puede consultar el anexo 5.

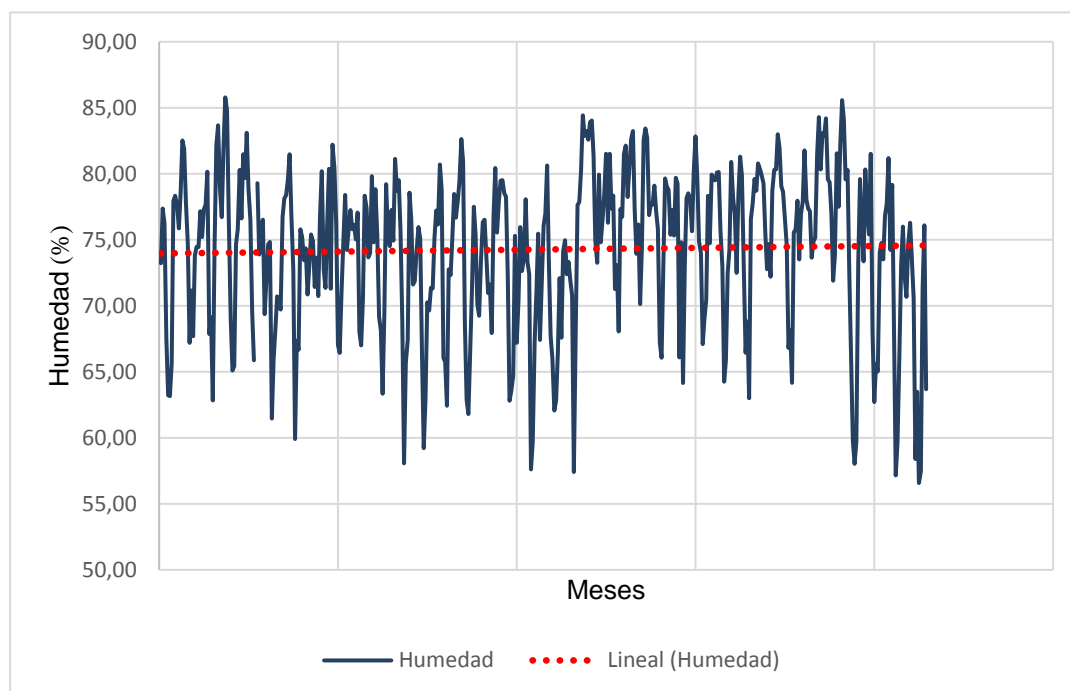


Figura 22: Gráfico de dispersión y línea de tendencia de la humedad desde 1980 al 2015 para la estación "La tola"

Durante el periodo comprendido entre marzo de 1980 y diciembre del 2015 se registraron picos máximos mensuales de 85,78% y mínimos de 56,58%, siendo mayoritariamente los meses entre noviembre y diciembre los que mayor porcentaje de humedad registran, los datos se muestran en la tabla 10.

Tabla 10:

Picos máximos y mínimos de humedad en la estación La Tola en el periodo 1980-2015

Estación	Humedad Máx (%)	Humedad Min (%)
La Tola	85,78	56,58

Tabla 11:

Proyecciones de humedad para los dos últimos años de proyección en la estación “La tola”

FECHA	HUMEDAD (%)
01/01/2064	69,93
01/02/2064	70,38
01/03/2064	71,66
01/04/2064	70,02
01/05/2064	64,92
01/06/2064	59,87
01/07/2064	58,59
01/08/2064	61,7
01/09/2064	67,34
01/10/2064	69,33
01/11/2064	68,99
01/12/2064	69,17
01/01/2065	69,93
01/02/2065	70,38
01/03/2065	71,66

Los valores máximos y mínimos predichos por el programa 50 años a futuro fueron de 84,16% y 58,59% de humedad, los valores de ambas estaciones se pueden visualizar en la tabla 12. De igual manera se debe recalcar que las predicciones se realizaron en base a un promedio mensual desde el año 1980 al 2015, por lo cual existe un sesgo en la información debido a que existen días en los que la humedad superó el 90%, para visualizar todos los datos mencionados favor consultar el anexo 5.

Tabla 12:

Valores máximos y mínimos de humedad proyectados al 2065 de las estaciones en análisis.

Estación	Humedad Máx (%)	Humedad Min (%)
Izobamba	88,31	66,13
La Tola	84,16	58,59

Una vez determinado las predicciones a 50 años se puede establecer criterios para la demostración de la factibilidad de la proliferación del dengue dentro de la parroquia Sangolquí. A continuación se detalla la correlación estadística entre casos de dengue y las variables analizadas para concretar su relación directa o indirecta entre sí.

4.1.1 CORRELACIÓN ESTADÍSTICA ENTRE VARIABLES METEOROLÓGICAS Y CASOS DE DENGUE

Para determinar la existencia de una correlación directa o inversa entre las variables temperatura, humedad y los casos de dengue se debió homologar la información debido a que la información de las variables meteorológicas venían tabuladas desde el año 1980, mientras que los casos de dengue el ministerio de salud proveyó información desde 1994 y de manera anual, por lo que se al unificar la información se pudo obtener correlaciones parciales de cada variable con los casos de dengue.

En la tabla 13 se muestra el promedio anual de humedad y temperatura junto con los casos reportados de dengue desde el año 1994 hasta el 2015. Estos datos se correlacionaron de manera separada, es decir se obtuvo un valor de la correlación estadística entre temperatura y casos de dengue y otro valor entre humedad y casos de dengue. Hay que recalcar que se valoró solo

estas dos variables porque tienen dependencia directa con la probabilidad de proliferación del dengue.

Se obtuvo la correlación de las variables para las dos estaciones meteorológicas en estudio, en este caso la estación meteorológica Izobamba y la estación meteorológica La tola, pero se recalca que la estación Izobamba tiene mayor porcentaje de influencia dentro de la parroquia Sangolquí con un 76,30% por tanto en los resultados se pondera con mayor cantidad a esta estación.

Cabe mencionar que se procedió a realizar un análisis deductivo, es decir que se decidió relacionar variables meteorológicas de estaciones particulares que inciden directamente en el área de estudio con datos epidemiológicos a nivel nacional, con el fin de encontrar una relación entre casos de dengue y estas variables. Además es importante mencionar que la precisión del estudio mejoraría si el área de influencia de las estaciones abarcara más de dos estaciones y los datos epidemiológicos se trabajaran a una escala menor, es decir con datos por provincias con climas similares y que la temporalidad fuera semejante al de los datos meteorológicos.

Tabla 13:

Casos de dengue y promedio anual de las variables meteorológicas desde el año 1994 hasta el 2015

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		IZOBAMBA		LA TOLA	
año	Casos dengue a nivel nacional.	HUMEDAD %	TEMPERATURA ° C	HUMEDAD %	TEMPERATURA ° C
1994	9096	78,16	12,04	72,96	15,80
1995	3399	77,70	12,00	74,22	15,61
1996	12796	76,70	11,70	72,33	15,30
1997	3871	76,26	12,26	70,01	16,32
1998	5241	78,04	12,57	70,48	16,14
1999	3169	80,71	11,32	74,36	15,13
2000	22958	80,42	11,29	79,54	15,00
2001	13707	75,51	12,00	76,82	15,97
2002	7329	79,23	12,23	78,65	16,07
2003	10932	78,47	12,38	75,55	15,91
2004	6586	77,07	12,29	75,00	15,95
2005	14789	77,10	12,25	75,89	15,63
2006	6989	78,04	12,13	75,10	15,68
2007	10587	79,20	11,95	74,63	15,33
2008	2871	83,39	11,36	78,16	14,72
2009	6312	80,02	12,24	74,40	15,70
2010	18130	79,53	12,14	78,24	15,40
2011	7751	81,18	11,65	79,90	15,18
2012	17116	79,19	12,00	71,88	15,64
2013	14090	79,18	12,41	72,93	15,72
2014	15584	81,65	12,25	71,28	15,93
2015	42459	77,33	12,94	67,45	16,58

El coeficiente de correlación entre casos de dengue con la humedad de la estación Izobamba fue de -0,14, mientras que el mismo coeficiente pero con respecto a la estación la tola fue de -0,28. Estos valores negativos indican que existe correlación inversa entre las variables, todo esto se fundamenta en la lógica que para los años donde el Ecuador sufrió los efectos del fenómeno del niño los casos de dengue aumentaron considerablemente en la costa, mientras que los efectos en la sierra no eran demasiado notorios, es debido a este fenómeno que los valores de correlación son negativos, además que muestran un valor que no favorece la proliferación del virus dentro de Sangolquí Los valores de correlación entre casos de dengue y la humedad se muestran en la tabla 14.

Tabla 14:

Coefficiente de correlación entre casos de dengue y humedad para las estaciones en estudio.

Estación	Coefficiente de Correlación
Izobamba	-0,14
La Tola	-0,28

Por otra parte la correlación entre las variables número de casos de dengue y la temperatura de la estación Izobamba fue de 0,35, mientras que la misma correlación para la estación la Tola fue de 0,28, estos datos se visualizan dentro de la tabla 15. Los datos muestran un lógica de correlación directa entre mayor fue la temperatura, mayor número de casos de dengue se registraron, estableciendo estadísticamente que existe relación una variable con la otra.

Tabla 15:

Coefficiente de correlación entre casos de dengue y Temperatura para las estaciones en estudio.

Estación	Coefficiente de Correlación
Izobamba	0,35
La Tola	0,28

Si bien es cierto la correlación variable por variable es válida para la discusión se debe tomar en cuenta que la ocurrencia del dengue se debe a la relación temperatura-humedad, por lo que para este estudio se vio la necesidad de relacionar directamente estas variables meteorológicas en un solo índice para posteriormente compararlo directamente con los casos de dengue, basándonos directamente en la lógica que guardan relación directa la temperatura y la humedad. Para este fin se decidió crear el índice de relación temperatura-humedad y este se lo obtuvo con el cociente entre estas dos variables. Ecuación (3)

Este índice muestra la relación directa entre estas dos variables y al ser un número menor a 1 facilita su correlación con los casos de dengue. En la tabla 16 se muestra el índice de relación entre la humedad y la temperatura para las dos estaciones meteorológicas en estudio.

Este índice servirá para la obtención del coeficiente de correlación con el número de casos de dengue, siendo este coeficiente de mayor fiabilidad debido a que relacionamos directamente variables meteorológicas entre sí y posteriormente se relaciona con otra variable, evitando así relacionar de manera dispersa la información.

Tabla 16:

Índice de relación temperatura-humedad desde el año 1994 hasta el 2015

ESTACIONES METEOROLÓGICAS		IZOBAMBA	LA TOLA
año	casos dengue	ÍNDICE DE RELACIÓN	ÍNDICE DE RELACIÓN
1994	9096	0,15	0,22
1995	3399	0,15	0,21
1996	12796	0,15	0,21
1997	3871	0,16	0,23
1998	5241	0,16	0,23
1999	3169	0,14	0,20
2000	22958	0,14	0,19
2001	13707	0,16	0,21
2002	7329	0,15	0,20
2003	10932	0,16	0,21
2004	6586	0,16	0,21
2005	14789	0,16	0,21
2006	6989	0,16	0,21
2007	10587	0,15	0,21
2008	2871	0,14	0,19
2009	6312	0,15	0,21
2010	18130	0,15	0,20
2011	7751	0,14	0,19
2012	17116	0,15	0,22
2013	14090	0,16	0,22
2014	15584	0,15	0,22
2015	42459	0,17	0,25

El coeficiente de correlación obtenido entre el número de casos de dengue y el índice de la estación Izobamba fue de 0,30, mientras que el de la Tola fue de 0,34. Los valores reflejan una correlación directa entre las variables meteorológicas y los casos de dengue, en otras palabras el número de casos de dengue aumenta cuando aumenta tanto la temperatura como la humedad, lo cual guarda una relación muy lógica. Los datos de correlación entre el índice y los casos de dengue se muestran en la tabla 17.

Tabla 17:

Coeficiente de correlación entre índice de las variables meteorológicas y casos de dengue

Estación	Coeficiente de Correlación
Izobamba	0,3
La Tola	0,34

Una vez demostrado que existe relación entre casos de dengue con las variables en estudio, se puede concluir que a mayor Temperatura y humedad existe mayor probabilidad de la proliferación del dengue. Ahora relacionando la parte estadística de la proyección a 50 años con las condiciones que necesita el virus flaviviridae para proliferar se puede concluir que a estos 50 años a futuro no se puede considerar la posibilidad de casos de dengue en la parroquia Sangolquí, pero esto no significa que el mosquito vector aedes aegypti no pueda ser portador de alguna otra enfermedad que se adapte a las condiciones que presenta la parroquia o que a un número mayor de años se presente posibles casos de dengue, para esto es necesario visualizar las variaciones que experimentaría el área de estudio si es que aumentara hipotéticamente la temperatura, por ende para relacionar los datos de las proyecciones a 50 años y las zonas apropiadas para que pueda proliferar el virus flaviviridae, se necesitó espacializar esta variable y sus incrementos hipotéticos de 1, 1.5 y 2 grados centígrados, con el fin de visualizar geográficamente y de manera sencilla su influencia dentro del área de estudio. Para este fin se requirió realizar el mismo procedimiento de proyección de la variable temperatura 50 años a futuro en la estación meteorológica más

cercana después de las estaciones “Izobamba” y “La Tola”, la cual resultó ser la estación “Quito”, misma que se encuentra ubicada dentro de las instalaciones del actual INAMHI, esta estación se la tomó en cuenta debido que a diferencia de la estación “Tomalón-Tabacundo” que también se encuentra cercana al área de estudio debido a que contaba con datos a partir del año 1975, siendo apropiados para normalizar las fechas desde marzo del año 1980 con las que se trabajó para las dos estaciones anteriores.

Para la proyección de la estación “Quito”, se aplicó el modelo matemático ARIMA, siendo apropiado debido a que este modelo busca semejanzas y patrones constantes de los datos estadísticos para poder proyectar esta información hacia el futuro (González,2009). Una vez realizadas las proyecciones contamos con los datos de temperatura (°C) para el año 2065 en cada una de las estaciones, los cuales se procedió a interpolar mediante el método IDW que en español significa (Inverso de la distancia ponderada), y siendo un interpolador determinístico utilizado debido a la poca información que se tiene es favorable su uso práctico en este caso específico. Habiendo interpolado los datos de las estaciones se procedió a realizar las isotermas para cada caso específico, es decir que se interpoló y se creó líneas de igual temperatura para el caso de T, T+1, T+1,5 Y T+2. Los datos a interpolar y sus hipotéticas variaciones se muestran en la tabla 18.

Tabla 18:

Valores de temperatura para interpolar y las hipotéticas variaciones para el año 2065

ESTACION	Temperatura (T°C)	T+1	T+1,5	T+2
LA TOLA	23,56	24,56	25,06	25,56
IZOBAMBA	19,41	20,41	20,91	21,41
QUITO INAMHI-INNAQUITO	16,56	17,56	18,06	18,56

Se debe recalcar que a medida que aumentaba hipotéticamente la temperatura la probabilidad de proliferación del virus aumenta considerablemente, esto quedó demostrado al establecer la relación directa

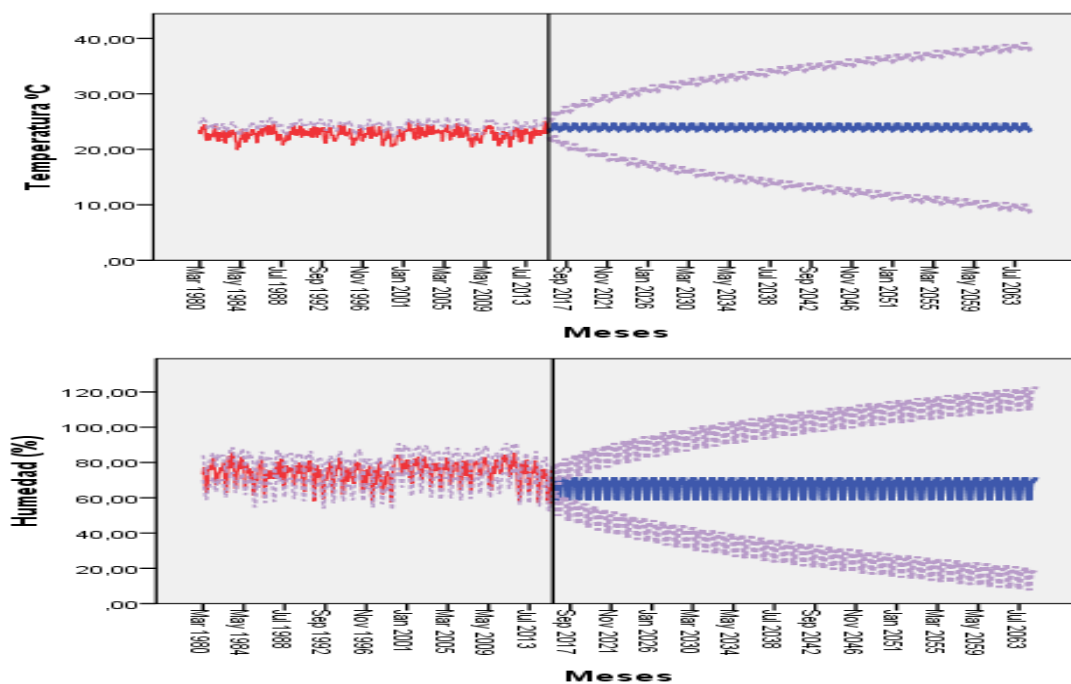
entre temperatura y casos de dengue, además de la correlación directa entre casos y el índice meteorológico que se puede visualizar en la ecuación (3).

En síntesis y para una visualización general de los datos estadísticos y los valores pronosticados se puede visualizar la figura 23, en este gráfico se resumen los datos de las dos estaciones que tienen incidencia directa en la parroquia Sangolquí, además de mostrar sus intervalos de confianza a un 95% para la información pronosticada a mayo del 2065.

Es importante mencionar que este intervalo se expande a medida que transcurre el tiempo, esto sucede debido a que el modelo de predicción busca patrones dentro de los datos históricos y genera una tendencia a lo largo del tiempo, por lo que al aumentar los años de predicción aumenta el grado de error y por consiguiente el intervalo de confianza.

En los gráficos a-d de la figura 23, se puede observar los datos estadísticos desde el año 1980 al 2015, sus correspondientes proyecciones a futuro pronosticadas mediante el modelo temporal ARIMA y sus respectivos intervalos de confianza, como ya se mencionó anteriormente a medida que transcurre el tiempo el intervalo se expande debido a que se trabajó con un porcentaje del 95%, y al ser variables climatológicas estas tienden a tener comportamiento no continuo y por ende sus predicciones tienen mayor rango de error que otras variables.

La Tola



Izobamba

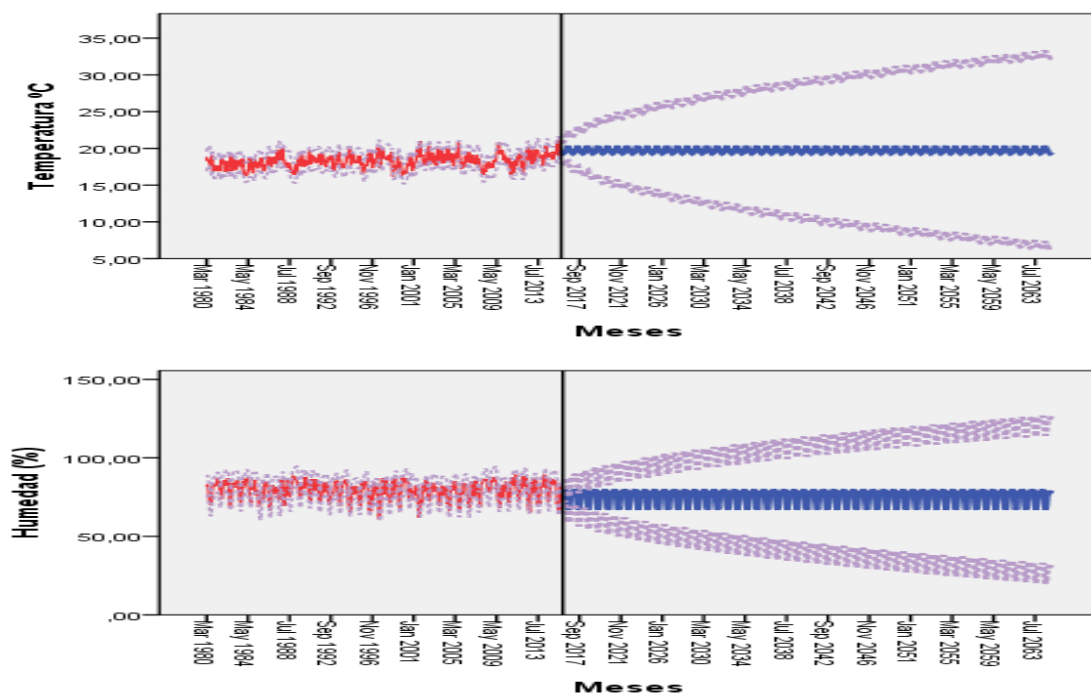


Figura 23: Síntesis de gráficos generados y sus correspondientes proyecciones hasta el año 2065 para las estaciones “La Tola” e “Izobamba”

4.2. Análisis Geográficos de los Resultados

Después de realizar una triangulación de la información obtenida a través de solicitudes a organismos gubernamentales como el INHAMI, SNI, EPMR, MSP; se procedió a la elaboración y análisis de los diferentes datos obtenidos, dando prioridad a la información proporcionada por el SNI que fueron las coberturas de Ríos, Quebradas, NBI, y las Isotermas que son una herramienta fundamental para analizar la medición de la temperatura; y a la información proporcionada por la EPMR que fueron los .shp de contenedores de basura localizados en la parroquia de Sangolquí.

De acuerdo a la ficha metodológica de cálculos de indicadores de SENPLDES, se determina que el NBI es el número de Hogares con al menos una necesidad básica insatisfecha, expresado como porcentaje del total de hogares. (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2017)

En este sentido, se puede determinar que existen hogares en los cuales por su condición económica y falta de algunos servicios básicos es propenso a la proliferación de la enfermedad del dengue. A esto se suma que varios hogares se encuentran cerca de Ríos y Quebradas que en su mayoría no cuentan con una limpieza adecuada y varias veces son lugares que sirven como eliminación de basura o excretas.

En la figura 24 se observa una clasificación de las Necesidades Básicas Insatisfechas de la parroquia de Sangolquí. Las mismas que se realizó un Ranking por Quintiles, dando como resultado:

- De 0% a 14% se determina como Nulo,
- De 14% a 27% se determina como Bajo,
- De 27% a 50% se determina como Medio,

- De 50% a 77% se determina como Alto, y finalmente,
- De 70% al 100% se determina muy Alto.

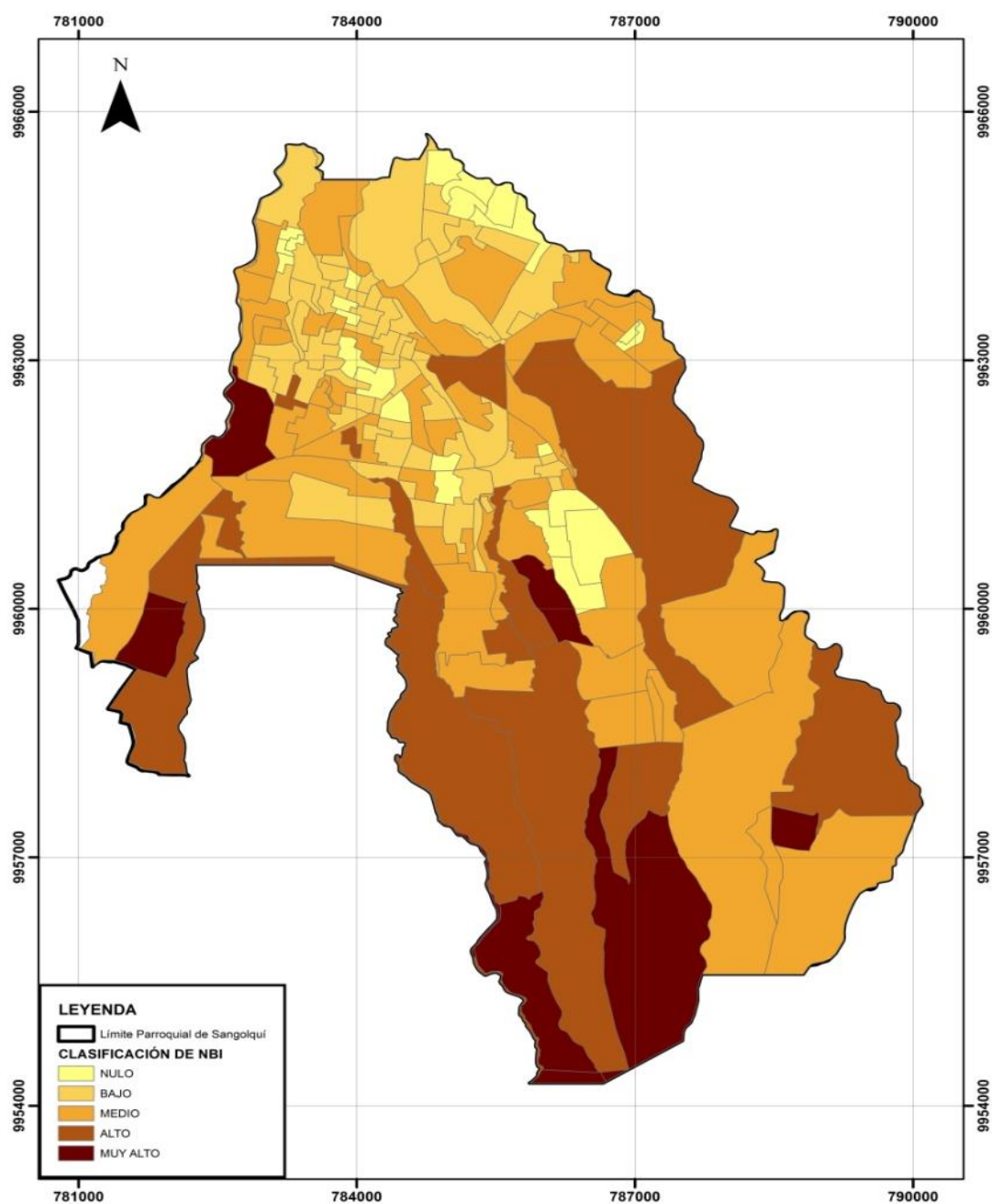


Figura 24: Mapa de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), en la parroquia Sangolquí”

Por otra parte, según INPARQUES (1995), establece que los residuos sólidos o basura producen condiciones inadecuadas para la vida al degradar

el ambiente, aumentando la cantidad de agentes patógenos, es decir, de microorganismos causantes de enfermedades, así como la presencia de materias tóxicas que pueden generar gases que ocasionan daños a la piel, las vías respiratorias, irritación en los ojos y alergias, aparte de los efectos repulsivos a la vista y al olfato. (Prada Romero, 2014)

La Empresa Pública Municipal de Residuos Sólidos Rumiñahui – Aseo, manifiesta en su página web que la parroquia de Sangolquí se encuentra contenerizada en un 100% por lo que en su territorio existe un número total de 518 contenedores. (Empresa Pública Municipal de Residuos Sólidos, 2017), si bien es cierto, los contenedores reciben un lavado semanal por parte de la empresa antes mencionada, se debe tomar en consideración que los dichos contenedores son fuentes permanentes de agentes de proliferación de enfermedades.

Para la elaboración del mapa de Zonas Idóneas para la Proliferación del Dengue en la parroquia de Sangolquí. Se utilizó información primaria como fueron visitas de campo, entrevistas en la EPMR, INHAMI, y la información secundaria como fueron datos geográficos y estadísticos.

Al realizar la combinación de varios datasets mediante el uso de herramienta Geoinformáticas se tomó como centralidad los contenedores de basura y se determinó que dentro del rango de 5, 10 y 15 metros puede existir la presencia de la enfermedad del dengue, debido a que este es el rango promedio en el que se puede visualizar basura dispersa en los contenedores.

En la figura 25 se puede identificar la ubicación de los contenedores localizados en la parroquia de Sangolquí, según la tabla de atributos proporcionados por la EPMR, se identifica que existe un mayor número de contenedores en el centro de la parroquia, seguido del barrio de Cashapamba y finalmente en el sector de Inchalillo. Y en los lugares dispersos se encuentran el Barrio San Fernando y Jatumpungo.

Adicional, para la cobertura de quebradas y ríos se consideró un rango promedio entre los 10 metros, 20 metros y 30 metros respectivamente en los cuales se observó que existe la presencia de factores contaminantes como es basura, vísceras de animales, roedores, y malos olores; factores que hacen que estos lugares sean propensos a la proliferación de enfermedades. En la figura 25 también se identifican las quebradas más representativas dentro de la parroquia de Sangolquí, como son: Quebrada las Lanzas, Loreto, El Cabre, La Esperanza, Pillancoto, San Miguel, entre otras; se visualiza se las zonas con mayor probabilidad a que se pueda desarrollar el dengue, esto de acuerdo a una reclasificación que se realizó a las variables de NBI, contenedores de basura y quebradas; las zonas de mayor probabilidad de contagio son: El barrio de San Fernando, Jatunpungo y Loreto, ya que de acuerdo a la metodología utilizada es de carácter muy alto para la presente fecha.

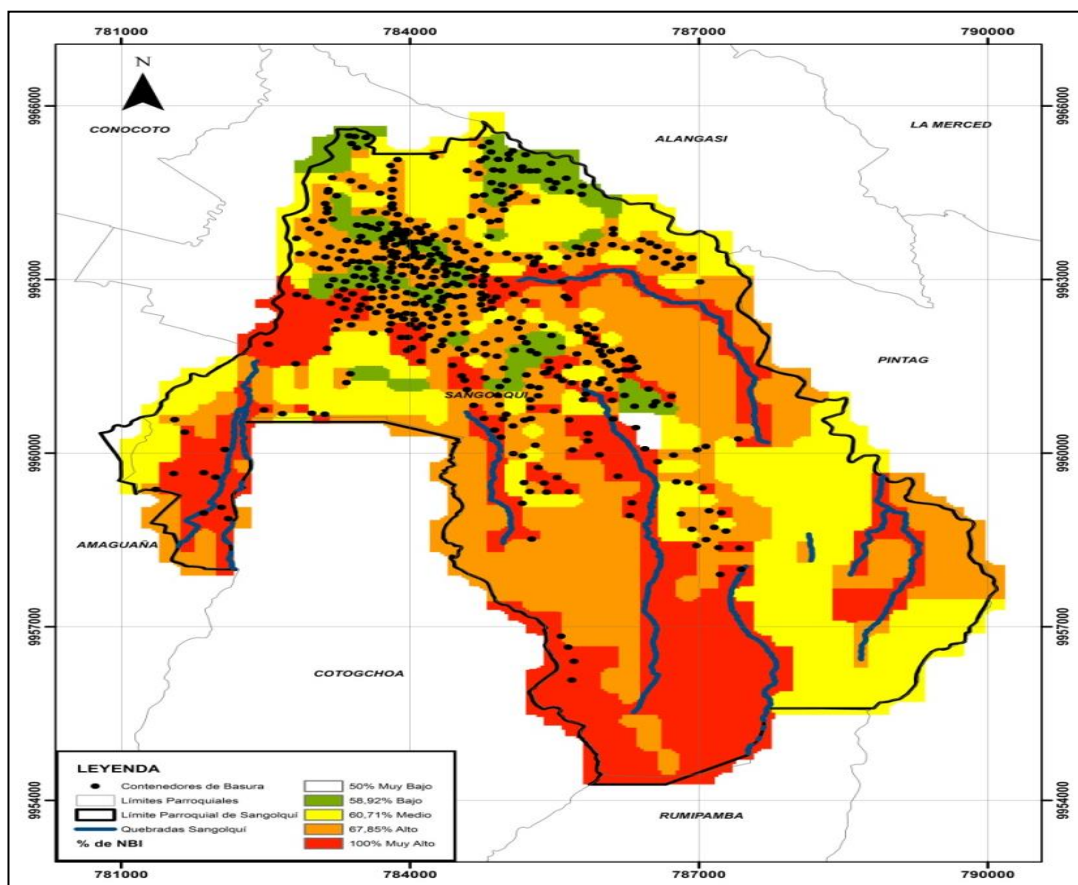


Figura 25: Mapa de zonas con mayor vulnerabilidad a tener presencia del dengue utilizando el NBI.

4.2.1. ANALISIS DE PROBABILIDAD DE DENGUE.

FACTORES: TEMPERATURA – CONTENEDORES DE BASURA – QUEBRADAS Y RIOS

Otro factor de análisis del tema de investigación es la variación de temperatura referente a la línea de tiempo, tomando en cuenta el periodo (1980 - 2065), y el aumento de temperatura que se ha evidenciado en dicho periodo.

Es así, que al realizar el análisis de la distribución geográfica de los contenedores, las quebradas y ríos existentes y la variabilidad de temperatura se procedió a la elaboración y análisis de los diferentes datos obtenidos.

Con este análisis se determinó que existen lugares que pueden ser propensos a desarrollar la enfermedad del dengue. Para lo cual se determinó una ponderación que refleja diferentes escenarios de comportamiento de la enfermedad referente a la variación de temperatura.

En la figura 26 se observa el análisis de los ríos y quebradas, la ubicación de contenedores, la temperatura (T) proyectada para el año 2065, la misma que en los datos muestra que para la estación La Tola tiene un valor de 23,56 °C, para la estación Izomba presenta un valor de 19,41°C y para la estación Quito – Inhami - Iñaquito presenta datos de 16,56°C.

Determinando así la ponderación:

- 0% se determina como Nulo,
- 16,67% se determina como Bajo,
- 27,68% se determina como Medio,
- 55,56% se determina como Alto, y finalmente,
- 100% se determina muy Alto.

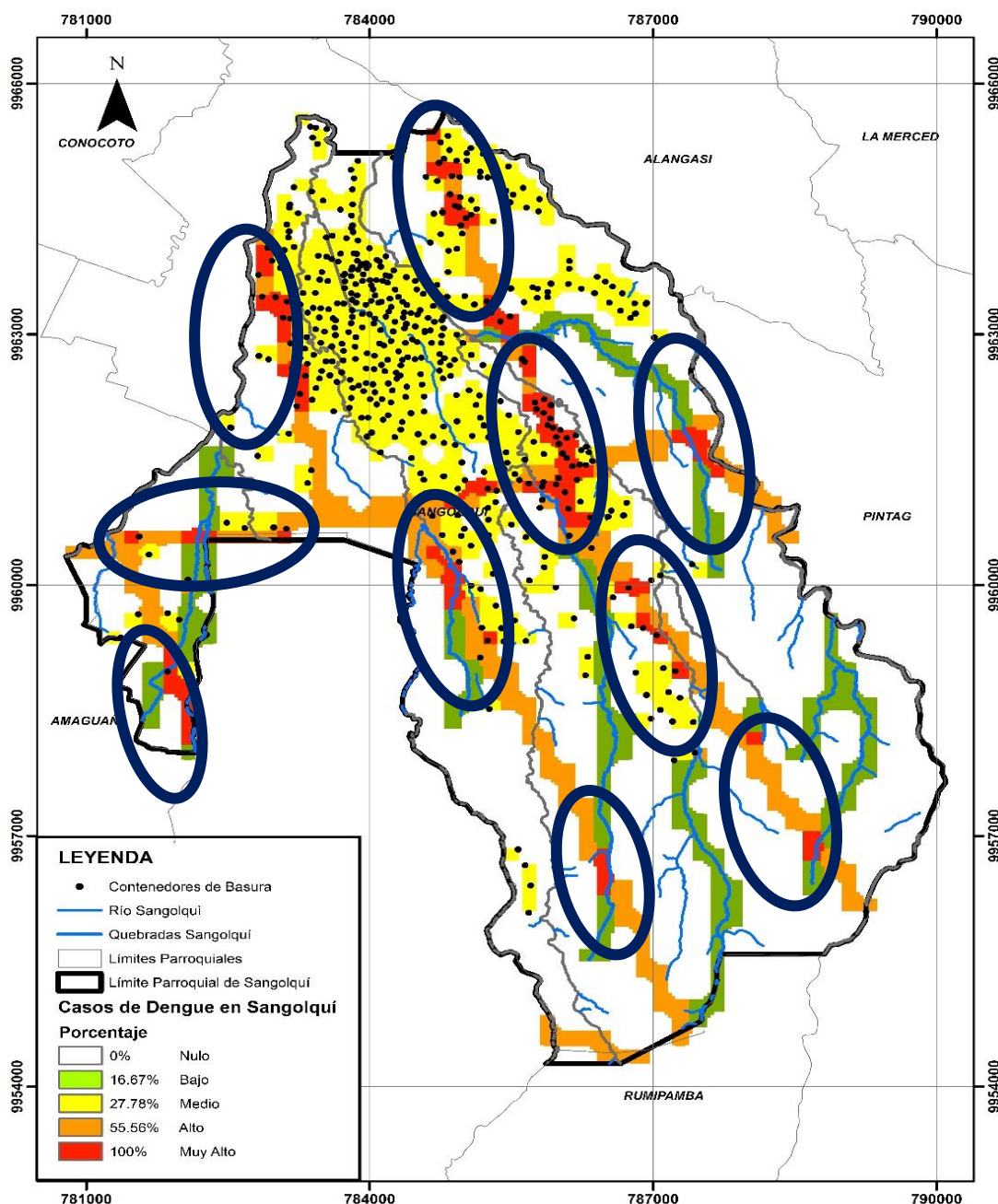


Figura 26: Mapa de zonas con mayor vulnerabilidad a tener presencia de dengue con temperatura proyectada al año 2065.

En gráfico refleja que en el territorio existe una elevada presencia de contenedores de basura principalmente en la parte central de Sangolquí, y se van dispersando conforme la densidad poblacional va disminuyendo, sin embargo dicho escenario no es el ideal para que la proliferación de la enfermedad del dengue se prolifere debido que al realizar un cruce de variables con las quebradas y sobretodo con las isoyetas se evidencia en los círculos de color azul que dicho escenario son las zonas con una posibilidad

del 100% a que se desarrolle la enfermedad. Dando, así como resultado una posibilidad del 100% a que se dé el dengue en la parroquia de Sangolquí.

Es importante analizar en la figura 26 que no es primordial la presencia de los contenedores para la proliferación de la enfermedad, las zonas propensas a que el dengue se prolifere se encuentra en color rojo y en varias ocasiones estas no presentan la presencia de contenedores, pero si existe la presencia de quebradas y ríos. Por lo que se concluye que los factores principales serían la variación de la temperatura con las quebradas y ríos del cantón

Si a la temperatura proyectada para el año 2065 le sumamos un grado a diferente estación T+1, se obtiene que para la estación La Tola tiene un valor de 24,56 °C, para la estación Izobamba presenta un valor de 20,41°C y para la estación Quito – Inhami - Ñaquito presenta datos de 17,56°C; se obtendría una probabilidad más alta de vulnerabilidad a tener presencia de dengue para el año 2065, como se puede observar en la figura 27.

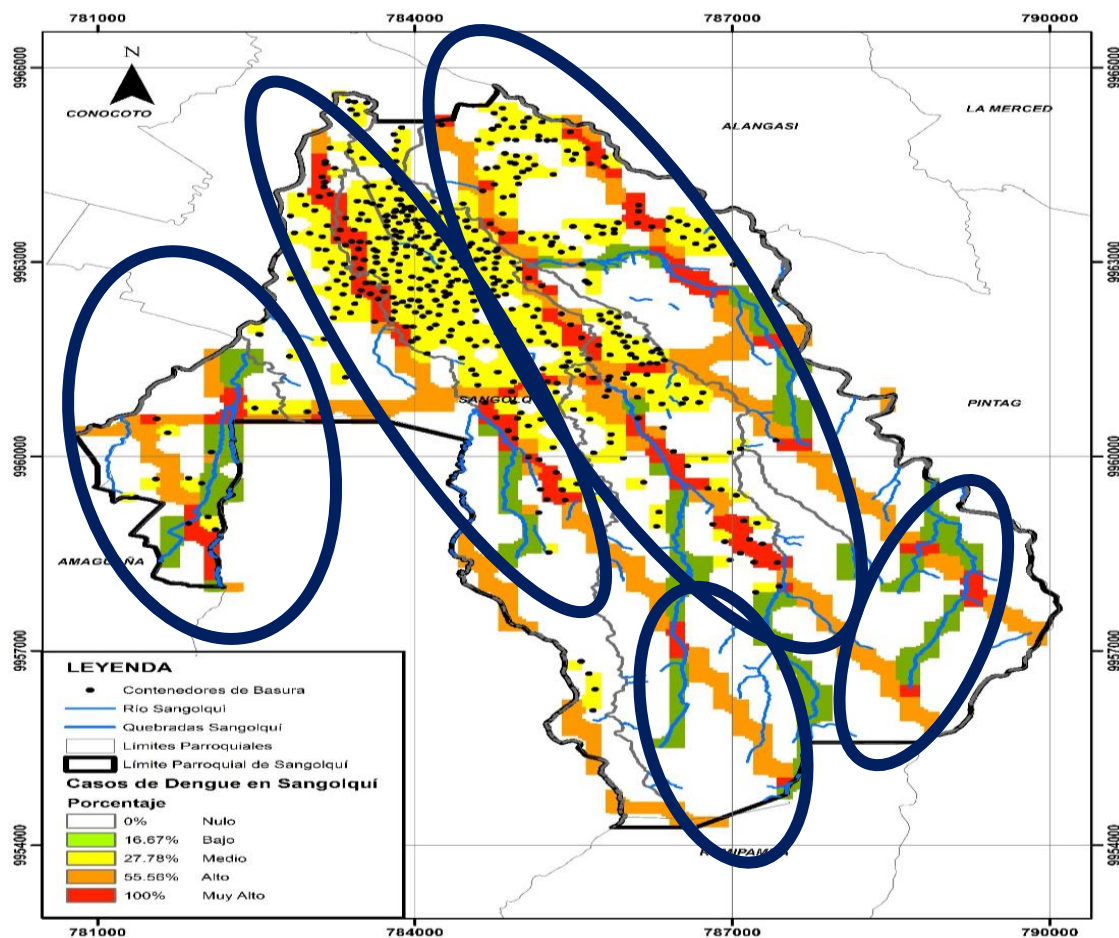


Figura 27: Mapa de zonas con mayor vulnerabilidad a tener presencia de dengue con temperatura proyectada al año 2065 aumentada en un grado T+1.

La figura 27 muestra gráficamente que en el escenario de que la temperatura aumente, puede influir en que el dengue se propague, aquí los factores externos como es la presencia de contenedores en el territorio y la presencia de afluentes hídricos ya interviene notablemente, es por ello que, se evidencia mayor parte del territorio con posibilidad a que se propague la enfermedad. En la parte señalada se observa una ampliación de posibilidad del 100% a que se produzca la enfermedad siendo así las partes límites del territorio a ser más propensas.

En la figura 28 se puede visualizar a la temperatura proyectada para el año 2065, si a esta le sumamos un grado y medio a diferente estación T+1,5; se obtiene que para la estación La Tola tiene un valor de 25,06 °C,

para la estación Izobamba presenta un valor de 20.91°C y para la estación Quito – Inhami - Iñaquito presenta datos de $18,06^{\circ}\text{C}$; es así que se observa mayores zonas con una ponderación muy alta en la parroquia estudiada. Es importante destacar que con la variación de temperatura y la presencia de contenedores de basura se refleja una mayor cantidad de zonas propensas a desarrollar la enfermedad en el centro de Sangolquí.

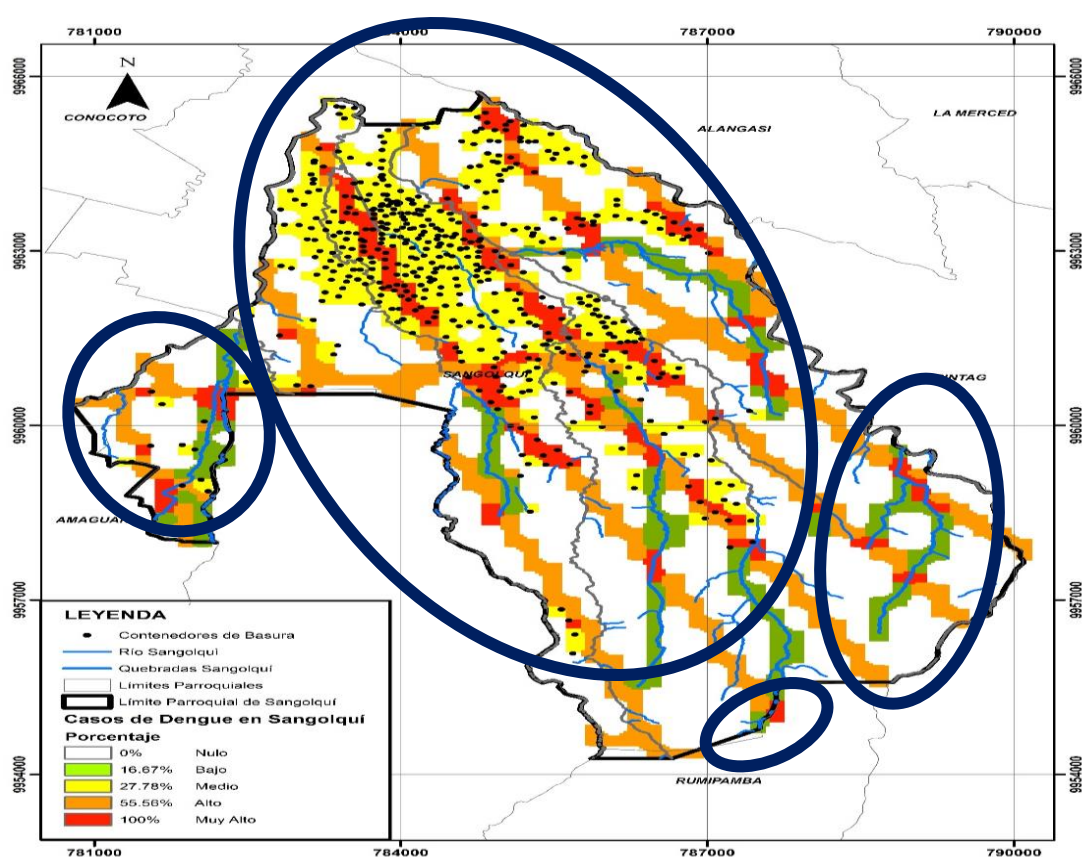


Figura 28: Mapa de zonas con mayor vulnerabilidad a tener presencia de dengue con temperatura proyectada al año 2065 aumentada en un grado y medio T+1,5.

Al realizar una sumatoria de 2 grados a cada estación T+2 para el año 2065, tenemos que para la estación La Tola tiene un valor de $25,56^{\circ}\text{C}$, para la estación Izobamba presenta un valor de $21,41^{\circ}\text{C}$ y para la estación Quito – Inhami - Iñaquito presenta datos de $18,56^{\circ}\text{C}$, se evidencia que en el centro de Sangolquí presenta una posibilidad alta de que se produzca la proliferación de la enfermedad, esto concuerda con la mayor cantidad de contenedores colocados en el territorio y la presencia de varias quebradas, sin embargo también se evidencia que en zonas donde anteriormente no se reflejaba

índices de proliferación de la enfermedad va en aumento, esto principalmente en la parte sur de la parroquia conocida también como Barrio San Fernando y Jatumpungo como se visualiza en la figura 29.

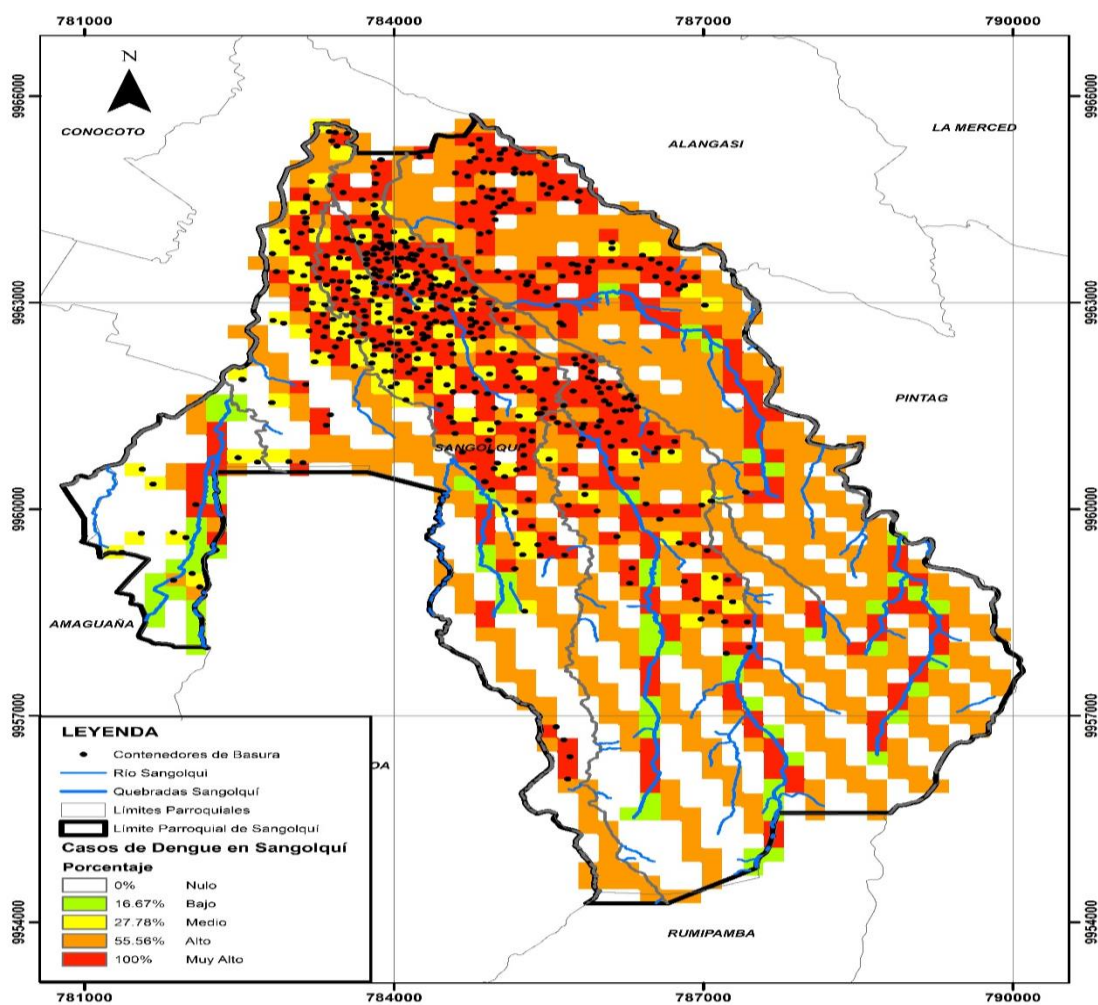


Figura 29: Mapa de zonas con mayor vulnerabilidad a tener presencia de dengue con temperatura proyectada al año 2065 aumentada en dos grados T+2.

CAPÍTULO V

5.1. CONCLUSIONES

Mediante las proyecciones realizadas 50 años a futuro se pudo determinar que las variaciones climatológicas en Sangolquí sufrirían cambios no muy significativos, es decir que estos cambios en temperatura y humedad no alcanzarían las condiciones en las que se desarrolla con normalidad el virus del dengue. Por otra parte se debe recalcar que existieron días durante el periodo comprendido entre el mes de marzo de 1980 hasta diciembre del 2015 que cumplían con ciertas condiciones para el desarrollo del virus flaviviridae, pero estos no cumplían con una tendencia prolongada de al menos 15 días que es lo que necesita este virus para poder proliferar, por tanto respondiendo la pregunta de hipótesis que se realizó al inicio de la investigación que decía “¿Es posible que las condiciones ambientales (temperatura y humedad) en la parroquia de Sangolquí experimenten cambios y se produzca una propagación de enfermedades tropicales?”, la respuesta es que no es posible que la parroquia sufra cambios considerables dentro de los próximos 50 años que den vía libre a la proliferación del virus. Sin embargo el fin de este estudio no solo se deriva en dar respuesta a esta pregunta, si no que mediante el uso de herramientas geo informáticas se pudo determinar zonas en las que la probabilidad de ocurrencia de cualquier enfermedad transmitida por vectores es alta, siendo este un aporte de la investigación, además que proporciona una metodología que trabaja de la par la información geográfica como la estadística. Los resultados de la investigación muestra que a mayor temperatura para la parroquia de Sangolquí y sus características como: humedad, cantidad de quebradas y ríos sumado a esto los factores externos como son los contenedores de basura, son un escenario propicio para la proliferación del dengue a futuro, sin embargo, para el periodo de tiempo de esta investigación (50 años) no muestra condiciones óptimas para

la proliferación de esta enfermedad, teniendo así valores máximos que se pueden registrar son 20,36°C para temperatura y 88,31% de humedad para la estación Izobamba y 24,76°C y 84,16% para la estación La Tola como se muestran en la tablas número 7 y 12 respectivamente, siendo estos valores un promedio mensual estimado dentro del rango de años desde el 2015 al 2065, además que los resultados de las variables condicionantes para la proliferación del virus proyectado 50 años a futuro muestran que no es posible un brote del virus del dengue, debido a que las condiciones climáticas y meteorológicas no permitirían su normal desarrollo dentro de la zona de estudio, se puede establecer esta conclusión por que los datos a futuro no aumentan ni un grado de temperatura y la humedad no tiene tendencia al aumento, además se debe tomar en cuenta que la humedad y temperatura son condiciones climáticas y meteorológicas determinantes para un posible brote del virus del dengue, por lo que el análisis en conjunto de estas variables es fundamental para cualquier estudio que involucre posibles brotes epidemiológicos o de posible recurrencia dentro de una zona de estudio, sin embargo, si bien es cierto debido a la variación meteorológica de la parroquia no es posible una proliferación del dengue si existe zonas o barrios los cuales pueden ser propensos a sufrir brotes de virus a futuro, referente a la metodología utilizada se observa que los sectores con posible afectaciones son: centro de Sangolquí, barrio Inchalillo, Comuna de Cashapamba, San Fernando y Finalmente el barrio Jatumpamba.

Es importante mencionar que en el análisis realizado para las variables ambientales desde 1980 hasta el 2015 se identificó la existencia de días que cumplían con ciertas características que permitirían un posible brote del virus, pero estos días no mostraron un patrón continuo de al menos 15 días por lo cual no podrían ser conclusivos para afirmar que sea posible un brote en la parroquia Sangolquí, por lo que se analizó un hipotético aumento de temperatura en 1, 1.5 y 2°C, con los que se pudo establecer la lógica de qué a medida que aumentaba la temperatura las probabilidades de la proliferación de dengue también crecían como se pueden evidenciar en las figuras 26, 27,

28 y 29 respectivamente. Al igual que los GADs Cantonales, el GADs parroquial rural no tiene dentro de sus competencias exclusivas la provisión de los servicios de salud, no obstante, existe una política específica en el PNBV el cual menciona en su objetivo 3. La Mejora de la calidad de vida y específicamente en su indicador 3.5 Letalidad por el dengue, esto nos da una pauta que la enfermedad del dengue es una preocupación a nivel nacional. Sangolquí es una parroquia que en sus últimos años ha tenido una densidad poblacional en aumento, con ello se ha visto el incremento de actividades en el territorio y la existencia de mejoras en el mismo. Sin embargo, existen factores externos que pueden mermar dichas mejoras. Un claro ejemplo en este tema de investigación es la colocación de contenedores de basura. Los mismos que sin una adecuada limpieza pueden convertirse en una fuente de proliferación de enfermedades. La contaminación de los ríos en la parroquia de Sangolquí se ve reflejados principalmente por los químicos desechados por las industrias que se encuentran en el sector. A esto se suma la contaminación hídrica por agroquímicos de algunas plantaciones o terrenos dedicados a la agricultura y finalmente aún se observa que existe cierta contaminación por desechos y desperdicios humanos. Todo esto favorece a que los ríos y quebradas sean considerados como fuente muy alta de contaminación futura. El NBI es el factor más importante en la presente investigación, debido a que los mayores índices de NBI se ven reflejados en la cercanía de las quebradas, a lo que se distingue que las personas que habitan cerca de las quebradas son las que no poseen servicios básicos, con esta premisa se corrobora la presente investigación ya que en dichos lugares dispersos no existe presencia de contenedores de basura. Entonces si se toma como descriptor el NBI mas quebradas existe una probabilidad muy alta a que sean estos sectores propensos para que se desarrolle el dengue. Los Contenedores de basura son una fuente de contaminación muy alta; con ello se puede observar que el centro de Sangolquí, y barrios principales como es Cashampamba, Inchalillo, Selva Alegre pueden ser propensos a que el dengue se desarrolle. Sin embargo, al cruzar dicha variable con el NBI se observa que el mismo es bajo o casi nulo en los sectores antes descritos. Esto

refleja que la posibilidad que se produzca el dengue por las variables NBI más contenedores de basura es media (referente a la metodología utilizada). Finalmente, al realizar el análisis de variables por quebradas y contenedores de basura, la posibilidad a que se desarrolle el dengue es baja o casi nula (referente a la metodología utilizada). Debido a que la posición geográfica de los contenedores se encuentra bastante alejados de las quebradas existentes.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda al GAD cantonal que realice una posible articulación o mesas de trabajo con el GAD parroquial y a su vez con instituciones que se encuentren involucradas en la presente investigación como es: el MSP, La Empresa Pública Municipal de Aseo, con la finalidad de gestionar posibles soluciones a futuro.
- Es pertinente realizar correlaciones estadísticas con información más disgregada en el caso de la información sobre brotes de dengue, se recomienda que se trabaje con datos mensuales para evidenciar tendencias más específicas en los meses con mayor probabilidad de ocurrencias y para obtener mayores coeficientes de correlación que muestran la relación directa que tienen entre variables.
- Se recomienda que para realizar y contribuir con investigaciones o aportes científicos es necesario que se cuente con un mayor número de estaciones meteorológicas ya que la información reportada por las estaciones actuales no fueron suficiente.
- Se recomienda que la EPMR tenga un cronograma de lavado o de limpieza de los contenedores de Basura semanal con la finalidad de mitigar posibles enfermedades futuras.

- Si bien es cierto que la temperatura y la humedad son las variables preponderantes para la proliferación del virus, es recomendable el estudio más minucioso de otras variables que forman parte de las condiciones en las que el virus procrea, por ejemplo, la radiación solar, dirección y velocidad del viento, épocas de mayor precipitación, isoyetas, el modelo digital del terreno, etc.
- El gobierno autónomo descentralizado de Rumiñahui debería ubicar las zonas con mayor índice de necesidades básicas insatisfechas y realizar un estudio socioeconómico de las mismas, con el objeto de dotar de mejores infraestructuras a la ciudadanía que viven ahí, además que las identificaciones de las zonas con mayor probabilidad de proliferación del virus pueden ser atendidas para evitar posibles brotes de otras enfermedades tropicales que se adapten al clima de Sangolquí.
- Es importante que el Municipio del Cantón Rumiñahui realice trabajos conjuntos con la población con la finalidad de generar mingas para evitar que las quebradas se vuelvan botaderos de basura o se escombros, y con ello generar que las aguas de las quebradas fluyan y no se estanquen.
- Se recomienda que el municipio del cantón Rumiñahui tengan una semaforización de los lugares más propensos a tener contaminación sea por acumulación de basura, por eliminación de aguas residuales, etc.
- Generar distintas campañas de prevención con las empresas involucradas en el tema de investigación: por ejemplo, la EPMR puede realizar campañas de manejo de residuos sólidos; Al municipio de

Rumiñahui, se recomienda realizar campañas permanente de limpieza de fuentes hídricas, y finalmente el MSP puede generar campañas de educación a la población para la eliminación de aguas estancadas con la finalidad que el mosquito no se propague.

- Es factible la inclusión de nichos ecológicos con modelamientos de máxima entropía para verificar de manera más fiable la ubicación de zonas propicias para un posible brote del virus, además de un análisis ecológico de mosquito vector que puede adaptarse al clima de la parroquia.
- Es posible un análisis más detallado de este estudio con respecto a los cuatro diferentes serotipos del dengue, clasificándolos y preponderándolos por su gravedad a la salud o el riesgo epidemiológico que de estos derive.

5.3. Bibliografía

- Abelenda. (2012). *Enfermedades tropicales y calentamiento global*. Recuperado el 1 de julio de 2017, de <http://enfermedadestropicalesenfermeria.blogspot.com/2012/11/enfermedades-tropicales-y-calentamiento.html>
- Alles. (2009). *Instituto privado Carlos Linneo*. Recuperado el 1 de julio de 2017, de <http://linneo.edu.ar/blog/secundaria/publicaciones/el-cambio-climatico-y-las-enfermedades-tropicales-una-mirada-local/>
- Alta. (2012). *Universidad Nacional del Chimborazo*. Recuperado el 18 de julio de 2017, de <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/101/1/unach-ec-medi-2012-0018.pdf.pdf>
- Áñez, G. (2007). Evolución molecular del virus dengue: un área de investigación prioritaria. *SCIELO*, 48(3). Recuperado el 16 de 08 de 2017, de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0535-51332007000300001
- Azcona. (2014). *Modelo Fuzzy de determinacion del valor unitario de edificacion destinada a vivienda con fines catastrales*. Recuperado el 18 de julio de 2017, de <http://www.agrimensores.org.ar/v1/images/archivos/Modelo%20Fuzzy%20aplicado%20a%20la%20valuacion%20catastral.pdf>
- Becerra Benítez, M. B., & Verdezoto Morejón, L. E. (2016). *La vigilancia epidemiológica en las enfermedades transmitidas por vectores en la comunidad de chaupiaco parroquia Balzapamba, cantón San miguel, provincia Bolívar, periodo septiembre 2015- enero 2016*. . Guaranda - Ecuador. .
- Bird, L. (2001). *El Calentamiento Global y sus Consecuencias*. Recuperado el 2 de 12 de 2016, de <http://alianzageografica.org/leccioncalentglobal.pdf>
- Boussion, M. (2012). Predecir los brotes de dengue en función del clima. *Institut de Recherche pour le Developpement*, 410. Recuperado el 17 de 08 de 2017, de <https://es.ird.fr/la-mediateca/fichas-cientificas/410-predecir-los-brotes-de-dengue-en-funcion-del-clima>
- CEIP. (2016). *Aedes aegypti y Aedes albopictus*. Recuperado el 18 de julio de 2017, de

http://www.ceip.edu.uy/documentos/galerias/prensa/1243/pre_aedes_aegypti.pdf

constitución. (2008). *constitución de la república del Ecuador*. Recuperado el 14 de agosto de 2017, de

http://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/documents/old/constitucion_de_bolsillo.pdf

Criollo, M. (2014). *Enfermedades tropicales con mayor incidencia en el Ecuador*. Cuenca: Universidad Católica de Cuenca.

De Vengoechea, A. (20 de Marzo de 2012). *Las cumbres de las Naciones Unidas sobre cambio climático*. Recuperado el 16 de Julio de 2017, de <http://library.fes.de/pdf-files/bueros/la-energiayclima/09155.pdf>

Elsevier. (junio de 2008). *Enfermedades por vectores*. Recuperado el 2 de julio de 2017, de <http://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-enfermedades-tropicales-transmitidas-por-vectores--13123519>

Empresa Pública Municipal de Residuos Sólidos. (18 de 07 de 2017). *Servicios Rumiñahui-Aseo ,EPM*. Obtenido de <http://www.ruminahui-aseo.gob.ec/serviciosepmr/#>

Field. (2004). *the global carbon cycle integrantig human, climate and the natural word*. washington: island press.

Flores. (1996). Flores RGeoinformática o Geomática. Origen y Perspectivas. *Geoenseñanza*, 31-38.

Flores, R. (1996). Geoinformática o Geomática. Origen y Perspectivas. *Geoenseñanza*, 31-38.

Giménez, P. (09 de Diciembre de 2008). *la epidemia de malaria de 1783-1786: notas sobre la influencia de anomalías climáticas y cambios de usos de suelo en la salud humana*. recuperado el 23 de agosto de 2017, de <http://www.redalyc.org/html/176/17618757008/>

Githeko, A. K. (2001). *El cambio climático y las enfermedades trasnmitidas por vectores: un añalisis regional*. Recuperado el 17 de 08 de 2017, de <http://www.pdcorynthia.sld.cu/Documentos/lucha%20antivectorial/el%20cambio%20climatico.pdf>

Givovich, W. (2006). Derretimiento de las nieves y recursos hídricos de la zona Centro-Norte de Chile. *ambiente y desarrollo de cipma*, 60.

Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Rumiñahui. . (2014). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial* (II ed.). Rumiñahui.

Gonzáles, M. (2009). *Técnicas de predicción económica*. Portugalete: sarriko-on.

- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el cambio climático. (2013). *Cambio climático 2013. Resumen para responsables de políticas*.
- Gutman, K. (2009). Calentamiento Global de la Tierra I. *Cambio Climatico.org*, 1-1.
- Hennessey, M. (2016). El virus del Zika se extiende a nuevas áreas — Continente americano, de mayo de 2015 a enero de 2016. *mmwr*, LXV, 1.
- Hoyos. (2016). *Las enfermedades tropicales suben a las montañas*. Recuperado el 1 de julio de 2017, de <http://www.elcolombiano.com/opinion/columnistas/las-enfermedades-tropicales-suben-a-las-montanas-LD4674195>
- INAMHI. (2016). *Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología*. Recuperado el 1 de 12 de 2016, de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/clima/>
- INAMHI. (2017). *Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología*. Recuperado el 30 de junio de 2017, de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/>
- INAMHI. (2017). *Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología*. Recuperado el 30 de junio de 2017, de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/>
- INAMHI. (2017). *Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología*. Recuperado el 30 de junio de 2017, de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/>
- INAMHI. (2017). *Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología*. Recuperado el 30 de junio de 2017, de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/>
- INAMHI. (2017). *Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología*. Recuperado el 30 de junio de 2017, de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/>
- INAMHI. (2017). *Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología*. Recuperado el 30 de junio de 2017, de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/>
- INEC. (2010). Recuperado el 02 de 04 de 2017, de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/proyecciones-poblacionales/>
- L.Feito. (2000). *La definición de la salud, un diálogo filosófico*. Madrid: Alianza.
- Liborio, M., Tomisani, A. M., Moyano, C. B., Salazar, R., & Balparda, L. R. (2004). *Estrategias de prevención de dengue – Rosario, Argentina*.

SCIELO, 07(3). Recuperado el 06 de 08 de 2017, de http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-790X2004000300009&script=sci_arttext

- Marquetti. (2008). *Aspectos bioecológicos de importancia para el control de Aedes aegypti y otros culicidos en el ecosistema urbano*. Cuba: Universitaria.
- medioambientum. (2014). Las 8 principales consecuencias del cambio climático. *Crónicas de la Naturaleza*, 1.
- MPS. (2014). *Sistema Integrado*. Recuperado el 18 de julio de 2017, de <https://aplicaciones.msp.gob.ec/salud/archivosdigitales/documentosDIRECCIONES/dnn/archivos/editogran%20norma%20sive.pdf>
- MSP. (2013). *Boletín epidemiológico N° 33 de la situación del dengue en el Ecuador*. Recuperado el 18 de julio de 2017, de <http://www.salud.gob.ec/boletin-epidemiologico-no-39-de-la-situacion-de-dengue-en-el-ecuador-2013/>
- MSP. (2015). *Ministerio de Salud Pública*. Recuperado el 18 de julio de 2017, de <http://www.salud.gob.ec/ministerio-de-salud-ha-incrementado-en-un-27-las-fumigaciones-contradengue-y-chikungunya-en-este-ano/>
- MSP. (2016). *Ministerio de Salud intensifica acciones para controlar dengue en Manabí*. Recuperado el 18 de julio de 2017, de <http://www.salud.gob.ec/ministerio-de-salud-intensifica-acciones-para-controlar-dengue-en-manabi/>
- Observatorio de la Salud. (2010). desarrollo y situación actual del dengue en Colombia. *actualidad en salud*, 3(3). recuperado el 16 de 08 de 2017, de <file:///c:/users/ximena/downloads/15829-48702-1-pb.pdf>
- OMS. (2010). *Organización Mundial de la Salud*. Recuperado el 4 de 12 de 2016, de http://www.who.int/topics/tropical_diseases/es/
- OMS. (13 de Junio de 2015). *Abordar las enfermedades tropicales desatendidas con el enfoque de los derechos humanos*. Recuperado el 20 de Junio de 2017, de http://www.who.int/neglected_diseases/human_rights_approach_to_ntd_spa.pdf?ua=1
- OMS. (2017). Recuperado el 02 de julio de 2017, de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs117/es/>
- Prada Romero, S. P. (2014). *Educación Media Fotalizada*. Bogota D.C.

- Ramirez. (2008). *Eumed*. Recuperado el 3 de julio de 2017, de <http://www.eumed.net/tesis-doctorales/2008/amr/Evaluacion%20multicriterio.htm>
- Sanchez Rojas , G., Ballesteros Barrera, C., & P. Pavón., N. (2011). *cambio climático. Aproximaciones para el estudio de*. México.
- Santé, I., & Crecente, R. (2005). Evaluación de métodos para la obtención de mapas continuos de aptitud para usos agroforestales. . *Geofocus: Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica* , 40-68.
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (18 de 07 de 2017). *Ficha Metodológica*. Obtenido de Pobreza por necesidades básicas insatisfechas : http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/portal%20sni%202014/fichas%20indicadores%20pnbv_2013-2017/22jul2014/fichas%20pnbv/meta/obj%2012/12.5.6%20pobreza%20por%20nbi%20en%20el%20sector%20rural%20de%20la%20frontera%20norte-sur.pdf
- Sherman, C. (septiembre de 2016). *Prevalencia de leishmaniasis en comunidad La Herradura, La Ceiba Atlántida, Honduras, C.A.* Recuperado el 23 de agosto de 2017, de <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/4662/1/208635.pdf>
- Sive_alerta. (enero de 2017). *Ministerio de Salud Pública*. Recuperado el 18 de julio de 2017, de http://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2017/03/dengue-se_10_2017.pdf
- Universal, E. (2016). *La huella del cambio climático*. Recuperado el 01 de julio de 2017, de <http://www.eluniversal.com.mx/articulo/ciencia-y-salud/ciencia/2016/09/5/el-calentamiento-del-oceano-provoca-enfermedades>
- Valdez. (2008). *Influencia de la variabilidad dle tiempo y del clima en la incidencia del dengue*. Recuperado el 01 de julio de 2017, de <http://www.ecologiahumana.mda.cinvestav.mx/images/egresados/TesisAlbaV08.pdf>
- Valdez, A. R. (2008). *Influencia de la Variabilidad de tiempo y del clima en la incidencia de dengue en la Península de Yucat, Mexico*. Mérida, Yucatan. .
- Verónica Arias. (10 de 04 de 2017). Efectos Cambios Climáticos. Parroquias rurales de Quito con enfermedades tropicales. *Sanitaria Dos Mil*. Recuperado el 24 de 04 de 2017, de <http://www.redaccionmedica.ec/secciones/salud->

[publica/enfermedades-tropicales-detectadas-en-parroquias-rurales-de-quito-89984&previo=79762671](#)