



# 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

“ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD ESPACIAL Y TEMPORAL DE LAS  
ENFERMEDADES DIARREICAS Y DE LA PRECIPITACIÓN EN  
ECUADOR CONTINENTAL MEDIANTE TECNOLOGÍAS  
GEOESPACIALES”

**AUTOR: GUAILLA REINA, EMY NICOLE**

**DIRECTOR: ECHEVERRÍA LLUMIPANTA, NEPTALÍ  
ARMANDO**

**SANGOLQUÍ**

**2018**

## 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 DE LA VARIABILIDAD ESPACIAL Y TEMPORAL DE LAS ENFERMEDADES DIARREICAS Y DE LA PRECIPITACIÓN EN ECUADOR CONTINENTAL MEDIANTE TECNOLOGÍAS GEOESPACIALES*” realizado por la señorita *Guilla Reina, Emy Nicole* ha sido revisado en su totalidad y analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido y/o plagio requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo a autorizar al señor *Emy Nicole Guilla Reina* para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 18 de diciembre del 2017

.....  
Ing. Neptalí Armando Echeverría Llumipanta, Mg.

C. I.: 1711153302

## **AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD**



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

#### **AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **Guilla Reina, Emy Nicole**, con cédula de identidad N° 172373771-2 declaro que este trabajo de titulación, *“Análisis de la variabilidad espacial y temporal de las enfermedades diarreicas y de la precipitación en Ecuador continental mediante tecnologías geoespaciales”* ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

**Sangolquí, 18 de diciembre del 2017**

**Emy Nicole Guilla Reina**

C.C.: 172373771-2

## AUTORIZACIÓN



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

## AUTORIZACIÓN

Yo, **Guaila Reina, Emy Nicole**, con C. I. N°172373771-2 autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en su totalidad en el repositorio Institucional el trabajo de titulación Tema: **“Análisis de la variabilidad espacial y temporal de las enfermedades diarreicas y de la precipitación en Ecuador continental mediante tecnologías geospaciales”** cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

**Sangolquí, 18 de diciembre del 2017**

**Emy Nicole Guaila Reina**

C.C.: 172373771-2



## DEDICATORIA

*A Dios por permitirme alcanzar una meta más en mi vida.*

*A mi padre, quien me ha demostrado que nunca es tarde para cumplir un sueño y  
que la edad solo es un número porque la energía la llevamos en el alma.*

*A mi madre por ser un pilar importante en mi vida que junto a sus consejos supo  
levantarme y no dejarme caer en cada obstáculo de mi vida.*

*A mi abuelito, Manuel, que aunque no esté junto a mí siempre estuvo guiándome y  
cuidándome desde el cielo.*

## AGRADECIMIENTOS

*A Dios por darme sabiduría y paciencia necesaria para alcanzar mis metas.*

*A mis padres por ser mi apoyo, mi brújula, mi pilar fundamental durante esta etapa de mi vida y permitirme culminar mis estudios sin ninguna dificultad. Agradezco su apoyo, dedicación, paciencia, consejos y sobre todo su tiempo.*

*A mi mejor amiga, porque ella es la familia que escogí y la psicóloga que alguien necesita a su lado ya que vivimos en un mundo de locos.*

*A mi novio, mi compañero de aventuras, mi confidente y mi apoyo, con quien empecé esta travesía y finalmente la vemos materializar.*

*A mis hermanos por sus consejos, apoyo y porque son parte indispensable en mi vida.*

*A grupo EpiSIG, por permitirme ser parte de sus investigaciones e incluirme en ese hermoso equipo de trabajo.*

*Al VIT por ser ese aliento que un amigo necesita cuando se da cuenta que la tesis no se hace sola.*

## INDICE DE CONTENIDO

## CARÁTULA

CERTIFICADO DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD .....	iii
AUTORIZACIÓN .....	iv
AGRADECIMIENTOS .....	vi
INDICE .....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	x
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xi
RESUMEN .....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
CAPITULO I.....	1
ASPECTOS GENERALES.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Planteamiento de Problema .....	2
1.3. Justificación e importancia.....	2
1.4. Área de influencia .....	3
1.5. Objetivos .....	4
1.5.1. Objetivo General .....	4
1.5.2. Objetivos Específicos.....	4
1.6. Metas .....	4
CAPITULO II.....	5
MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Fundamentación Teórica .....	5
2.1.1. Tecnologías Geoespaciales .....	5
2.1.2. Sistemas de información .....	6
2.1.3. Teledetección.....	6
2.1.5. Epidemiología.....	12
2.2. Base conceptual .....	20
2.3. Base legal .....	21
2.4. Sistemas de variables .....	22
2.4.1. Variables dependientes .....	22

2.4.2. Variable independiente .....	22
2.4.3. Operacionalización de las variables.....	22
2.5. Preguntas de investigación .....	22
CAPITULO III .....	23
METODOLOGÍA.....	23
3.1. Modalidad de la investigación.....	23
Investigación descriptiva.....	23
3.2. Caracterización de casos de enfermedades diarreicas agudas.....	23
3.2.1. Obtención de datos de las EDAs .....	23
3.2.2. Validación de la información .....	25
3.2.3. Estructuración datos.....	28
3.2.4. Tasa de incidencia.....	28
3.3. Análisis espacio – temporal de la variable de enfermedades .....	29
3.3.1. Espacialización de la variable .....	30
3.3.2. Videos espacio - temporales de casos EDAs .....	33
3.3.3. Generación cubos y perfiles espacio – temporales .....	33
3.4. Determinación de la precipitación en Ecuador continental.....	36
3.4.1. Obtención de imágenes satelitales .....	36
3.4.2. Procesamiento de las imágenes satelitales .....	37
3.4.3. Análisis espacio temporal de las precipitaciones .....	40
3.5 Determinación de la correlación entre las enfermedades y la precipitación. ....	43
CAPÍTULO IV .....	45
ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	45
4.1. Análisis de resultados.....	45
4.1.1. Caracterización de las EDAs .....	45
4.1.2. Análisis espacio – temporal de las EDAs .....	49
4.1.3. Análisis espacio – temporal de la precipitación .....	72
4.1.4. Análisis de la correlación entre las variables .....	106
4.2. Discusión de resultados.....	110
4.3. Preguntas de Investigación.....	110
CAPITULO V .....	113
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	113

Bibliografía..... 117

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1</b>	Precipitaciones respecto a la climática normal de la Región Litoral .....	11
<b>Tabla 2</b>	Precipitaciones respecto a la climática normal de la Región Interandina ....	11
<b>Tabla 3</b>	Precipitaciones respecto a la climática normal de Orellana y Pastaza .....	12
<b>Tabla 4</b>	Clasificación de Enfermedades infecciosas intestinales según el CIE-10..	14
<b>Tabla 5</b>	Clasificación de enfermedades infecciosas consideradas por el ViEpi .....	24
<b>Tabla 6</b>	Tasa de incidencia calculada 2014 .....	29
<b>Tabla 7</b>	Semana epidemiológica por año .....	38
<b>Tabla 8</b>	Resumen de valores de coeficiente de correlación por provincia .....	108
<b>Tabla 9</b>	Coeficiente de correlación más representativo .....	109



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Elementos de las tecnologías geoespaciales.....	5
<b>Figura 2</b> Sensor pasivo y sensor activo .....	7
<b>Figura 3</b> Promedio mensual de enero de las precipitaciones TRMM.....	9
<b>Figura 4</b> Imagen CMORPH.....	10
<b>Figura 5</b> Lógica del método Areal Interpolation o Areal Weighting.....	18
<b>Figura 6</b> Pesos de los puntos en el diagrama de dispersión .....	20
<b>Figura 7</b> Diagrama de límites de control para casos registrados en el 2013 .....	25
<b>Figura 8</b> Diagrama de límites de control para casos registrados en el 2014 .....	26
<b>Figura 9</b> Diagrama de límites de control para casos registrados en el 2015 .....	27
<b>Figura 10</b> Diagrama de límites de control para casos registrados en el 2016 .....	27
<b>Figura 11</b> Vínculo de bases de datos entre casos 2013 y unidades operativas.....	30
<b>Figura 12</b> Identificador asignado para conectar base de datos al TerrSet.....	31
<b>Figura 13</b> Módulo para desagregación de casos – EpiSIG .....	32
<b>Figura 14</b> Casos desagregados 2014 por semana epidemiológica.....	32
<b>Figura 15</b> Video espacio temporal de casos de EDAs 2013 .....	33
<b>Figura 16</b> Creación de la serie de tiempo para el 2015.....	34
<b>Figura 17</b> Generación de cubos espacio - temporales para casos 2015 .....	35
<b>Figura 18</b> Generación de perfiles mediante el panel Explore Temporal Profiles.....	35
<b>Figura 19</b> Casos de EDAs por SE - Esmeraldas 2015 .....	36
<b>Figura 20</b> Portal de la NOAA - descarga imágenes CMORPH .....	37
<b>Figura 21</b> Imagen de precipitación 01/01/2015 11h00 am .....	38
<b>Figura 22</b> Imagen de precipitación SE 01 del 2013.....	39
<b>Figura 23</b> Creación de serie de tiempo de la precipitación 2013 .....	40
<b>Figura 24</b> Cubo espacio - temporal de la precipitación 2013.....	41
<b>Figura 25</b> Panel “Explore temporal profiles” .....	42
<b>Figura 26</b> Perfil de precipitación media para la provincia de Esmeraldas 2013 .....	43
<b>Figura 27</b> Análisis de la correlación Precipitación - EDAs .....	44
<b>Figura 28</b> Tasa de incidencia 2013 .....	46
<b>Figura 29</b> Tasa de incidencia 2014 .....	47
<b>Figura 30</b> Tasa de incidencia 2015 .....	48
<b>Figura 31</b> Tasa de incidencia 2016 .....	49
<b>Figura 32</b> Variabilidad Casos totales de EDAs 2013 – 2016 - El Oro .....	50
<b>Figura 33</b> Variabilidad Casos totales de EDAs 2013 – 2016 – Esmeraldas .....	51
<b>Figura 34</b> Variabilidad Casos totales de EDAs 2013 – 2016 – Guayas .....	52
<b>Figura 35</b> Variabilidad Casos totales de EDAs 2013 – 2016 - Los Ríos.....	53
<b>Figura 36</b> Variabilidad Casos totales de EDAs 2013 – 2016 – Manabí.....	54
<b>Figura 37</b> Variabilidad Casos totales de EDAs 2013 – 2016 - Santa Elena .....	55
<b>Figura 38</b> Variabilidad Casos totales de EDAs 2013 – 2016 – Sto. Domingo .....	56
<b>Figura 39</b> Variabilidad Casos totales de EDAs 2013 – 2016 – Azuay.....	57
<b>Figura 40</b> Variabilidad Casos totales de EDAs 2013 – 2016 – Bolívar .....	58
<b>Figura 41</b> Variabilidad Casos totales de EDAs 2013 – 2016 – Cañar.....	59

<b>Figura 42</b>	Variabilidad Casos totales de EDAs 2013 – 2016 – Carchi.....	60
<b>Figura 43</b>	Variabilidad Casos totales de EDAs 2013 – 2016 – Chimborazo .....	61
<b>Figura 44</b>	Variabilidad Casos totales de EDAs 2013 – 2016 – Cotopaxi.....	62
<b>Figura 45</b>	Variabilidad Casos totales de EDAs 2013 – 2016 – Imbabura .....	63
<b>Figura 46</b>	Variabilidad Casos totales de EDAs 2013 – 2016 – Loja.....	64
<b>Figura 47</b>	Variabilidad Casos totales de EDAs 2013 – 2016 – Pichincha.....	65
<b>Figura 48</b>	Variabilidad Casos totales de EDAs 2013 – 2016 – Tungurahua .....	66
<b>Figura 49</b>	Variabilidad Casos totales de EDAs 2013 – 2016 – Morona Santiago ....	67
<b>Figura 50</b>	Variabilidad Casos totales de EDAs 2013 – 2016 – Napo.....	68
<b>Figura 51</b>	Variabilidad Casos totales de EDAs 2013 – 2016 – Orellana.....	69
<b>Figura 52</b>	Variabilidad Casos totales de EDAs 2013 – 2016 – Pastaza .....	70
<b>Figura 53</b>	Variabilidad Casos totales de EDAs 2013 – 2016 – Sucumbíos.....	71
<b>Figura 54</b>	Variabilidad Casos totales de EDAs 2013 – 2016 – Zamora Chinchipe ..	72
<b>Figura 55</b>	Perfiles de precipitación media (mm) 2013 - 2016 - El Oro .....	74
<b>Figura 56</b>	Perfiles de precipitación media (mm) 2013 - 2016 – Esmeraldas .....	75
<b>Figura 57</b>	Perfiles de precipitación media (mm) 2013 - 2016 – Guayas .....	77
<b>Figura 58</b>	Perfiles de precipitación media (mm) 2013 - 2016 - Los Ríos.....	78
<b>Figura 59</b>	Perfiles de precipitación media (mm) 2013 - 2016 - Manabí.....	80
<b>Figura 60</b>	Perfiles de precipitación media (mm) 2013 - 2016 - Santa Elena .....	81
<b>Figura 61</b>	Perfiles de precipitación media (mm) 2013-2016 - Sto. Domingo.....	82
<b>Figura 62</b>	Perfiles de precipitación media (mm) 2013 - 2016 – Azuay.....	84
<b>Figura 63</b>	Perfiles de precipitación media (mm) 2013 - 2016 – Bolívar .....	85
<b>Figura 64</b>	Perfiles de precipitación media (mm) 2013 - 2016 - Cañar .....	87
<b>Figura 65</b>	Perfiles de precipitación media (mm) 2013 - 2016 – Carchi.....	89
<b>Figura 66</b>	Perfiles de precipitación media (mm) 2013 - 2016 – Chimborazo.....	91
<b>Figura 67</b>	Perfiles de precipitación media (mm) 2013 - 2016 - Cotopaxi .....	92
<b>Figura 68</b>	Perfiles de precipitación media (mm) 2013 - 2016 – Imbabura.....	94
<b>Figura 69</b>	Perfiles de precipitación media (mm) 2013 - 2016 - Loja .....	96
<b>Figura 70</b>	Perfiles de precipitación media (mm) 2013 - 2016 - Pichincha .....	98
<b>Figura 71</b>	Perfiles de precipitación media (mm) 2013 - 2016 - Tungurahua.....	100
<b>Figura 72</b>	Perfiles de precipitación media (mm) 2013 - 2016 – Morona Santiago .	101
<b>Figura 73</b>	Perfiles de precipitación media (mm) 2013 - 2016 – Napo .....	102
<b>Figura 74</b>	Perfiles de precipitación media (mm) 2013 - 2016 – Orellana .....	103
<b>Figura 75</b>	Perfiles de precipitación media (mm) 2013 - 2016 – Pastaza .....	104
<b>Figura 76</b>	Perfiles de precipitación media (mm) 2013 - 2016 – Sucumbíos.....	105
<b>Figura 77</b>	Perfiles de precipitación media (mm) 2013 - 2016 – Zamora Ch. ....	106
<b>Figura 78</b>	Relación entre EDAs y Precipitación en Los Ríos 2016.....	107
<b>Figura 79</b>	Relación entre EDAs y Precipitación en El Oro 2015 .....	107

## RESUMEN

La OMS indicó que entre los años 2030 y 2050 las variaciones climáticas provocarán, aproximadamente, 250.000 muertes por año, causadas por distintas enfermedades como la malnutrición, el paludismo, la diarrea y el estrés calórico. Existen estudios que plantean que las enfermedades diarreicas agudas varían con las estaciones, indicando así que son perceptibles a las variaciones climáticas debido a la ubicación geográfica. De forma específica, en los trópicos alcanzan su máximo durante la estación lluviosa, estableciendo que tanto las inundaciones como las sequías aumentan el riesgo de propagación. En este contexto, el presente proyecto de investigación se basó en el análisis de la variabilidad espacio – temporal de las enfermedades diarreicas agudas y de la precipitación en Ecuador continental mediante tecnologías geoespaciales, para lo cual en una primera etapa se realizó el análisis entre número de casos de EDAs por semana epidemiológica, en cada provincia del Ecuador continental entre los años 2013 y 2016. En paralelo, en las mismas condiciones se observó el comportamiento de la precipitación y finalmente se analizó la correlación entre las variables. Con toda esta información se determinaron valores de coeficiente R entre -0,30 y 0,64, de forma que no se establece correspondencia lineal entre las enfermedades diarreicas y la lluvia.

### **Palabras Claves:**

- **ENFERMEDADES DIARREICAS AGUDAS**
- **PRECIPITACIÓN**
- **DESAGREGACIÓN**
- **VARIABILIDAD**
- **CORRELACIÓN**

## ABSTRACT

WHO estimates that between 2030 and 2050 climate change will cause 250,000 deaths per year, caused by malnutrition, malaria, diarrhea and heat stress. There are studies that state that diarrheal diseases vary according with the seasons, indicating that these are sensitive to climatic variations due to geographical location. Specifically, in tropics they reach their maximum during the rainy season, establishing that both floods and droughts increase the risk of spreading. In this context, the present project was based on the analysis of spatial and temporal variability of diarrheal diseases and precipitation in continental Ecuador using geospatial technologies, for which in the first stage the analysis was made between number of cases of EDAs per epidemiological week, in each province of continental Ecuador between 2013 and 2016. Equally, with the same conditions the behavior of the precipitation was observed and finally the correlation between the variables was analyzed. With all this information, values of coefficient R were determined between -0.30 and 0.64, so that there is no linear correspondence between diarrheal diseases and rainfall.

### Key words

- **DIARRHEAL DISEASES**
- **PRECIPITATION**
- **DISAGREGATION**
- **VARIABILITY**
- **CORRELATION**

## CAPITULO I

### ASPECTOS GENERALES

#### 1.1. Antecedentes

La relación entre las condiciones climáticas las condiciones climáticas y las enfermedades epidémicas ha sido estudiada, planteando influencias entre el cambio climático y los patrones de transmisión. La OMS (2003) plantea que se necesita conocer mejor las relaciones complejas causales entre clima y enfermedades, de manera que recomienda utilizar modelos más completos, mejor validados e integrados. En el mismo aspecto, se estima que entre 2030 y 2050 el cambio climático causará 250.000 defunciones por año, debido a la malnutrición, el paludismo, la diarrea y el estrés calórico (Organización mundial de la Salud, 2016).

Respecto a Ecuador, Karen Levy (2013) publicó un estudio titulado “Cambio climático, agua y salud: precipitación extrema y enfermedades diarreicas en la provincia de Esmeraldas: interacción con variables estacionales y sociales” en el cual evaluó la relación que existe entre la lluvia y casos de diarrea concluyendo que el efecto de una lluvia extrema después de periodos secos genera un aumento en la tasa de incidencia de la enfermedad. Por consiguiente, se relacionó a los eventos por EDAs con la variabilidad de la precipitación debido a que existen estudios que comprueban una correspondencia entre las variables.

Por otro lado, Méndez y colaboradores (2010), a través de un estudio realizado en la ciudad de Coatzacoalcos titulado “Relación estadística entre la temperatura ambiente y las enfermedades diarreicas en Coatzacoalcos, Veracruz (México)” utilizaron series de tiempo y modelos de regresión lineal con el fin de relacionar las variaciones climáticas y los eventos por EDAs. Verificando así, la afirmación de la OMS (2003) en la que se indicó que las principales causas de diarrea están relacionadas con precipitaciones abundantes y contaminación del abastecimiento de agua.

## **1.2. Planteamiento de Problema**

Las enfermedades diarreicas son conocidas como la segunda mayor causa de muerte a nivel mundial ocasionando 525.000 defunciones en niños anualmente (Organización Mundial de la Salud, 2017), dichos eventos de salud, se ven afectadas por variaciones considerables de precipitación. Registrándose así, un incremento en el número de casos de egresos hospitalarios ocasionados por EDAs cuando existe disminuciones considerables de lluvias (Palacios, y otros, 2015).

Las enfermedades diarreicas varían con las estaciones, indicando que son perceptibles a las variaciones climáticas debido a su ubicación geográfica, de forma específica en los trópicos alcanzan su máximo durante la época lluviosa. Por su parte, las inundaciones como las sequías aumentan el riesgo de propagación (Organización Mundial de la Salud, 2003). Por lo tanto, es probable que las variaciones climáticas prolonguen las estaciones de transferencia de importantes enfermedades transmitidas por vectores y alteren su distribución geográfica (Organización mundial de la Salud, 2016). Debido a esto es necesario estudiar la relación entre las variaciones de precipitación y las enfermedades diarreicas con la finalidad de conocer cuál es la relación que existe entre las variables.

## **1.3. Justificación e importancia**

El análisis de la relación de la variabilidad espacio – temporal de casos de enfermedades diarreicas y la precipitación en Ecuador continental es una investigación que servirá para el desarrollo de sistemas de vigilancia de salud, que permitirán prevenir y reducir la morbilidad de la población (Palacios, y otros, 2015). Los principales actores beneficiados de forma directa con este estudio son las autoridades de la salud debido a que mediante los conocimientos generados se permitirá conocer grupos poblacionales vulnerables y zonas de influencia de mayor afectación, en las cuales se podrá intervenir a través de una adecuada gestión. Adicionalmente, la población afectada será beneficiada de forma indirecta a través de la implementación de programas de gestión, conforme a lo establecido en el Plan Nacional del “Buen Vivir” dentro del objetivo 3, que garantiza la mejora de la calidad de vida.



Adicionalmente, el presente proyecto de investigación está relacionado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), conforme a lo establecido en el objetivo 3, que garantiza una vida saludable y promueve el bienestar para todos a cualquier edad. Es por esta razón que, el conocimiento adquirido será fundamental para la planificación de actividades que permitirán aumentar la esperanza de vida y reducir las causas de muerte comunes en zonas de mayor influencia.

#### **1.4. Área de influencia**

Las enfermedades diarreicas son infecciones del tracto digestivo ocasionadas por bacterias, virus o parásitos, siendo la diarrea su principal síntoma (Ministerio de Salud de Argentina, 2017). La creciente variabilidad de las precipitaciones afectará de forma indirecta al suministro de agua dulce, y su escasez , pone en peligro la higiene e incrementa el riesgo de la propagación de enfermedades diarreicas, que anualmente ocasionan aproximadamente 760.000 muertes en niños menores de cinco años (Organización mundial de la Salud, 2016). Siendo que, el aumento de las temperaturas y la variabilidad de la precipitación aumentarán la posibilidad en el número de casos en la población. Por lo tanto, aumentará la prevalencia de enfermedades que afectarán a la salud humana.

El presente proyecto de investigación es de aplicación en Ecuador continental y pretende ser un aporte en el estudio de la relación entre enfermedades diarreicas y variaciones de precipitación, en el cual se abordará el análisis de la correlación que existe entre casos de enfermedades diarreicas y datos de las variaciones de precipitación durante los años 2013, 2014, 2015 y 2016.

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo General**

Analizar la variabilidad espacial y temporal de las enfermedades diarreicas y de la precipitación en Ecuador continental mediante tecnologías geoespaciales.

### **1.5.2. Objetivos Específicos**

- Caracterizar los datos de casos de enfermedades diarreicas en Ecuador continental a través de análisis estadísticos.
- Analizar la variable de salud en Ecuador continental mediante un análisis espacio – temporal.
- Determinar la precipitación en Ecuador continental desde el 2013 hasta 2016 mediante el procesamiento de imágenes satelitales CMORPH.
- Determinar la correlación entre datos de precipitaciones y de casos de las EDAs en Ecuador continental.

## **1.6. Metas**

- Una base de geodatos de enfermedades diarreicas en Ecuador continental.
- Video de la evolución temporal de las enfermedades
- Base de geodatos de precipitaciones.
- Video de la evolución temporal de las precipitaciones.
- Valor de correlación existente entre la precipitación y casos de enfermedades diarreicas en Ecuador continental desde el 2013 hasta 2016.

## CAPITULO II

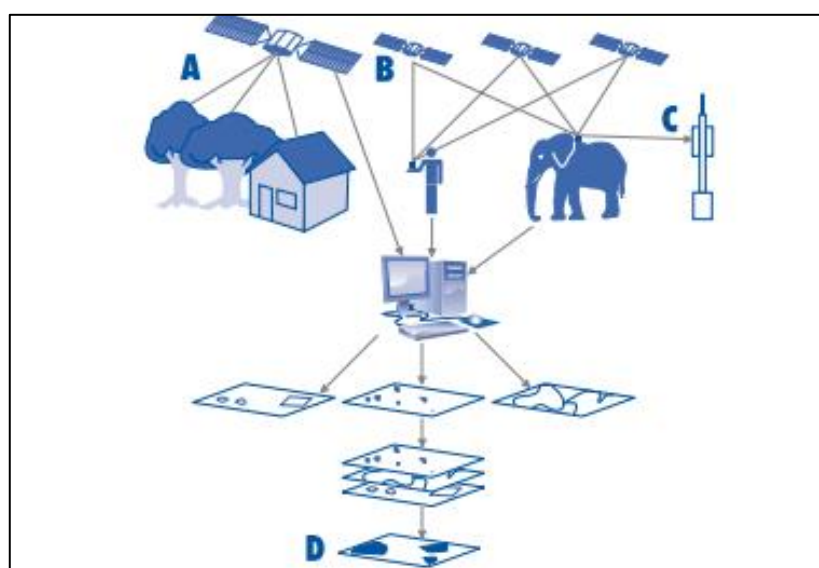
### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Fundamentación Teórica

##### 2.1.1. Tecnologías Geoespaciales

“Las tecnologías de Información Geográfica (TIG) son un conjunto de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC)” que permiten la recolección, manejo análisis espacio temporal de información sobre recursos, características de espacios naturales o aspectos socioeconómicos de un territorio determinado. Entre ellas se incluyen las siguientes herramientas: Sistemas de información geográfica (SIG), Sistemas de Posicionamiento global (SPG), Teledetección (TD) y Herramientas de internet como Google Earth (InfoResources, 2007).

Actualmente, las tecnologías geoespaciales se utilizan en forma conjunta con otras tecnologías con el fin de aprovechar las ventajas de cada una (InfoResources, 2007). En la Figura 1, se muestra un esquema de la combinación de elementos que conforman a las tecnologías geoespaciales.



**Figura 1** Elementos de las tecnologías geoespaciales

Fuente: (InfoResources, 2007)

### **2.1.2. Sistemas de información**

Un Sistema de Información (SI) consiste en la integración de información en formato digital y herramientas informáticas (programas) para su análisis con objetivos establecidos por la organización (empresa, administración, etc.). Un SIG es un caso particular de SI en el que la información aparece georeferenciada es decir incluye su posición en el espacio utilizando un sistema de coordenadas estandarizado resultado de una proyección cartográfica (Sarría, 2017).

#### **2.1.2.1. Terrset**

TerrSet es un software desarrollado por Clark Labs y distintas instituciones encargadas para el desarrollo sostenible y la conservación medioambiental. Cuenta con herramientas para el análisis SIG y el procesamiento de imágenes de satélite incluyendo funciones para trabajar con la variable tiempo, creando un Sistema GeoTemporal (GTS) para el seguimiento y modelamiento de los sistemas terrestres, abordando desafíos del crecimiento global como el cambio climático, cambios en el uso de suelo, variaciones en los ecosistemas, entre otros. (ClarkLabs, 2017).

### **2.1.3. Teledetección**

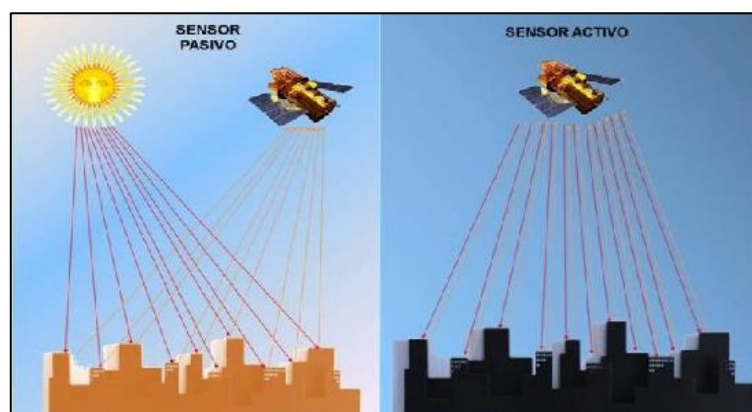
La Teledetección es un sistema de adquisición de datos a distancia sobre la biosfera, basado en las propiedades de la radiación electromagnética y en su interacción con los materiales de la superficie terrestre ya que los elementos de la naturaleza poseen una respuesta espectral propia denominada firma espectral. La Teledetección estudia las variaciones espectrales, espaciales y temporales de las ondas electromagnéticas.

Los sensores suelen ser cámaras fotográficas, radiómetros de barrido multiespectral (MSS), radares y láseres. Estos generan imágenes analizando la radiación emitida o reflejada por las formas y objetos de la superficie terrestre en distintas longitudes de

onda en las cuales son sensibles (ultravioleta, visible, infrarrojo próximo, infrarrojo técnico, hiperfrecuencias) con el fin de reconocer la variada gama de formas y objetos (Romero, 2006).

### 2.1.3.1. Sensores remotos

Un sensor remoto es un instrumento que permite recolectar información meteorológica, oceanográfica, sobre cobertura vegetal, etc. ya que es capaz de percibir datos sin estar en contacto físico con la Tierra (Pontificia Universidad Católica De Chile, n.f). Existen dos tipos de sensores: pasivos y activos. Los sensores pasivos se caracterizan por limitarse a recoger la energía electro - magnética procedente de las cubiertas terrestres reflejadas por los rayos de sol. En cambio los sensores activos se caracterizan por recolectar información sin necesidad de tener una fuente de luz ya que en su sistema está incorporado como por ejemplo: radar y lidar. En la Figura 2 se muestra la funcionalidad de un sensor pasivo y activo.



**Figura 2** Sensor pasivo y sensor activo

Fuente: (Pontificia Universidad Católica De Chile, n.f)

### **2.1.3.2. Imágenes satelitales**

Una imagen satelital es una representación visual de la superficie de la Tierra capturada por un sensor a distintas longitudes de onda electromagnética, el cual está ubicado sobre un satélite artificial. Los datos obtenidos son receptados por una estación terrestre, en la cual se procesa y se genera la imagen a distintas escalas espaciales (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2017).

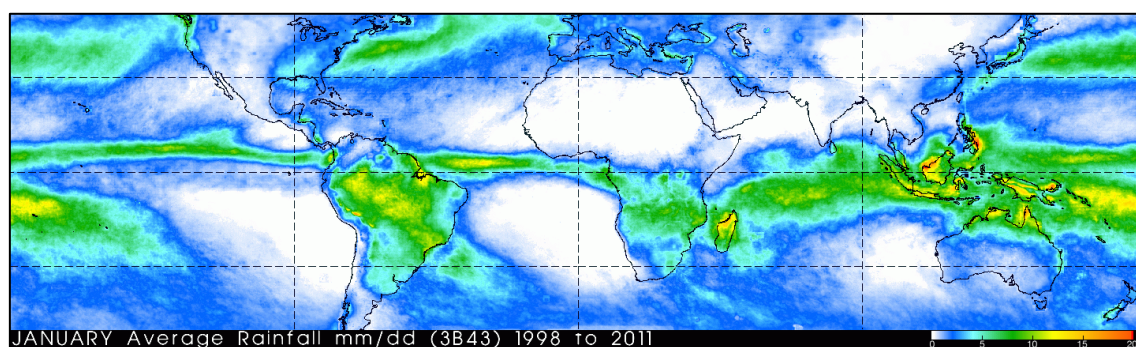
Las imágenes satelitales se diferencian por su resolución, es decir, el nivel de detalle con el que se capturan las imágenes, existen distintos tipos de resolución como: espacial, espectral, radiométrica y temporal (Bense, 2017).

- Resolución espacial se define como el nivel detalle visible en una imagen, es decir, el área mínima del terreno representada por cada píxel.
- Resolución espectral se refiere al número y ancho de bandas de bandas registradas por sensor.
- Resolución radiométrica es el número de niveles digitales utilizados para almacenar los datos tomados por el sensor, cuya unidad representativa en términos de dígitos binarios son los bits.
- Resolución temporal es una medida de frecuencia con la que el satélite toma información de una determinada área.

### **2.1.3.3. Imágenes satelitales TRMM (TMI)**

Las imágenes satelitales TRMM (Misión de Medición de Precipitaciones Tropicales) permiten cuantificar el vapor de agua, el agua de las nubes y la intensidad de lluvia en la atmósfera a través del sensor (TMI), el cual es un sensor de microondas pasivo diseñado para proporcionar información cuantitativa sobre las lluvias ya que mide cuidadosamente las cantidades de energía microonda emitida por la Tierra y la atmósfera (Gidahatari, 2016). En la Figura 3 se muestra el promedio total de los registros obtenidos durante el mes de enero en mm/dd con una cobertura global desde 50°N hasta 50 °S.



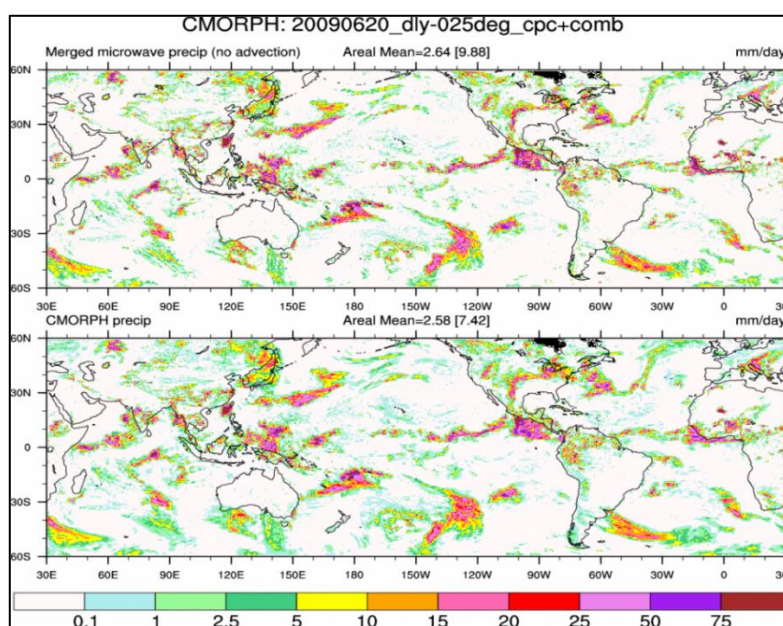


**Figura 3** Promedio mensual de enero de las precipitaciones TRMM

Fuente: (Gidahatari, 2016)

#### 2.1.3.4. Imágenes satelitales CMORPH

Son imágenes que analizan la precipitación global a muy alta resolución espacial y temporal. Utilizan estimaciones de precipitación que se han derivado exclusivamente de observaciones por microondas satelitales de baja órbita y cuyas características se transportan a través de información de propagación espacial que se obtiene enteramente a partir de datos de IR por satélite geoestacionario (Climate Data Guide, 1999). En la Figura 4 se muestra la representación de datos de precipitación con una cobertura global desde 60°N hasta 60°S, resolución espacial de 8km y resolución temporal de 30 min.



**Figura 4** Imagen CMORPH  
Fuente: (Climate Data Guide, 1999)

#### 2.1.4. Climatología en Ecuador continental

Ecuador debido a su ubicación geográfica posee estaciones climáticas definidas, que se caracterizan según sus regiones, por ejemplo, el período lluvioso de la región costa o litoral comienzan los últimos días del mes de diciembre y se prolonga hasta el mes de mayo; durante el período junio – noviembre se define a la estación seca. Para la región interandina o sierra, la precipitación tiene una distribución binomial, definiéndose así un período lluvioso principal que inicia a partir de enero y finaliza en mayo, uno secundario desde el mes de septiembre hasta noviembre, que presenta un descenso de los valores de precipitación en diciembre; durante los meses de junio, julio y agosto se manifiesta el período seco. En la región Oriental, la climatología de las precipitaciones se caracteriza por ser variante durante todo el año con aumentos entre los meses de junio a septiembre (INAMHI, 2014).

En la Tabla 1, se muestra las precipitaciones promedio del período lluvioso y seco de la Región Litoral de Ecuador continental a excepción de la provincia de Santa Elena, respecto a su normal climática, las cuales serán tomadas como referencia para el presente estudio de investigación.

**Tabla 1***Precipitaciones respecto a la climática normal de la Región Litoral*

Provincia	Período lluvioso	Período seco
	Diciembre – Mayo (mm)	Junio – Noviembre (mm)
<b>Región Litoral</b>		
Esmeraldas	715,70	187,60
Sto. Domingo de los Tsáchilas	2382,10	653,10
Los Ríos	2002,00	234,50
Guayas	1274,45	84,00
Manabí	535,40	53,30
El Oro	1316,70	131,10

Fuente: (INAMHI, 2014)

En la Tabla 2, se muestra las precipitaciones con respecto a su climática normal de los dos períodos lluviosos y el período seco de la Región Interandina de Ecuador continental, a excepción de las provincias de Bolívar.

**Tabla 2***Precipitaciones respecto a la climática normal de la Región Interandina*

Provincia	Período lluvioso I	Período lluvioso II	Período seco
Región Interandina	Enero – Mayo (mm)	Septiembre – Noviembre (mm)	Junio – Agosto (mm)
Carchi	490,10	261,80	151,50
Imbabura	490,20	235,20	75,20
Pichincha	616,30	292,70	85,20
Cotopaxi	265,90	129,70	40,00
Tungurahua	245,60	132,20	83,70
Chimborazo	270,50	86,10	51,20
Cañar	277,10	106,50	59,40
Azuay	446,20	221,90	85,00
Loja	553,20	184,40	140,60

Fuente: (INAMHI, 2014)

En la Tabla 3, se muestra las precipitaciones con respecto a su climática normal del período enero – diciembre de las provincias de Orellana y Pastaza de la Región Oriental de Ecuador continental.

**Tabla 3**

*Precipitaciones respecto a la climática normal de Orellana y Pastaza*

<b>Provincias</b>	<b>Enero – Diciembre (mm)</b>
<b>Región Oriental</b>	
Orellana	2852,50
Pastaza	4585,20

Fuente: (INAMHI, 2014)

### **2.1.5. Epidemiología**

La epidemiología estudia la distribución y las características de los determinantes de estados o eventos, especialmente de enfermedades, cuyo objetivo es controlar la propagación de enfermedades u otros problemas de salud. La vigilancia y los estudios descriptivos, son parte de los diversos métodos que sirven para realizar investigaciones epidemiológicas con el fin de analizar la distribución de eventos, mientras que los estudios analíticos permiten estudiar factores determinantes (Organización Mundial de la Salud, 2017).

#### **2.1.5.1. Semana epidemiológica (SE)**

La semana epidemiológica es una unidad de tiempo estandarizada que permite realizar estudios epidemiológicos mediante la agrupación de padecimientos o eventos epidemiológicos. Este periodo generalmente agrupa los 365 días del año en 52 o en algunos casos 53 semanas por lo que para designar la primera semana epidemiológica del año se ubica el primer sábado de enero que incluya en los días inmediatamente precedentes tres o más del mismo mes por lo que en ocasiones la semana puede iniciar

en diciembre. La importancia de la utilización de semanas epidemiológicas radica en que permite al investigador comparar los eventos epidemiológicos sucedidos durante un determinado año o dentro de un año con los de años previos, adicionalmente facilita la comparación global de la información (Organización Panamericana de la Salud, 2016).

#### **2.1.5.2. Salud humana**

La salud humana es la ausencia de enfermedades y afecciones en el cuerpo, el cual quiere decir que es un estado de completo bienestar tanto físico, mental como social (Organización Mundial de la Salud, 1946). A nivel mundial, a partir de los años sesenta, se han triplicado el número de desastres naturales relacionados con el cambio climático causando más de 60.000 muertes anualmente, esto incide especialmente en países en caminos de desarrollo (Organización mundial de la Salud, 2016).

#### **2.1.5.3. Enfermedades diarreicas**

Las enfermedades diarreicas son una causa principal de mortalidad y morbilidad en la niñez en el mundo, las cuales son causadas por la exposición a alimentos o agua contaminados. Se ha registrado que en todo el mundo, 780 millones de personas no tienen acceso a agua potable y 2.500 millones no poseen sistemas de saneamiento apropiados, es por eso que los casos de diarrea en la población aparecen con mayor frecuencia especialmente en países en desarrollo (Organización Mundial de la Salud, 2017). En el caso de Ecuador la tasa de incidencia a nivel nacional corresponde a 18,89 casos por cada 10.000 habitantes lo cual indica a que esta enfermedad forma parte de las principales enfermedades del país (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2014).

La Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud (CIE-10) creada por la OMS en el año 1992 agrupa a estas enfermedades con el código A00-A09 conocidas como “Enfermedades infecciosas intestinales” con el fin de generar una nomenclatura universal para el registro de estas

enfermedades. En la Tabla 4 se muestra los códigos asignados, la enfermedad y los patógenos causantes de estas enfermedades (Organización Mundial de la Salud, 1992).

**Tabla 4**

*Clasificación de Enfermedades infecciosas intestinales según el CIE-10*

<b>Enfermedades infecciosas intestinales A00 – A09</b>		
<b>Código</b>	<b>Enfermedad</b>	<b>Patógeno</b>
A00	Cólera	<i>Vibrio cholerae O1</i>
A01	Fiebres tifoidea y paratifoidea	<i>Salmonella typhi, Salmonella paratyphi</i>
A02	Otras infecciones debido a <i>Salmonella</i>	<i>Salmonella spp.</i>
A03	Shigelosis	<i>Shigella dysenteriae, Shigella flexneri, Shigella boydii, Shigella sonnei</i>
A04	Otras infecciones intestinales bacterianas	<i>Escherichia coli, Campylobacter, Yersinia enterocolitica, Clostridium difficile</i>
A05	Otras intoxicaciones alimentarias bacterianas	<i>Clostridium welchii, Clostridium botulinum, Vibrio parahaemolyticus, Bacillus cereus</i>
A06	Amebiasis	<i>Entamoeba histolytica</i>
A07	Otras enfermedades intestinales debido a protozoarios	<i>Giardia lamblia</i>
A08	Otras enfermedades intestinales debidas a virus y otros organismos especificados	Virus
A09	Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infecciosos	-



Entre la principales causas de diarrea en seres humanos especialmente en niños menores de 6 años están las que son provocadas por bacterias, entre ellas encuentran las distintas categorías de *Escherichia coli*, *Campylobacter jejuni*, *Salmonella* sp., *Shigella* sp., *Vibrio cholerae* y *Clostridium difficile* (González, 2012).

- *Escherichia coli* es una bacteria que se encuentra en el intestino del ser humano y de los animales de sangre caliente, la cepa *E. coli* productora de toxina Shiga puede causar graves enfermedades a través del consumo de alimentos, el tiempo de incubación de la bacteria en el ser humano es aproximadamente de 1 semana. (Organización Mundial de la Salud, 2017). Según Rodríguez, y colaboradores (2002), la *E. coli* está relacionada con la precipitación pluvial ya que aumenta entre 6 y 10 veces el promedio geométrico cuando existe un incremento de precipitación a diferencia de su comportamiento normal.

Entre las principales vías de transmisión son los alimentos contaminados como por ejemplo productos cárnicos, embutidos fermentados, agua, entre otros. La contaminación de estos alimentos se debe originalmente al estar en contacto directo con heces del ganado bovino. Otra de las causas de transmisión incluye el contacto directo con animales, la contaminación cruzada durante la preparación de alimentos, la contaminación fecal del agua debido a la descarga de material fecal e aguas de recreación o en aguas de consumo sin previo tratamiento de purificación (Rivas, Miliwebsky, Chinen, Deza, & Leotta, 2006).

- *Campylobacter jejuni* es una bacteria que habita en el intestino de animales de sangre caliente como aves de corral y ganado. Es una de las cuatro principales causas de enfermedad diarreica. El tiempo de incubación de estos bacilos en el organismo antes de presentar síntomas está entre 1 y 10 días (Organización Mundial de la Salud, 2017) según Lal, y colaboradores, (2014), registraron que existe mayor riesgo en el incremento de la *C. jejuni*, con aumentos en la humedad absoluta y precipitación media.

Entre las principales vías de transmisión de esta bacteria incluye el consumo de alimentos que no requieren cocción o por cocción insuficiente, entre otras fuentes

de infección son la leche y otros productos lácteos no pasteurizados, agua de río y agua provista incorrectamente potabilizada (Acha & Szyfres, 2001).

- *Salmonella* es un género de bacilos gram-negativos omnipresente y resistente que puede sobrevivir ambientes secos durante semanas y varios meses en agua. El tiempo de incubación de la bacteria en el organismo antes de presentar síntomas es durante los primeros 3 días después de la ingesta de *Salmonella* y dura en el organismo alrededor de 1 semana (Organización Mundial de la Salud, 2017). Según, Semenza, y colaboradores, (2011), indica relación entre la variación de precipitación y la proliferación de la bacteria ya que las inundaciones causadas por eventos de fuertes lluvias pueden interrumpir el tratamiento del agua y sistemas de alcantarillado contribuyendo a una mayor exposición de *Salmonella* y otros patógenos.

Entre las principales vías de transmisión de la *Salmonella* incluye la ingesta de alimentos contaminados por agua potencialmente contaminada, adicionalmente esta bacteria puede atravesar toda la cadena alimentaria, principalmente presente en huevos, carne, aves de corral y leche (Organización Mundial de la Salud, 2017).

- *Shigella* spp es un género de bacilos gram-negativos, inmóviles y no capsulados, muy relacionada genéticamente con la *E. coli*. El período de incubación dura de 1 a 7 días (Acha & Szyfres, 2001). Según, Alpizar, (2012), afirma que las bacterias como la *Salmonella* y la *Shigella* causantes de enfermedades diarreicas presentan relación con las inundaciones producidas por el aumento de precipitación ya que su proliferación también aumenta.

La *Shigella* tiene gran labilidad frente a las condiciones del ambiente ya que es afectada de forma directa por la temperatura y la sequedad. Entre las principales vías de transmisión son a través del consumo de alimentos contaminados como ensaladas por falta de higiene, o fuentes de agua (Prado, 2017).

- *Vibrio cholerae* es un género bacteriano que posee más de 48 especies, al menos 12 de ellas son patógenas para el hombre. El hábitat natural está en aguas marinas costeras principalmente estuarios (Heitmann, y otros, 2005). Tiene un período de

incubación relativamente corto, es decir, menor a 5 días (Organización Mundial de la Salud, 2017). Las precipitaciones se encuentran relacionadas con la supervivencia de esta bacteria ya que al aumentar las precipitaciones, aumentan también los niveles de hierro insoluble, mismos que mejoran las condiciones de vida de la *V. cholerae* en ambientes acuáticos (Hashizume, y colaboradores, 2008).

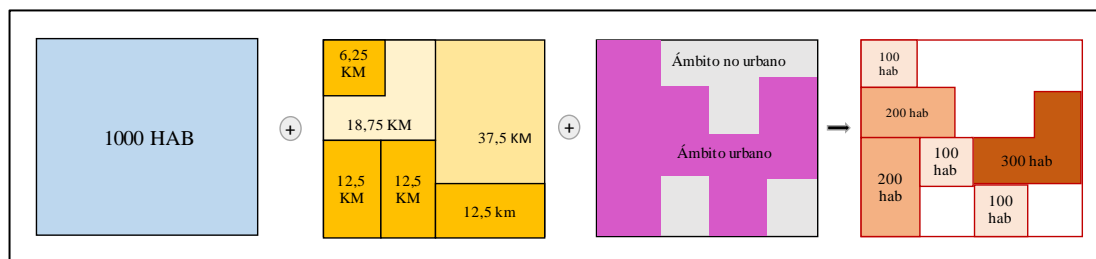
Entre las principales vías de transmisión de esta bacteria se le atribuye al agua debido a que en muchos sitios existe en las cercanías una gran masa de agua (río, depósito o canal) que al contaminarse, expone a la población a su infección por el consumo. Sin embargo estas enfermedades están asociadas al consumo de alimentos contaminados (Mosley, 1970).

- *Clostridium difficile* es un bacilo grampositivo anaerobio estricto y el mayor causante de enfermedades diarreicas. Según su ciclo biológico existen dos estados, uno vegetativo y otro latente, el cual no produce esporas que es resistente a condiciones de temperatura, humedad y efectos antibióticos, la mayoría de registros se encuentran en casos de pacientes hospitalizados, afectando principalmente a la población mayor de 65 años resistente a antibióticos (Oñate Gutiérrez, Villegas, & Correa, 2017). No se encuentran registros de relación entre la bacteria y variaciones de precipitación.

#### **2.1.5.4. Desagregación espacial de casos**

La desagregación espacial de datos se refiere a disponer de datos a un nivel administrativo como datos provinciales, municipales e inclusive de nivel inferior como secciones censales, entidades o núcleos de población hasta asociar esta información a un nivel de resolución de la grid (píxel) (Goerlich Gisbert & Cantarino Martí, 2012). Entre los métodos de desagregación, el *Método Filtered Areal Weighting* incorpora un filtro o una máscara, mediante el cual se excluye zonas en las cuales no corresponde asignar información, es decir, se descompone la información en función de la superficie tomada, descartando previamente los ámbitos que no corresponden. Este método considera homogénea densidad de la variable que se desagrega. En la Figura

5, se indica como el método *Areal Weighting* desagrega la información de forma proporcional a su área (Gálvez Salinas & Valenzuela Montes, 2013).



**Figura 5** Lógica del método Areal Interpolation o Areal Weighting  
Fuente: (Gálvez Salinas & Valenzuela Montes, 2013)

### 2.1.5.5. Tasa de incidencia de enfermedades

La tasa de incidencia de enfermedades está relacionada a la aparición de número de nuevos casos en relación al tiempo de prevalencia de un evento o enfermedad, es por eso que, en estudios epidemiológicos, donde el propósito es la investigación casual o la evaluación de medidas preventivas su principal interés es conocer el flujo establecido entre salud y enfermedad (Moreno Altamirano, López Moreno, & Corcho Bedugo, 2000).

Para calcular la tasa de incidencia, el numerador es el número de casos nuevos registrados que se han producido en un periodo temporal definido y el denominador corresponde a la población expuesta al riesgo de sufrir la enfermedad. Las unidades de tasa de incidencia debe expresar una unidad de tiempo (día, semana epidemiológica, mes, año, etc.). La incidencia (I) se calcula mediante la ecuación (1) (Bonita, Beaglehole, & Kjellstrom, 2006).

$$I = \frac{\text{Número de casos nuevos en un periodo determinado}}{\text{población en riesgo}} \times (\text{factor}) \quad (1)$$

### **2.1.5.6. Carga de enfermedad**

La Carga de Enfermedad está definida como la medida de las pérdidas de salud asumiendo enfermedades, lesiones o consecuencias mortales e incapacitantes, la cual permite conocer a diferencia de otros indicadores, la pérdida de años saludables no solo relacionando las muertes prematuras sino también la discapacidad resultante de distintas enfermedades (Murray L. & López, 1997).

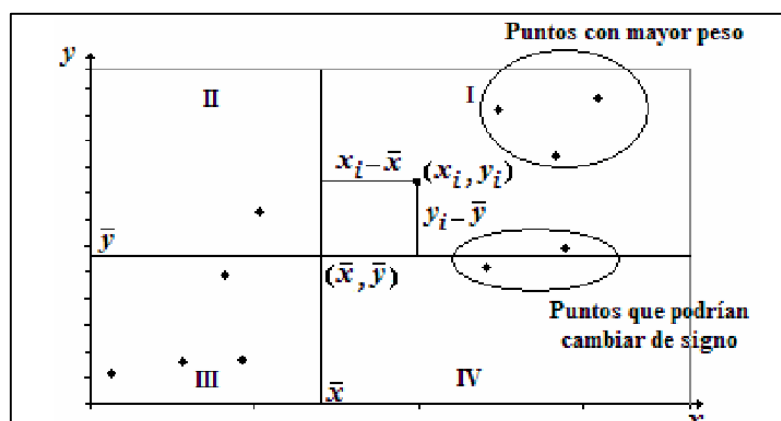
### **2.1.6. Análisis estadístico**

Es una herramienta que permite interpretar los resultados obtenidos de una investigación con el fin de que aporte a la solución de los problemas mediante el análisis adecuado de los datos. Para lo cual es indispensable dar un uso correcto a las distintas medidas y modelos estadísticos (Bauce, 2000).

#### **2.1.6.1. Correlación**

El análisis de correlación permite conocer el tipo y grado de asociación estadística entre dos o más variables, indicando de esta manera la magnitud y la dirección de la relación. Mediante la correlación se puede realizar predicciones ya que establece modelos matemáticos para lo cual se realiza pruebas de confiabilidad (Cazau, 2006).

El científico Karl Pearson desarrolló un coeficiente de correlación el cual indica el peso asignado a  $(X_i, Y_i)$  a medida que el punto se aleja de las líneas de división que trazan el centroide. En la Figura 6 se muestra que a medida que el punto se aleja de las líneas su peso es mayor. Adicionalmente, los puntos más alejados de las líneas establecen con mayor fuerza la correlación y los más cercanos podrían cambiar de signo fácilmente ya que son valores aleatorios (Nieves Hurtado & Dominguez Sanchez, 2009).



**Figura 6** Pesos de los puntos en el diagrama de dispersión

Fuente: (Nieves Hurtado & Dominguez Sanchez , 2009)

El signo de coeficiente de correlación depende de la ubicación de los puntos para el producto  $(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$  es positivo cuando se encuentra en la región I y III. El signo es negativo cuando el producto para puntos ubicados en las regiones II y IV. El coeficiente R se calcula mediante la siguiente ecuación 2 y sus valores se encuentran entre -1 y 1 (Nieves Hurtado & Dominguez Sanchez , 2009).

$$r = \sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{s_x \cdot s_y} \quad \text{Ecuación (2)}$$

## 2.2. Base conceptual

- Correlación espacial temporal se refiere al grado de sistemática semejanza entre dos variables, es decir, el valor correspondiente a la variable  $Z_k$  observada en ciertas localizaciones y los valores de otra variable  $Z_l$  observados en localizaciones “vecinas”. (Chasco Yrigoyen & López Hernández, 2004).
- Precipitación consiste en la caída de la lluvia, llovizna, nieve, granizo, hielo, granulado, etc. proveniente desde las nubes hacia la superficie de la tierra, la cual es medida en alturas de precipitación mediante la utilización de un instrumento conocido como pluviómetro, la unidad en la que se mide es mm que equivale a la

altura obtenida por la caída de un litro de agua sobre un m<sup>2</sup> de la superficie (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), 2011).

- Satélite meteorológico es sistema de observación complejo que permite conocer estimaciones del tiempo como precipitaciones o nubosidad de Tierra sin entrar en contacto con ella (Rodríguez Jiménez , Benito Capa, & Portela Lozano, 2004).
- Cambio climático es la alteración del clima atribuido de manera directa e indirecta a las actividades humanas las cuales registran cambios en la composición de la atmosfera a nivel mundial y que se adiciona a la variabilidad natural del clima (Organización de las Naciones Unidas, 2007).

### **2.3. Base legal**

Según lo establecido en el Art. 32 de la séptima sección del Capítulo II de la Constitución de la República del Ecuador 2008, la salud es un derecho que garantiza el Estado, y 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 del Ecuador, 2008).

Conforme a lo establecida en el Plan Nacional del Buen Vivir 2013 – 2017 (Secretaría del Buen Vivir, 2013).

Objetivo 3: Mejorar la calidad de vida de la población

- Política 3.2. Ampliar los servicios de prevención y promoción de la salud para mejorar las condiciones y los hábitos de vida de las personas.
- Política 3.10. Garantizar el acceso universal, permanente, sostenible y con calidad a agua segura y a servicios básicos de saneamiento, con pertinencia territorial, ambiental, social y cultural.
- Política 3.11. Garantizar la preservación y protección integral del patrimonio cultural y natural y de la ciudadanía ante las amenazas y riesgos de origen natural o antrópico.

## **2.4. Sistemas de variables**

### **2.4.1. Variables dependientes**

- Casos de enfermedades EDAs.
- Correlación.

### **2.4.2. Variable independiente**

- Precipitación.

### **2.4.3. Operacionalización de las variables**

En la Anexo 1 se presenta la matriz de operacionalización de las variables a ser estudiadas en el presente proyecto de investigación.

## **2.5. Preguntas de investigación**

- ¿Cuál es la variabilidad espacial y temporal de las enfermedades diarreicas y la precipitación en Ecuador continental?
- ¿Cuál es la caracterización de los datos de casos de enfermedades diarreicas en Ecuador continental?
- ¿Cuál es la variabilidad de los casos de las EDAs en Ecuador continental?
- ¿Cuál es la variabilidad de la precipitación en Ecuador continental?
- ¿Cuál es la correlación entre datos de precipitaciones y de casos de las EDAs en Ecuador continental?



## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. Modalidad de la investigación**

##### **Investigación descriptiva**

“La investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer una estructura o comportamiento...” la presente investigación es de tipo correlacional según la clasificación de la investigación descriptiva, la cual permite determinar el grado de relación o asociación que presentan la variable climática y la variable de salud, precipitación y casos de egresos hospitalarios por enfermedades diarreicas agudas respectivamente, con el fin de conocer el comportamiento de la variable salud causado por las variaciones de precipitación en Ecuador continental, es decir la presente investigación permite estimar la relación directa o indirecta sobre las causas de esta enfermedad (Arias, 2012).

#### **3.2. Caracterización de casos de enfermedades diarreicas agudas.**

##### **3.2.1. Obtención de datos de las EDAs**

La base de datos de casos de egresos hospitalarios por enfermedades diarreicas aguda fue otorgada en extensión .csv por la Dirección Nacional de Vigilancia Epidemiológica (ViEpi) a través de una solicitud dirigida hacia la directora Mayling Encalada. La información proporcionada de casos de EDAs comprende el período en estudio, es decir, desde el año 2013 hasta el 2016. La información requerida para el presente estudio fue: semana epidemiológica, unidad operativa y tipo de enfermedad.

En el anexo 2, se muestra la respuesta a la solicitud emitida por parte del ViEpi bajo el número de documento Nro. MSP-DNVE-2017-1802-TEMP.

Es importante mencionar que el ViEpi conoce a estas enfermedades como “Enfermedades transmitidas por agua y alimentos” en las cuales se considera únicamente 6 enfermedades, incluyendo a la hepatitis “A” dentro de esta categoría a diferencia de las que se agrupan en la CIE-10 bajo el nombre “Enfermedades infecciosas intestinales”. En la Tabla 5, se menciona el nombre de la enfermedad y el correspondiente código del CIE-10.

**Tabla 5**

*Clasificación de enfermedades infecciosas consideradas por el ViEpi*

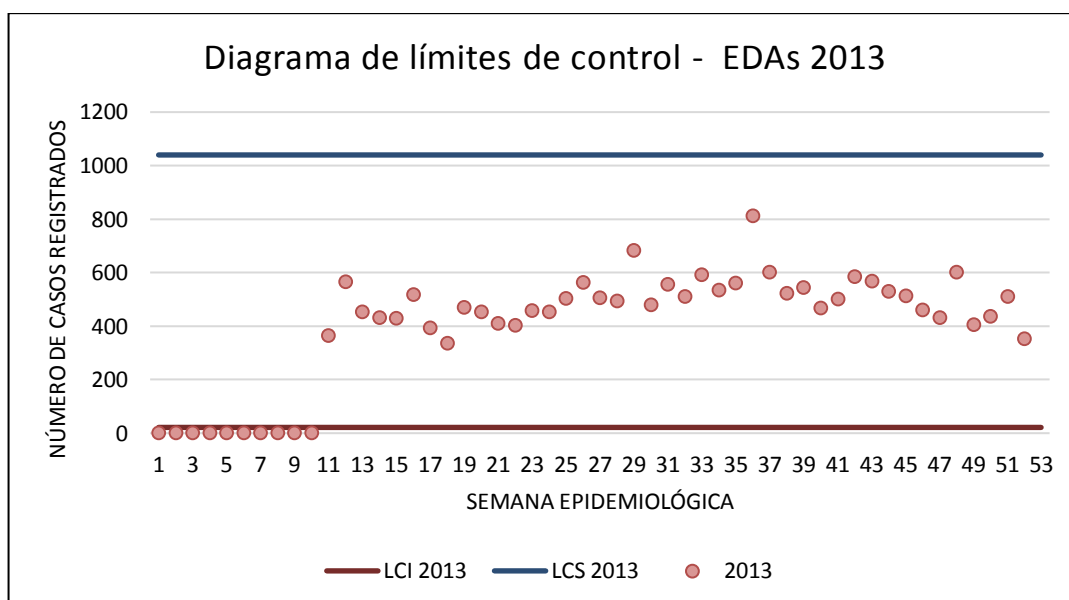
<b>Evento</b>	<b>CIE10</b>
Fiebre tifoidea y paratifoidea	A01
Hepatitis A	B15
Infecciones debido a salmonella	A02
Intoxicación alimentaria	A05
Shigelosis	A03
Síndrome diarreico agudo	A09

Fuente: CIE 10

Adicionalmente, se utilizó bases de datos de divisiones administrativas del país como distritos y unidades operativas, las cuales permitieron analizar espacialmente y temporalmente el comportamiento de la enfermedad en Ecuador continental por semana epidemiológica. Las bases de datos de unidad operativa y distritos fueron otorgadas por el grupo de la Plataforma integrada de Epidemiología, Geomática, Bioinformática y Bioestadística (EpiSIG).

### 3.2.2. Validación de la información

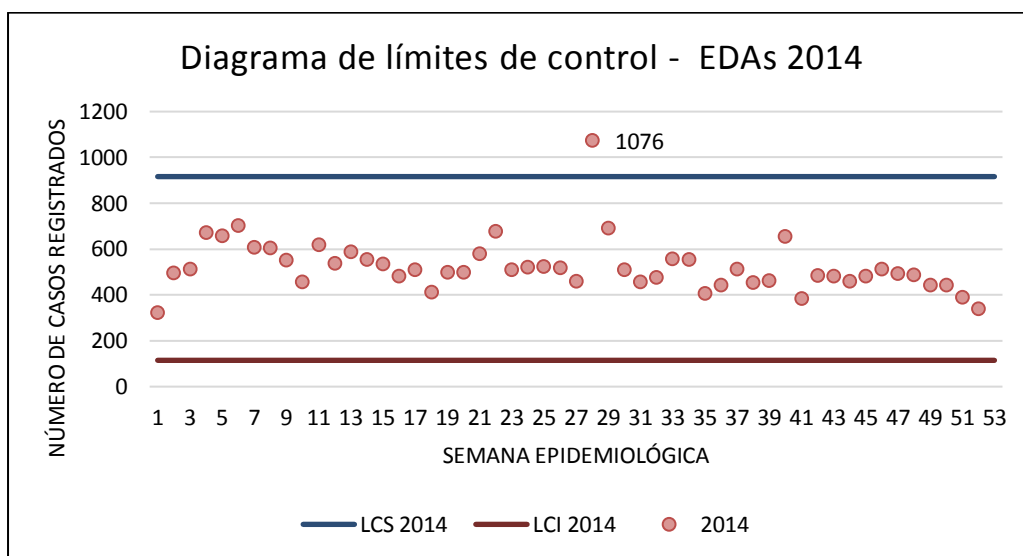
Para la validación de la información proporcionada por la Dirección Nacional de Vigilancia Epidemiológica se realizó cuatro diagramas de límites de control que permitieron conocer valores atípicos con el fin de descartar esa información, sin embargo, el control que se realizó presentó valores que necesitaron mayor atención con el fin de tomar una decisión de aceptar o rechazar dicha información. En la Figura 7, se muestra el diagrama correspondiente al año 2013, donde los puntos marcados son los datos adquiridos y la línea de color azul corresponde al límite de control superior y la línea color vino al límite de control inferior.



**Figura 7** Diagrama de límites de control para casos registrados en el 2013

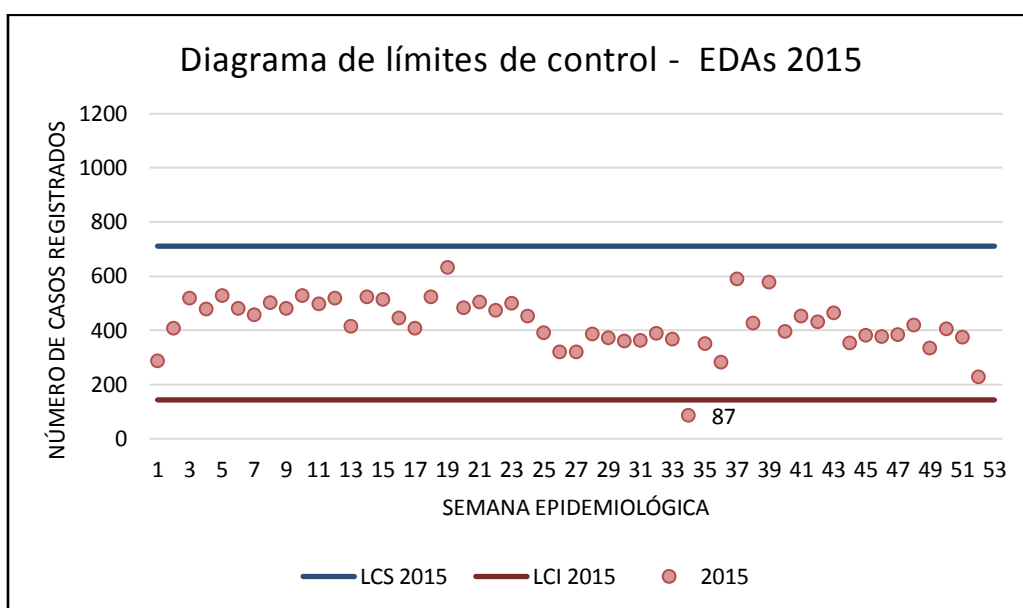
Como se observa en la Figura 7, los casos de egresos hospitalarios registrados para el año 2013 presentaron faltantes en las primeras 10 semanas para lo cual se realizó un pedido adicional de la información ya que por ser casos de salud y registros no se puede estimar el valor de los casos, sin embargo, los datos correspondientes a estas semanas se asumen como no registro, es decir casos en cero, sin embargo para la finalidad del modelo se utilizó a partir de la semana 11 hasta la 52.

En la Figura 8, se muestra el diagrama de límites de control de casos de egresos hospitalarios registrados para el año 2014 por semana epidemiológica, en donde se observa que para la semana número 28 existe un total de 1.076 casos, los cuales superan el límite máximo, sin embargo por ser casos de salud, se realizó un análisis más detallado de los casos y se revisó los registros con el fin de encontrar algún error, a pesar de eso, el registro es correcto y se consideró para el estudio.



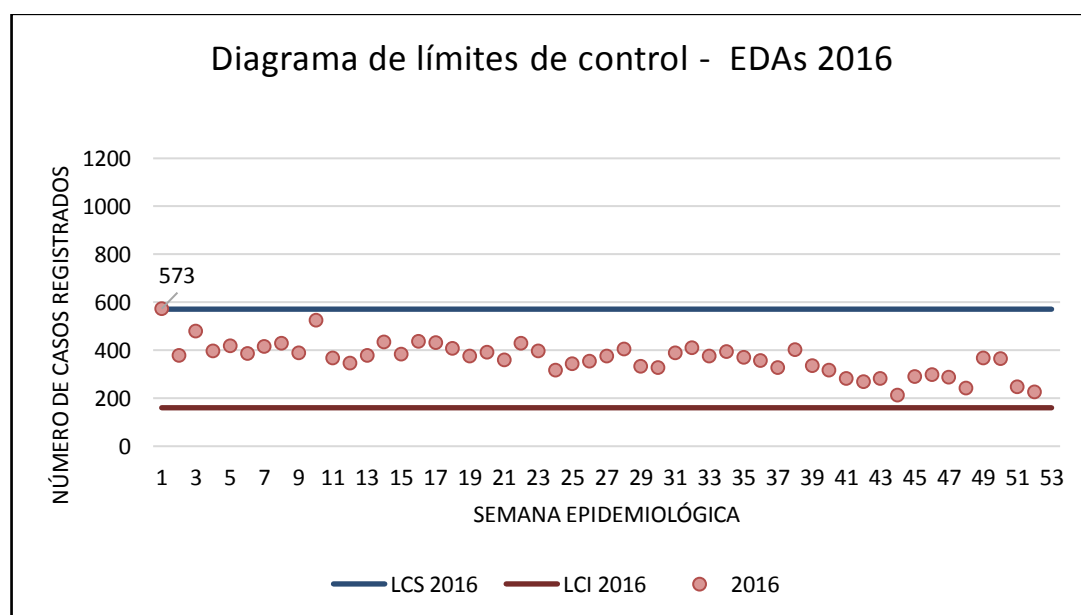
**Figura 8** Diagrama de límites de control para casos registrados en el 2014

En la Figura 9, se muestra el diagrama de límites de control de casos de egresos hospitalarios registrados para el año 2015 por semana epidemiológica, en donde se observa que para la semana número 34 existe un total de 87 casos, el cual es menor al valor mínimo, sin embargo por ser casos de salud, se realizó un análisis más detallado y se revisó los registros con el fin de encontrar algún error, a pesar de eso, el registro es correcto y se consideró para el estudio.



**Figura 9** Diagrama de límites de control para casos registrados en el 2015

En la Figura 10, se muestra el diagrama de límites de control de casos de egresos hospitalarios registrados para el año 2016 por semana epidemiológica, en donde se observa que para la primera semana existe un total de 573 casos, el cual supera el límite máximo de casos, sin embargo por ser datos de salud, se realizó un análisis más detallado y se revisó los registros con el fin de encontrar algún error, a pesar de eso, el registro es correcto y se consideró para el estudio.



**Figura 10** Diagrama de límites de control para casos registrados en el 2016

### 3.2.3. Estructuración datos

La estructuración de datos fue realizada mediante el empleo de consultas en el programa Access 2013, estas consultas permitieron identificar los casos registrados por provincia, por grupos de edad (previamente definidos por el ViEpi) y por género (hombres y mujeres). Los resultados obtenidos fueron agrupados por regiones con la finalidad de conocer el grupo de edad más vulnerable a ser afectado por la propagación de estas enfermedades a nivel regional, en donde se consideró a la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas parte de la Región Litoral. Las Tablas de consulta creadas tienen los siguientes campos:

- Provincia
- Casos totales (clasificación de edades ViEpi)

### 3.2.4. Tasa de incidencia

Para el cálculo de la tasa de incidencia de la enfermedad, se aplicó la ecuación 1, utilizando los datos estructurados por casos de egresos hospitalarios totales por provincia, en lo cual se consideró el número total de eventos registrados por cada año en estudio, asumiendo que los datos de población del censo 2010 corresponden a la población vulnerable por estas enfermedades y multiplicando por 10.000 habitantes, con el fin de relacionar los casos entre provincias y determinar cuáles son las provincias con mayor cantidad de egresos hospitalarios registrados y que requieren mayor atención por el número de habitantes afectados en cada año de estudio.

En la Tabla 6, se muestra la tasa de incidencia calculada para cada provincia, los datos de egresos hospitalarios corresponden al año 2014.

**Tabla 6**

Tasa de incidencia calculada 2014

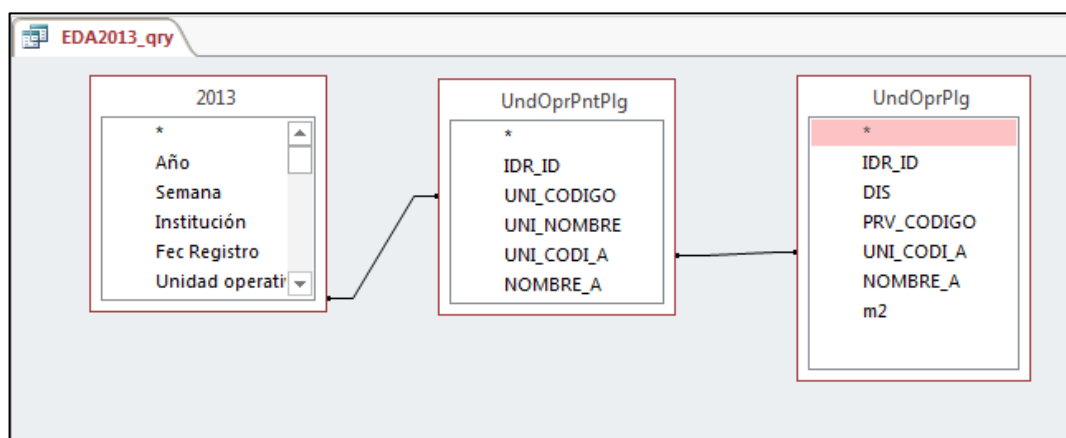
<b>Provincia</b>	<b>(I) / 10.000</b>
Azuay	10,53
Bolívar	11,33
Cañar	20,92
Carchi	10,58
Chimborazo	8,46
Cotopaxi	22,90
Imbabura	29,08
Loja	48,49
Pichincha	19,29
Tungurahua	18,27
Guayas	14,64
Los Ríos	20,16
Manabí	19,86
Santa Elena	6,64
Santo domingo de los Tsáchilas	7,31
Esmeraldas	13,03
El oro	35,93
Morona Santiago	35,76
Napo	36,93
Orellana	24,19
Pastaza	23,95
Sucumbíos	19,38
Zamora Chinchipe	39,62

### 3.3. Análisis espacio – temporal de la variable de enfermedades

Para el análisis espacio - temporal de los egresos hospitalarios por EDAS registradas por año se trabajó bajo la unidad de semana epidemiológica y por provincia, estos parámetros fueron utilizados bajo fundamentos teóricos epidemiológicos.

### 3.3.1. Espacialización de la variable

Para analizar espacial y temporalmente los casos de egresos hospitalarios se creó un vínculo entre la base de datos administrativa de unidades operativas y casos de EDAs mediante el uso de consultas en el programa Access 2013. Estas relaciones entre Tablas fueron establecidas por el grupo EpiSIG después de un análisis de la estructura inicial de las Tablas disponibles con el fin de espacializar la información. En la Figura 11, se muestra el vínculo que permite conectar las dos bases de datos, mismo que, permitió espacializar los datos de enfermedades mediante la desagregación de casos por unidad operativa. Este procedimiento fue realizado para los casos del 2013, 2014, 2015 y 2016.



**Figura 11** Vínculo de bases de datos entre casos 2013 y unidades operativas

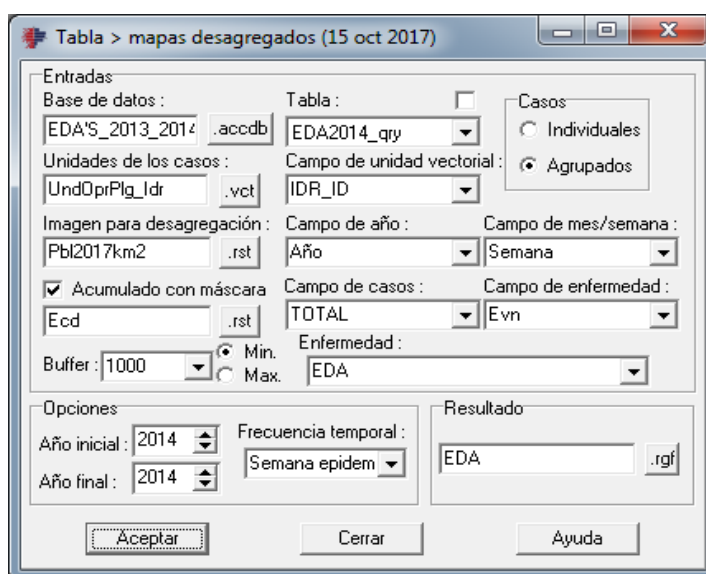
La vinculación de Tablas permite asignar un identificador (ID) a los casos registrados por unidad operativa, es decir, este identificador será utilizado para la espacialización de la variable. La consulta por Tabla grupal de casos tiene los siguientes campos: IDR\_ID, Año, Semana, Total y Evn (Evento). En la Figura 12, se muestra un ejemplo del identificador que se utiliza para conectar la base de datos de enfermedad y de unidades operativas con el TerrSet.



IDR_ID	Año	Semana	Total	Evnt
1111	2013	29	197	EDA
2504	2013	12	145	EDA
2289	2013	51	90	EDA
907	2013	48	83	EDA
959	2013	36	74	EDA
1994	2013	36	70	EDA
344	2013	36	62	EDA
1935	2013	26	60	EDA
2571	2013	29	60	EDA
773	2013	36	54	EDA
1186	2013	34	51	EDA
335	2013	15	50	EDA
468	2013	19	49	EDA
1186	2013	35	39	EDA

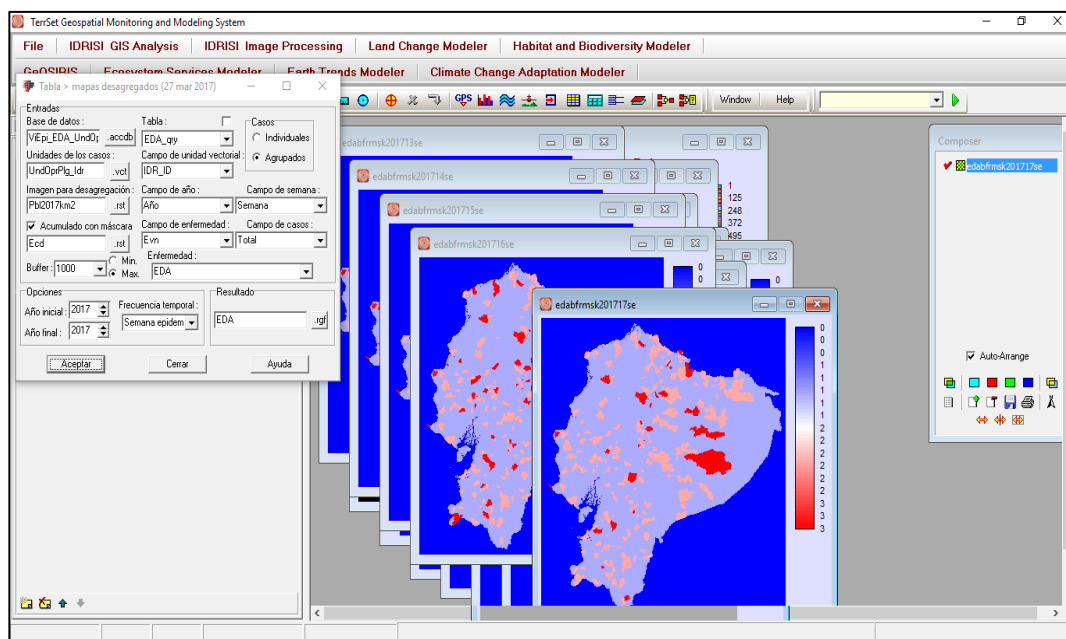
**Figura 12** Identificador asignado para conectar base de datos al TerrSet

Después de tener la base de datos estructurada se conecta con el SIG (TerrSet), mediante un módulo creado por el grupo EpiSIG (ver Figura 13), el cual permite espacializar la variable salud, agrupa los casos de egresos hospitalarios totales de enfermedades diarreicas agudas por semana epidemiológica, generando de esta manera 52 imágenes en formato raster de casos de EDAs desagregados por unidad operativa y por año dependiendo el caso, asumiendo que se asocia la mayor cantidad de casos a zonas en donde existe mayor índice poblacional por km<sup>2</sup>, donde un pixel representa 1 km<sup>2</sup>.



**Figura 13** Módulo para desagregación de casos – EpiSIG

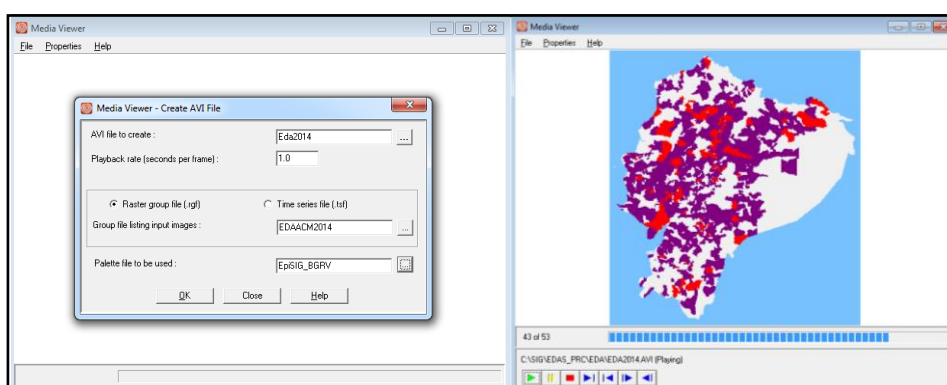
En la Figura 14, se muestra la generación de cada imagen de los registros de casos para el año 2014, a diferencia de los años 2013, 2015 y 2016 se generaron 53 imágenes en formato raster.



**Figura 14** Casos desagregados 2014 por semana epidemiológica

### 3.3.2. Videos espacio - temporales de casos EDAs

Para realizar el video de casos registrados de EDAs se utilizó las herramientas del SIG, el cual fue hecho con los mapas generados de casos acumulados, con el fin de visualizar segundo a segundo los nuevos casos, es decir, el video presenta la evolución de la enfermedad, en donde cada segundo representa la semana epidemiológica de registro y los casos que quedan en otro color representan los casos pasados desde la primera semana del año. Se realizó 4 videos, uno por cada año, con el fin de analizar individualmente los años en estudio. En la Figura 15, se muestra el módulo para la creación del video en donde se indica la cantidad de segundos y los casos acumulados ingresados. En la parte izquierda se encuentra la representación de los casos en la semana 53.

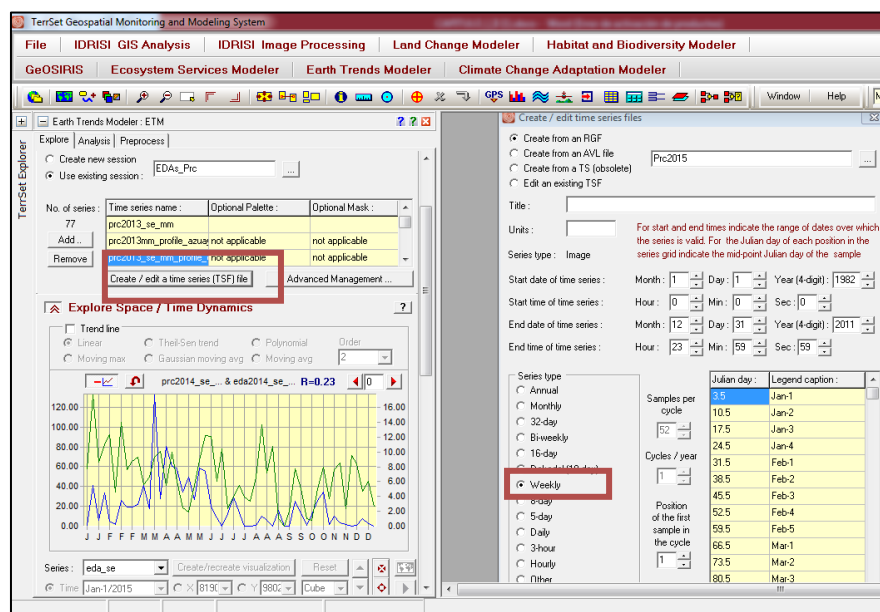


**Figura 15** Video espacio temporal de casos de EDAs 2013

### 3.3.3. Generación cubos y perfiles espacio – temporales

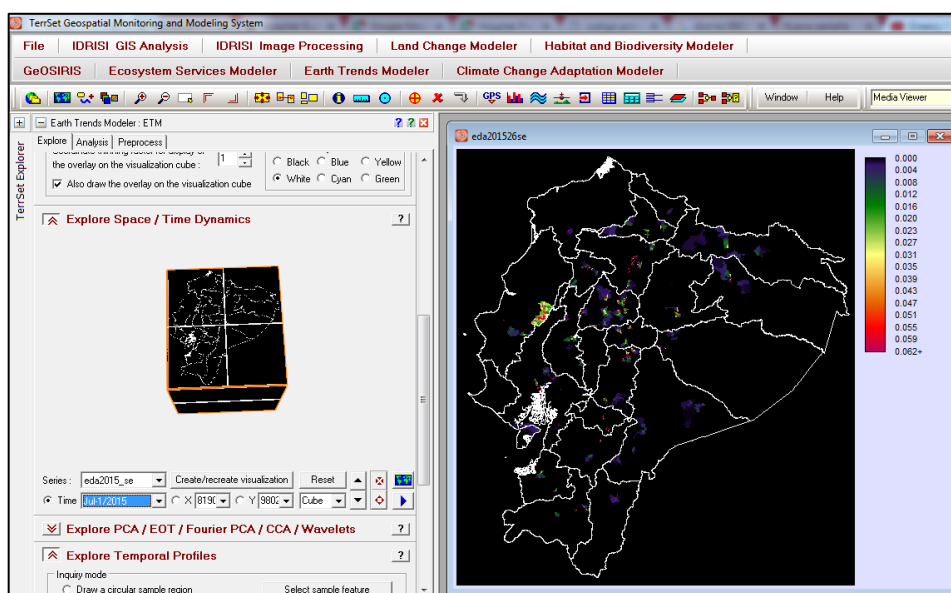
Después de haber generado los cuatro videos, uno por cada año, se utilizó el módulo ETM con sus siglas en inglés (*Earth Trend Modeler*) para generar cubos espacio - temporales, los cuales serán necesarios para realizar las gráficas que permitieron identificar el comportamiento de las EDAs por semana epidemiológica por provincia, en donde se va a asumir casos totales, con la finalidad de comparar la provincia por años e identificar si existe un patrón que se pueda relacionar con la precipitación.

Inicialmente, se crearon las series temporales por año, en donde se especificó el tipo de serie, que en este caso fue por semana epidemiológica. En la Figura 16, se muestra la creación de la serie temporal para el año 2015, en donde se especifica la fecha de inicio y fin del grupo de imágenes raster de casos desagregados. Este procedimiento se realizó para los cuatro años en estudio.



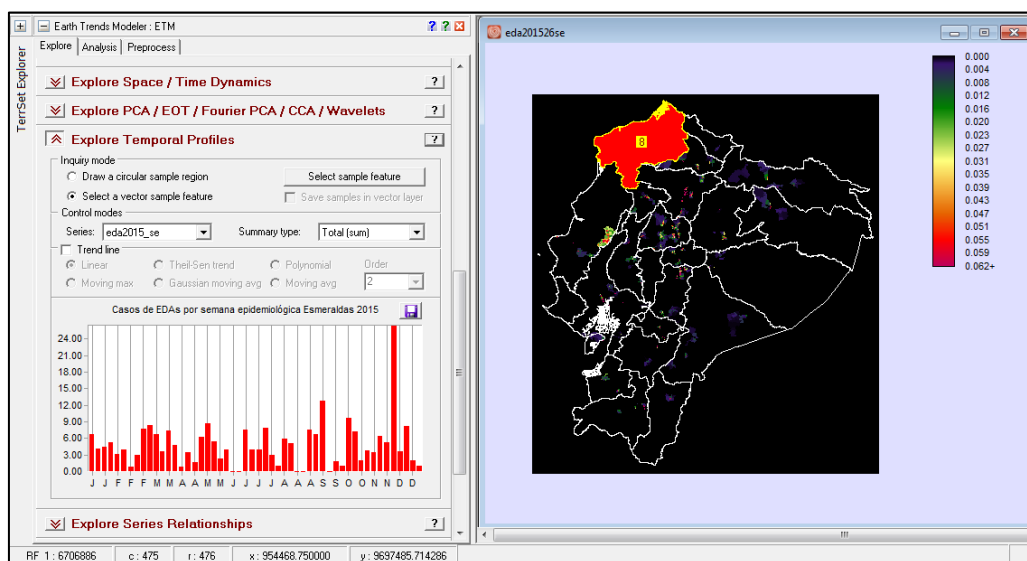
**Figura 16** Creación de la serie de tiempo para el 2015

Mediante el panel “Explorer Space” del módulo ETM se generaron los cubos espacio - temporales para cada año, mismos que serán necesario para obtener los histogramas de evolución de las enfermedades por provincia y por semana epidemiológica. Estos cubos permitieron explorar y visualizar los casos en el espacio y tiempo. En la Figura 17, se muestra la generación del cubo espacio – temporal para casos 2015.



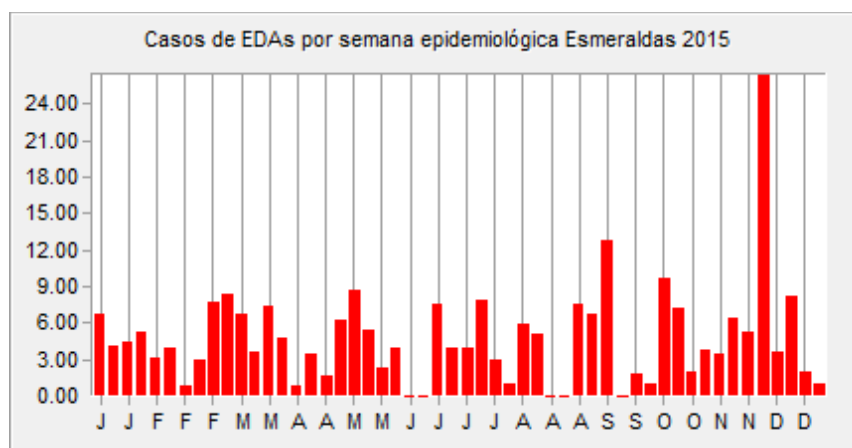
**Figura 17** Generación de cubos espacio - temporales para casos 2015

Para generar los perfiles de comportamiento de las EDAs por semana epidemiológica y por provincia, se utilizó el panel “Explore Temporal Profiles”, estos perfiles permitieron analizar la variable de salud espacial y temporalmente, ya que los casos se encuentran por provincia y los datos por semana epidemiológica, lo que permitió conocer el comportamiento de la variable a través del tiempo. En la Figura 18, se muestra el panel utilizado para la generación de perfiles por provincia.



**Figura 18** Generación de perfiles mediante el panel Explore Temporal Profiles

En la Figura 19 se muestra el perfil generado de casos totales de egresos hospitalarios de EDAs de la provincia de Esmeraldas en el año 2015 por semana epidemiológica para analizar el comportamiento y evolución de la variable. Este procedimiento se realizó para todas las provincias de Ecuador continental por cada año en estudio y por semana epidemiológica.



**Figura 19** Casos de EDAs por SE - Esmeraldas 2015

### 3.4. Determinación de la precipitación en Ecuador continental

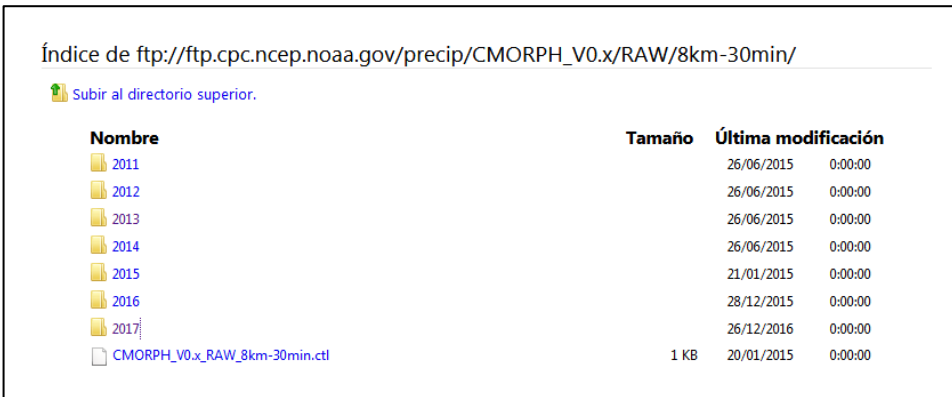
Para la determinación de la precipitación en Ecuador continental se aplicó tecnologías geospaciales, ya que se trabajó con el procesamiento de imágenes satelitales, las cuales permitieron conocer la precipitación a partir del año 2013, sin presentar problemas de disponibilidad de datos a diferencia de las estaciones meteorológicas que algunos casos no cubren todo el territorio ecuatoriano.

#### 3.4.1. Obtención de imágenes satelitales

Las imágenes satelitales CMORPH desde el 2013 hasta el 2016 fueron obtenidas a través del portal web de la NOAA mediante el siguiente link de descarga, [ftp://ftp.cpc.ncep.noaa.gov/precip/CMORPH\\_V0.x/RAW/8km-30min](ftp://ftp.cpc.ncep.noaa.gov/precip/CMORPH_V0.x/RAW/8km-30min). El archivo de

descarga se encuentra cada hora, sin embargo cada uno tiene dos imágenes la primera representa los primeros 30 minutos y la segunda completa la hora. Cada archivo está en formato HDF, el cuál es un formato de compresión de archivos raster.

Es importante mencionar que las imágenes satelitales de precipitación se encuentran disponibles desde el 2011. En la Figura 20, se muestra la página de descarga de las imágenes CMORPH. Para el presente estudio de investigación se necesitó de un total de 72.128 imágenes, correspondientes a cada año 17.520 imágenes.



Índice de ftp://ftp.cpc.ncep.noaa.gov/precip/CMORPH\_V0.x/RAW/8km-30min/

[Subir al directorio superior.](#)

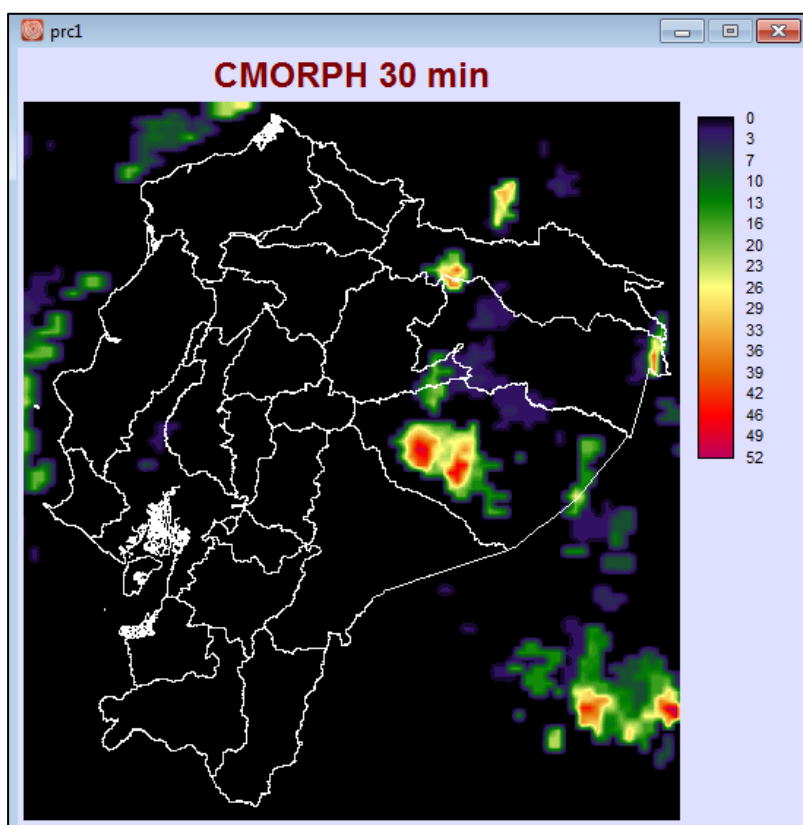
Nombre	Tamaño	Última modificación
2011		26/06/2015 0:00:00
2012		26/06/2015 0:00:00
2013		26/06/2015 0:00:00
2014		26/06/2015 0:00:00
2015		21/01/2015 0:00:00
2016		28/12/2015 0:00:00
2017		26/12/2016 0:00:00
CMORPH_V0_x_RAW_8km-30min.ctf	1 KB	20/01/2015 0:00:00

**Figura 20** Portal de la NOAA - descarga imágenes CMORPH

### 3.4.2. Procesamiento de las imágenes satelitales

Después de tener las imágenes satelitales se realizó un pre-procesamiento, es decir la importación de las imágenes al SIG, TerrSet, dispone de un módulo llamado “GenericRaster” que permite leer archivos en formato raster, en este caso las imágenes CMORPH está en formato BSQ. Sin embargo el grupo EpiSIG generó un módulo que permite la importación automatizada de las imágenes llamado como “Importar imágenes”.

Las imágenes fueron importadas, georeferenciadas, resampleadas a 1 Km y calculadas por hora, es decir cada pixel de la imagen equivale a 1Km x 1Km. Y se realizó un corte ya que la zona de estudio corresponde únicamente a Ecuador continental. En la Figura 21, se muestra la imagen de precipitación en Ecuador continental correspondiente al 01 de enero del 2015 a la 11:00 am



**Figura 21** Imagen de precipitación 01/01/2015 11h00 am

La presente investigación tiene como objetivo relacionar la precipitación en Ecuador continental por semana epidemiológica, es por eso que se identificó el inicio de cada semana epidemiológica para cada año y a partir del primer día se sumó 7 hasta completar las 52 semanas, sin embargo para el año 2014 se completó hasta la semana 53. En la Tabla 7, se muestra el primer día de la primera semana epidemiológica y el total de semanas que tiene cada año en estudio.

**Tabla 7**

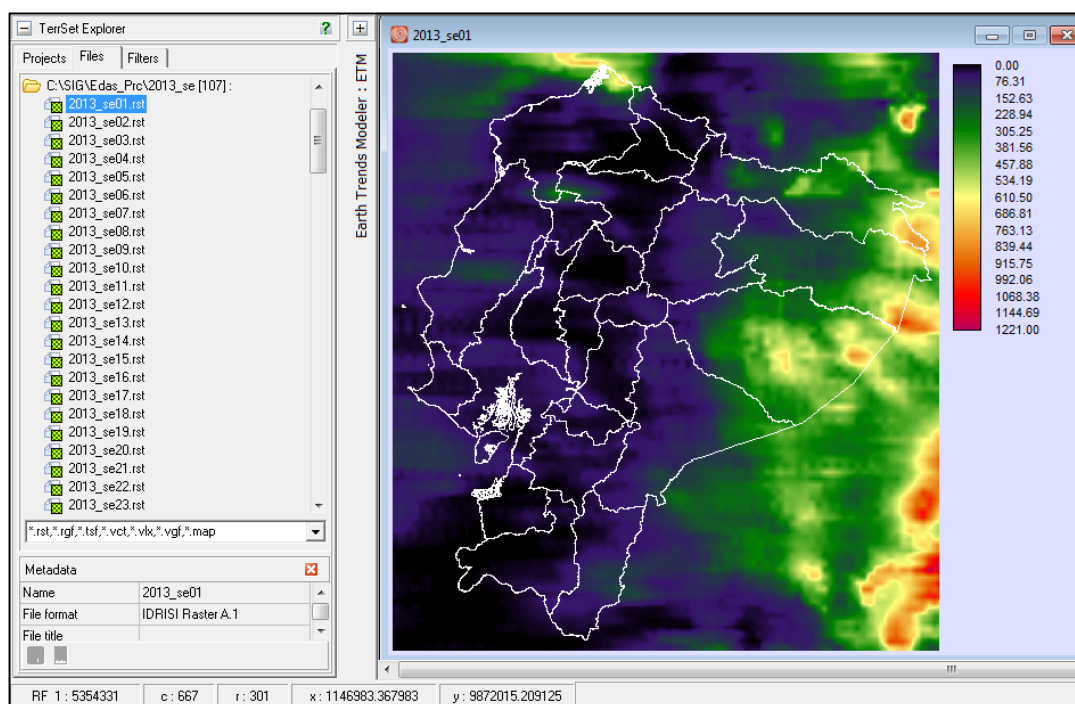
*Semana epidemiológica por año*

<b>Año</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
<b>Día</b>	29/12/2012	29/12/2013	4/1/2015	11/1/2015
<b>Total de semanas</b>	52	53	52	52



Al identificar el inicio de cada año para hacer la correcta división por semana epidemiológica, se agruparon las imágenes por día (24 horas) y por semana (7 días), es decir cada grupo semanal estaba conformado por 168 imágenes que correspondían al total de imágenes que se requería para formar la semana epidemiológica. Es importante mencionar que para completar el año 2013 se necesitó la descarga de 72 imágenes adicionales correspondientes a los 3 días desde el 29 de diciembre del 2012.

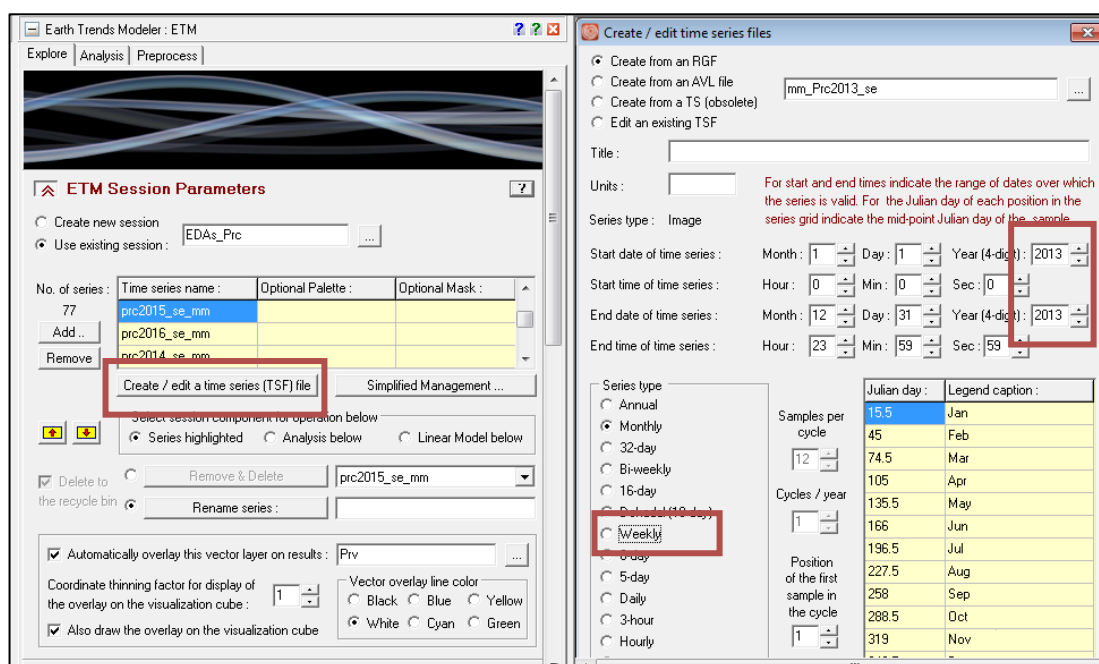
Después de tener los grupos se sumó las imágenes de precipitación por hora, con el fin de tener una imagen por semana epidemiológica. En total se calcularon 109 imágenes, este cálculo fue realizado mediante una herramienta de TerrSet creada por el grupo EpiSIG. Finalmente se diseñó un macro modelo que mediante operaciones se aplicó un factor de conversión que calcula la precipitación en mm. En la Figura 22, se muestra la imagen calculada de precipitación de la primera semana epidemiológica en (mm).



**Figura 22** Imagen de precipitación SE 01 del 2013

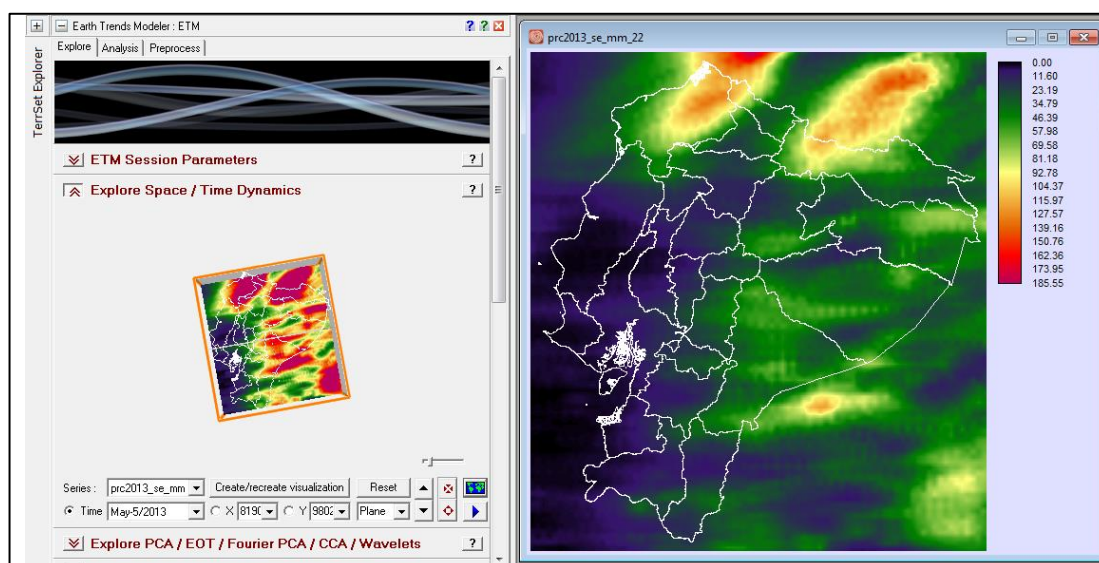
### 3.4.3. Análisis espacio temporal de las precipitaciones

Para el análisis espacio - temporal se crearon series de tiempo para cada año, mismas que fueron realizadas mediante el módulo ETM de TerrSet, mediante el ingreso de parámetros como el tipo de serie, en este caso, las series creadas fueron por semana ya que es la que más se asemeja a una semana epidemiológica ya que agrupa cada 7 días. En la Figura 23, se muestra los parámetros ingresados para la creación de la serie de tiempo de precipitaciones para el año 2013 en formato .TSF. Este procedimiento se realizó para cada año.



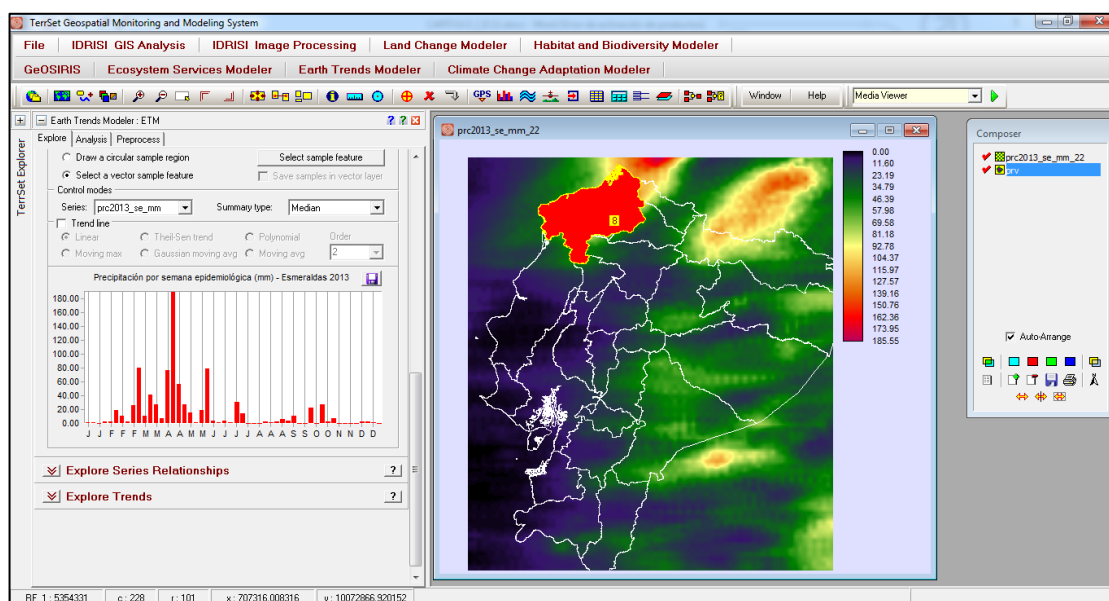
**Figura 23** Creación de serie de tiempo de la precipitación 2013

Después de tener las series de tiempo de cada año en estudio y mediante el panel “Explore Space” del módulo ETM, se realizó los cubos espacio - temporales, mismos que permiten explorar y visualizar espacial y temporalmente el comportamiento de la variable climática, donde el eje Z representa al tiempo. En la Figura 24, se muestra el cubo espacio temporal generado para el año 2013. Este procedimiento fue realizado para el año 2013, 2014, 2015 y 2016.



**Figura 24** Cubo espacio - temporal de la precipitación 2013

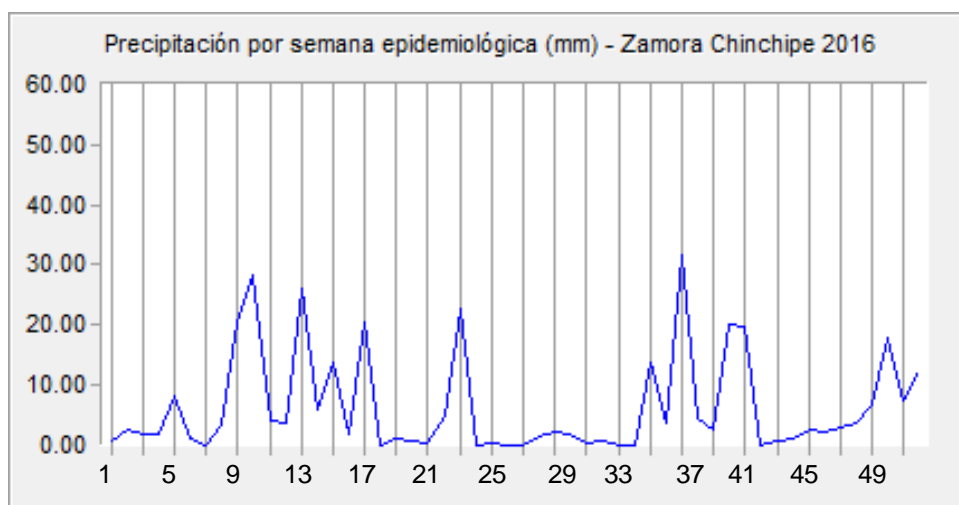
Después de tener los cubos espacio - temporales de las precipitaciones para cada año, se obtuvieron los perfiles de precipitación media para cada provincia por semana epidemiológica y para cada año, mediante el panel “Explore temporal Profiles” del módulo ETM de TerrSet, estos perfiles permitieron caracterizar el comportamiento de la variable climática en el tiempo y espacio. En la Figura 25, se muestra el panel de módulo ETM utilizado para obtener los perfiles por provincia.



**Figura 25** Panel “Explore temporal profiles”

En la Figura 26, se muestra el perfil del comportamiento de la precipitación media para la provincia de Esmeraldas por semana epidemiológica en el año 2013, este perfil permitió observar en que semanas aparecen las mayores variaciones en aumento o crecimiento, mismas que establecen períodos lluviosos o secos para comparar con los distintos años en estudio y encontrar algún comportamiento similar.

Para el análisis de los datos de la variable climática se utilizó los datos de precipitación con respecto a la climática normal del INAMHI (2014), los cuales fueron divididos con el fin de obtener un promedio semanal y comparar con los perfiles.

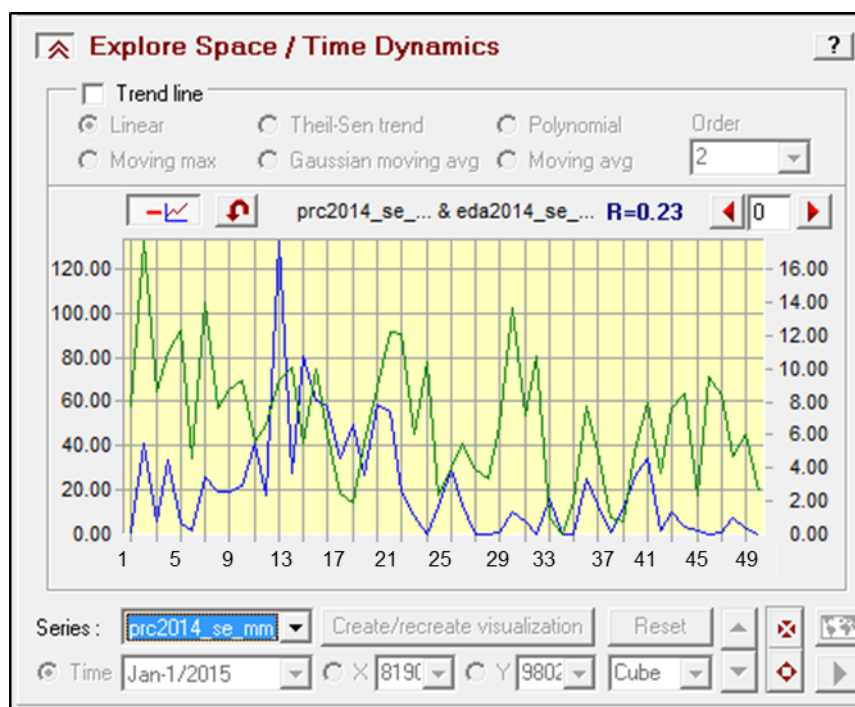


**Figura 26** Perfil de precipitación media para la provincia de Esmeraldas 2013

### 3.5 Determinación de la correlación entre las enfermedades y la precipitación.

Para el cálculo de la correlación se utilizó el análisis espacio – temporal de la variable salud y de la variable climática, es decir, los perfiles obtenidos de casos totales de egresos hospitalarios y de la precipitación media de las provincias por semana epidemiológica y por cada año, los cuales fueron utilizados con el fin de encontrar relación entre estas variables. Para lo cual se utilizó el módulo “*Earth Trend Modeler*”, mismo que permite relacionar las dos curvas y determinar un coeficiente de correlación mediante aplicación de la ecuación 2. La metodología aplicada del análisis a nivel provincial y por semana epidemiológica se basó bajo parámetros establecidos por el grupo EpiSIG.

En la Figura 27, se muestra el análisis de la relación entre las dos variables de la provincia de Esmeraldas para el año 2014 y el coeficiente de R correspondiente. Este procedimiento se realizó para las provincias de Ecuador continental. Adicionalmente, es importante mencionar que es posible utilizar un periodo de latencia (*lag*) el cual puede mejorar la interpretación de los datos.



**Figura 27** Análisis de la correlación Precipitación - EDAs

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

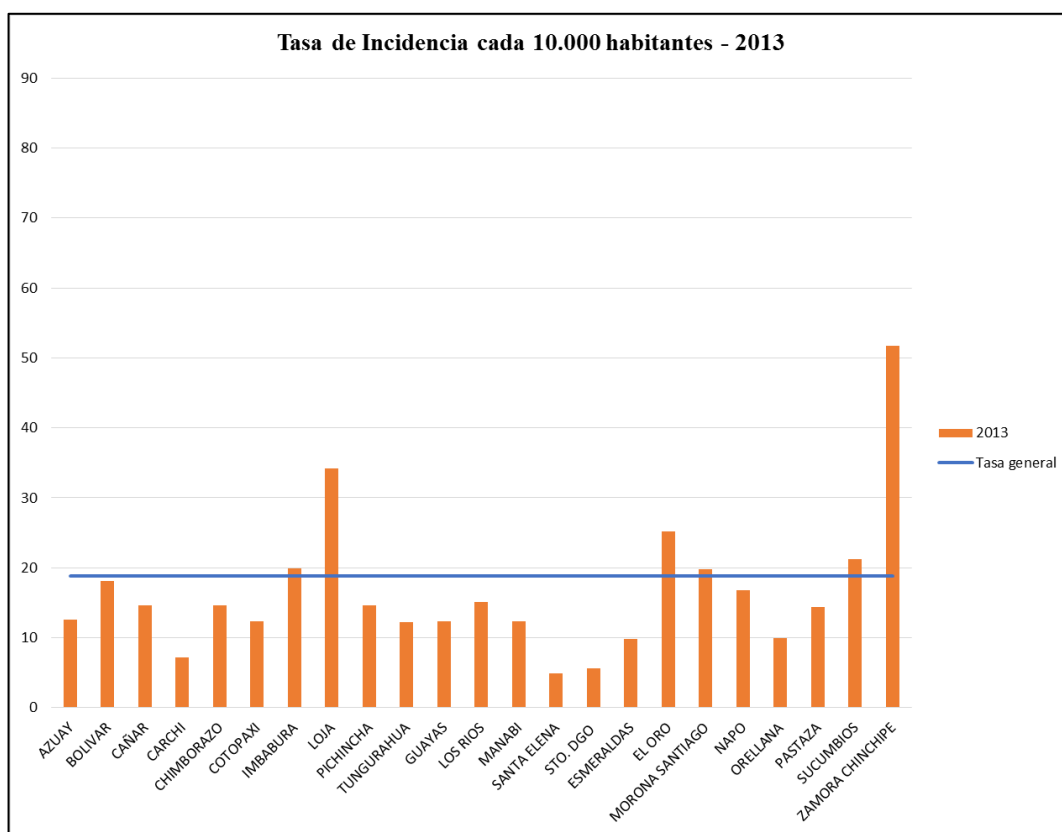
#### 4.1. Análisis de resultados

Con base a los objetivos planteados en el presente trabajo de investigación se obtuvieron los siguientes resultados:

##### 4.1.1. Caracterización de las EDAs

Para la caracterización general de las EDAs se estructuró las siguientes Tablas de datos de datos, en donde se describió las provincias y el número de eventos registrados para los 8 grupos de edades y género clasificado según el ViEpi con el fin de obtener las tasas de incidencia correspondientes para cada año. Adicionalmente, se hizo un análisis de los tipos de eventos registrados por año. Las Tablas estructuradas se muestran en el anexo 3.

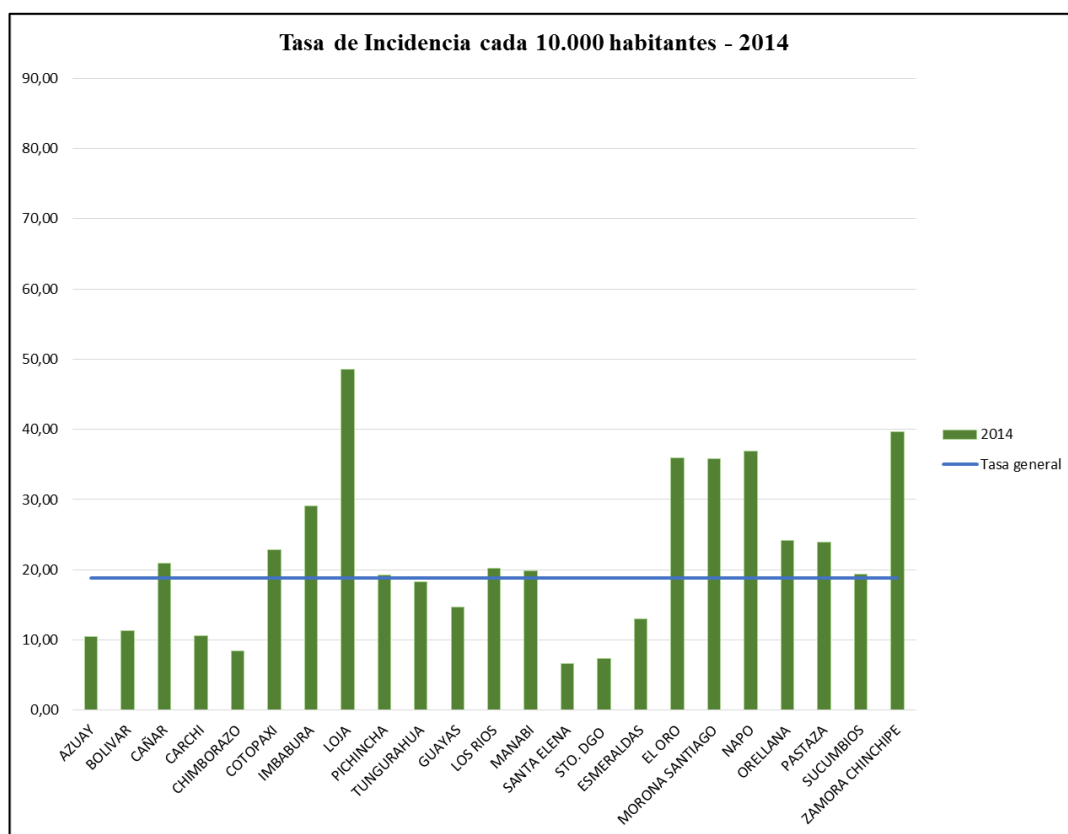
En la Figura 28, se muestra la gráfica correspondiente a la tasa de incidencia de las EDAs para el año 2013, donde se observa las provincias que superan la tasa nacional de incidencia ecuatoriana para las EDAs corresponden a El Oro, Imbabura, Loja, Morona Santiago, Sucumbíos y Zamora Chinchipe.



**Figura 28** Tasa de incidencia 2013

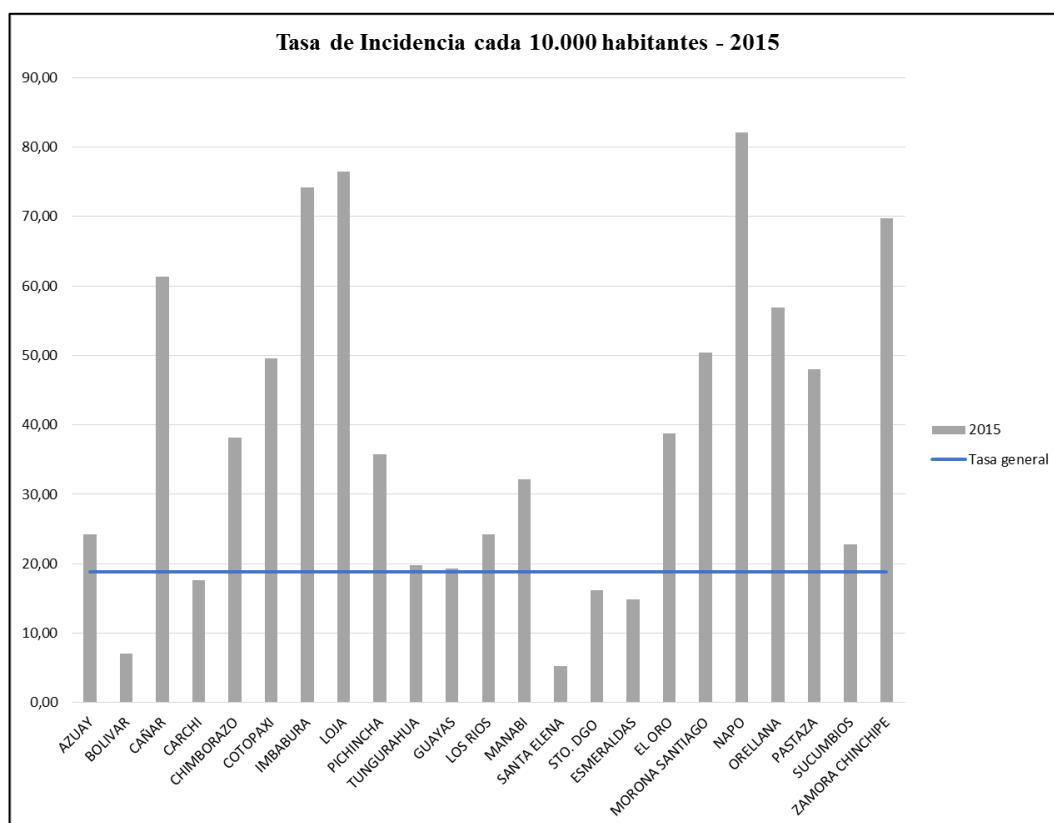
En la Figura 29, se muestra la tasa de incidencia correspondiente para el año 2014 en donde se observa que existe un aumento en el registro de egresos hospitalarios por provincia. Las provincias que superan la tasa nacional general ecuatoriana por EDAs son: Cañar, Cotopaxi, Tungurahua, Loja, Los Ríos Manabí, Morona Santiago, Napo, Orellana, Pastaza, Sucumbíos y Zamora Chinchipe. La provincia de Loja registró un incremento porcentual del 156%, con un total de 48,49 casos por cada 10.000 habitantes siendo la tasa nacional igual a 18,89 casos/10.000 hab.





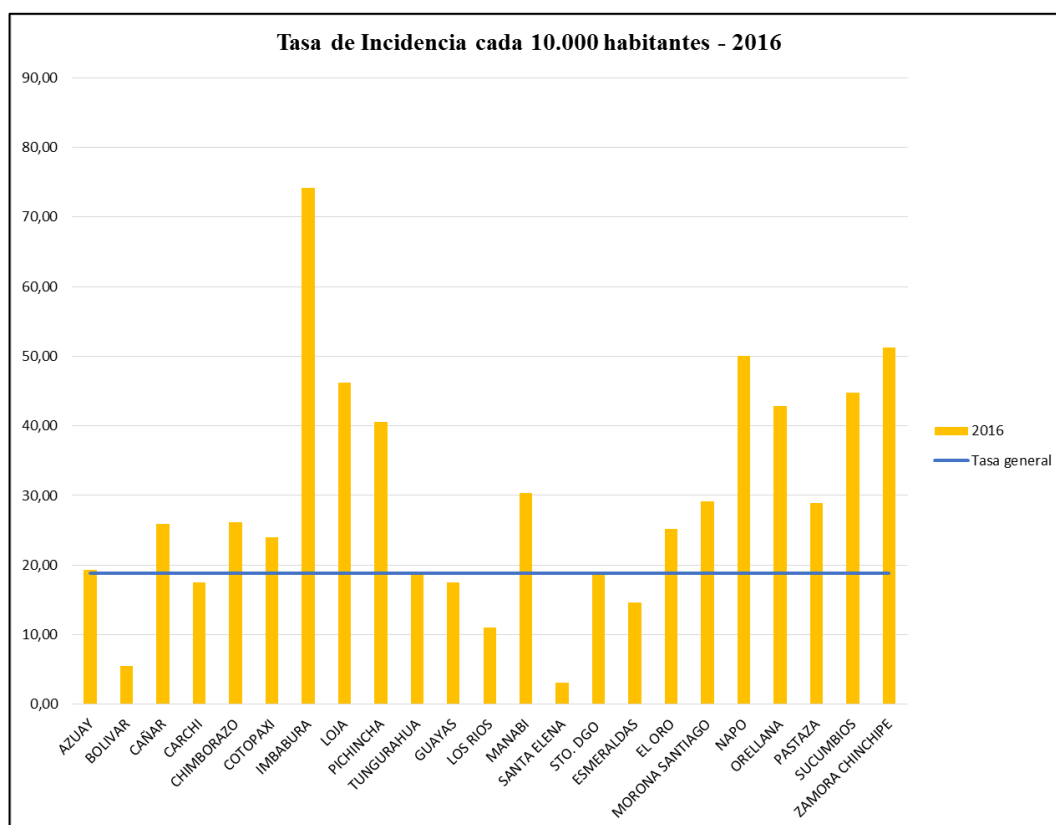
**Figura 29** Tasa de incidencia 2014

En la Figura 30, se muestra la tasa de incidencia correspondiente al año 2015, donde observa que el 74% de las provincias de Ecuador continental superan la tasa de incidencia nacional, sin embargo el dato puede no ser verídico debido a que la población en riesgo fue considerada como el Censo 2010, lo cual puede presentar un sesgo en los resultados. Las provincias que superan tres veces el valor de la tasa corresponden a Loja y Napo.



**Figura 30** Tasa de incidencia 2015

En la Figura 31, se muestra la tasa de incidencia correspondiente al año 2016, donde se observa que existe un descenso en la tasa de incidencia correspondiente para cada provincia, sin embargo las provincias de Loja, El Oro, Sucumbíos y Zamora Chinchipe siguen presentando los valores más alto superando a la tasa nacional en más 100% su valor. Es importante mencionar que estos valores pueden mejorar si se conocer la población actual ya que para el estudio se trabajó con datos del Censo 2010.



**Figura 31** Tasa de incidencia 2016

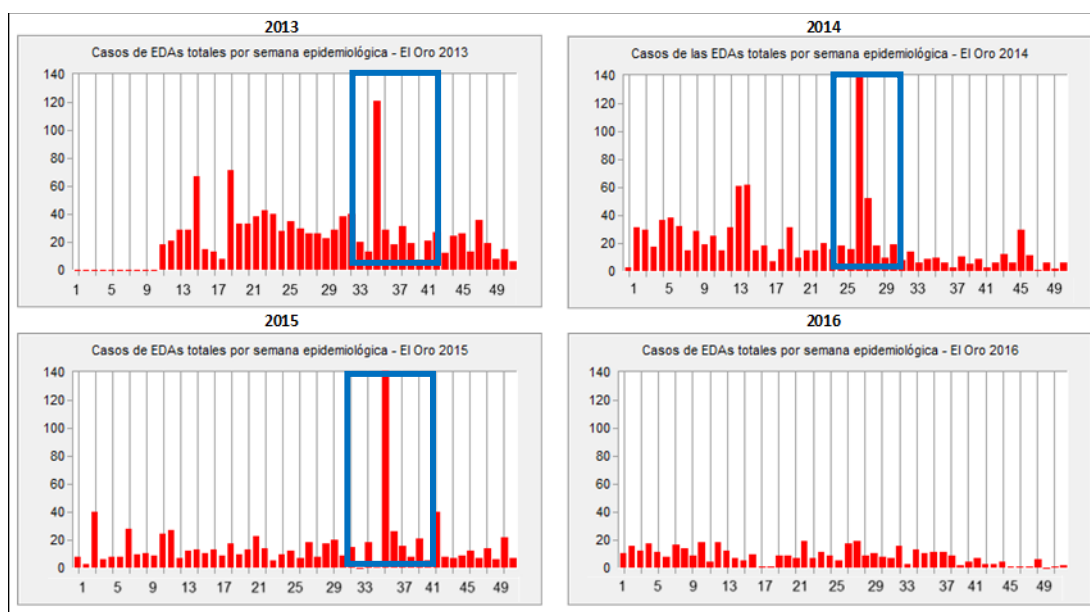
#### 4.1.2. Análisis espacio – temporal de las EDAs

Para la caracterización de las EDAs se analizó de manera individual las 23 provincias de Ecuador continental por semana epidemiológica ya que la aparición de los síntomas y el período de incubación de las bacterias causantes de estas enfermedades es de apenas semanas, por lo cual se consideró importante un análisis más fino (semana epidemiológica) para cada año en estudio, con el fin de determinar un comportamiento similar de estas enfermedades en algún período específico durante los 4 años. Dado como resultado las siguientes características por provincia de cada región de Ecuador continental:

## Región Litoral

### El Oro

En la Figura 32, se muestra el comportamiento de los casos totales de egresos hospitalarios registrados en la provincia de El Oro, donde se observa que en los meses 2013 y 2015 existe un aumento a partir de la última semana de agosto y la primera semana de septiembre, a diferencia del año 2014 que presenta un aumento de estas enfermedades en la semana 28, la cual corresponde a la semana con mayores casos registrados de estas enfermedades durante el periodo 2013 – 2016. En el año 2016 la cantidad de casos registrados es mínima, lo cual se considera un problema.

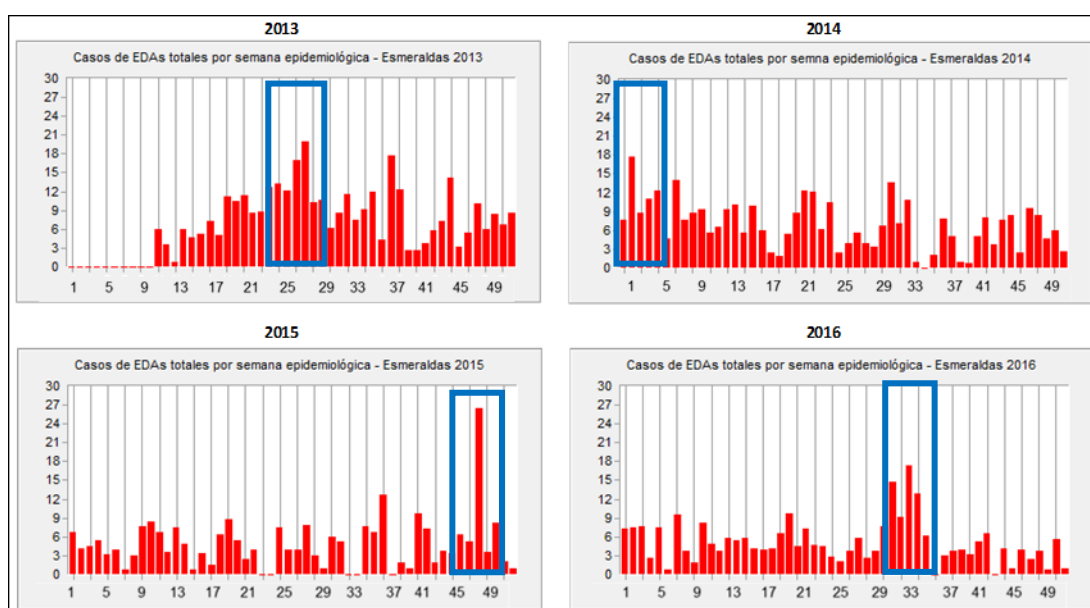


**Figura 32** Variabilidad Casos totales de EDAs 2013 – 2016 - El Oro

### Esmeraldas

En la Figura 33, se muestra la variabilidad de los casos totales de egresos hospitalarios registrados en la provincia de Esmeraldas para los años 2013, 2014, 2015

y 2016, dónde se observa que para el año 2013, entre la semana 25 y 29 existió la mayor cantidad de registros, a diferencia de los años: 2014 que presentó mayor cantidad de eventos entre las semana 2 y 4, para el año 2015 fue todo lo contrario ya que la mayor cantidad de registros fue entre la última semana de noviembre y la primera semana de diciembre y para el año 2016 los casos registrados fueron mayores durante las semanas 30 y 34. Es importante mencionar que durante los 4 años en estudio la semana que presentó la mayor cantidad de registros fue entre las semanas 40 y 42 del año 2015.



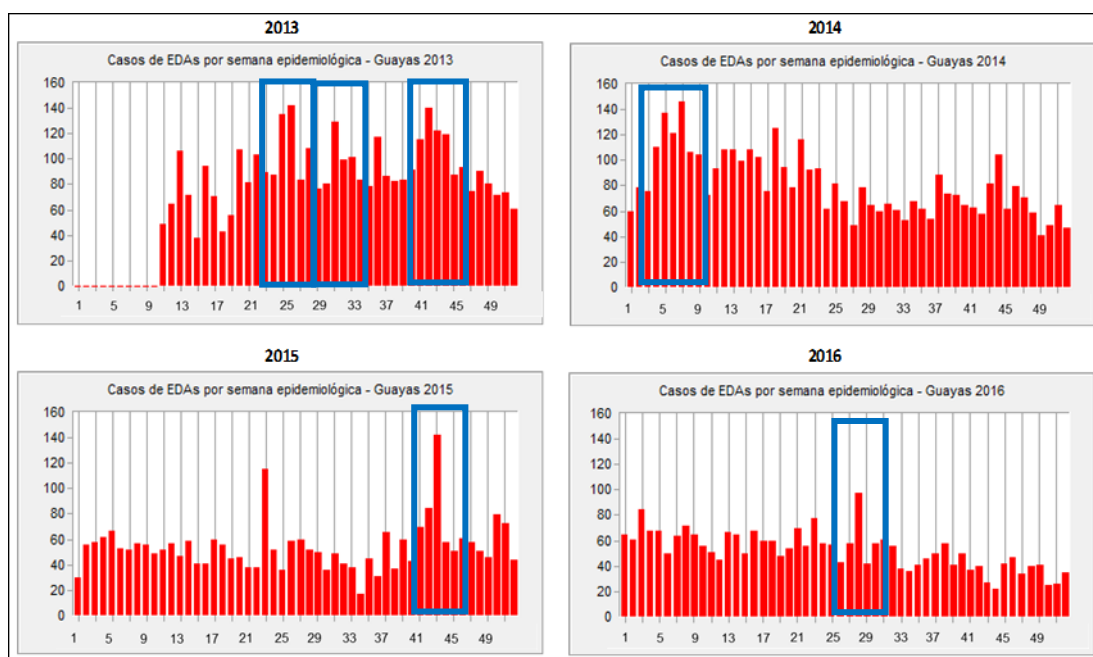
**Figura 33** Variabilidad Casos totales de EDAs 2013 – 2016 – Esmeraldas

## Guayas

En la Figura 34, se muestra el comportamiento de los casos totales de egresos hospitalarios registrados durante los años, 2013, 2014, 2015 y 2016, donde se observa que durante este periodo de tiempo se ha registrado el mayor número de casos entre las semanas 8 y 10 con un total de 144 casos, el número de casos es alto a comparación de otras provincias, sin embargo esto se debe a que el índice poblacional de la provincia de Guayas es uno de los más alto a nivel nacional. El comportamiento de las

EDAs durante los años en estudio no presenta un comportamiento similar al ser analizado.

La provincia del Guayas presenta altos registros de casos por EDAs en donde para el año 2013 se registró durante las semanas 25, 26, 32 y 42 la mayor cantidad de eventos con un promedio de 130 casos; en el año 2014, la semana con mayor registros fue en la semana 7 en la que existió 145 casos, posterior a esta semana existió en un descenso en el registro de casos por EDAs; en el 2015, los registros fueron menores sin embargo, existió un aumento importante durante la semana 43 registrando 142 casos y en el 2016, la semana que más eventos tuvo fue en la semana 28 con un total de 90 casos. En conclusión en el 2014 se registró la mayor cantidad de registros.

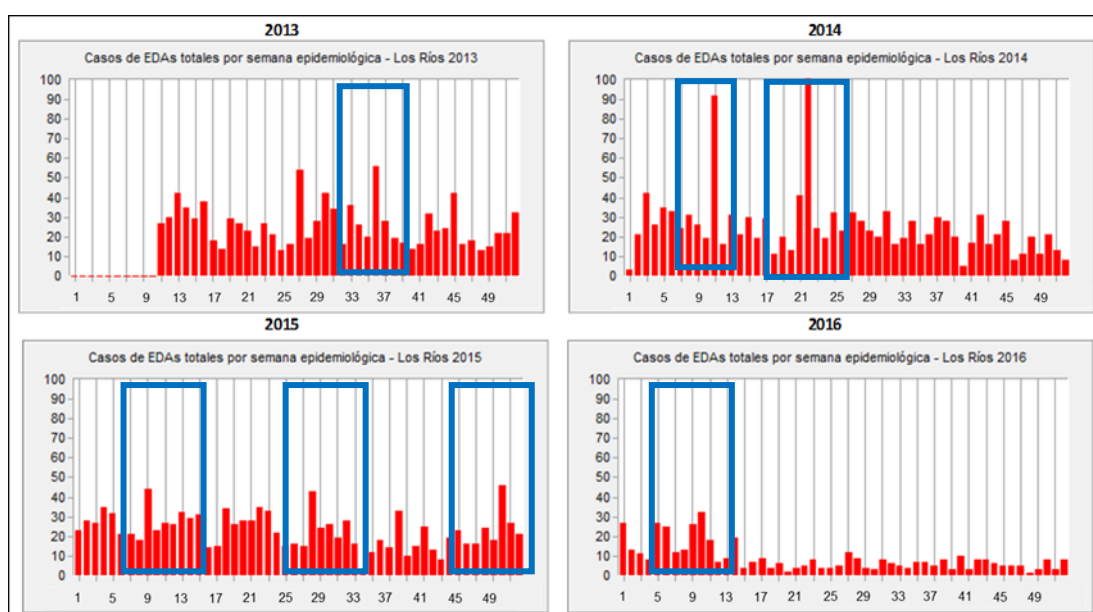


**Figura 34** Variabilidad Casos totales de EDAs 2013 – 2016 – Guayas

## Los Ríos

En la Figura 35, se muestra el comportamiento de los casos totales de egresos hospitalarios registrados en la provincia de Los Ríos, donde se observa que en el año 2013 existió un aumento en el registro de enfermedades a partir de la última semana de junio, es decir entre las semana 33 y 36, registrando el mayor número de casos en

la semana 36 con un total de 52 casos; en el año 2014 existen dos picos considerables en el aumento de eventos registrados, el primero se registra en las semana 11, es decir la primera semana del mes de marzo y el segundo incremento en la semana 22, es decir en la tercera semana del mes de mayo; el año 2015 presenta 3 periodos de aumento en el registro de casos, siendo la semana 50 con mayor número de registro con un total de 48 casos, es importante considerar que estos datos solo son comparados entre años, ya que para comparar entre provincias se debería considerar la tasa de incidencia de estas enfermedades.

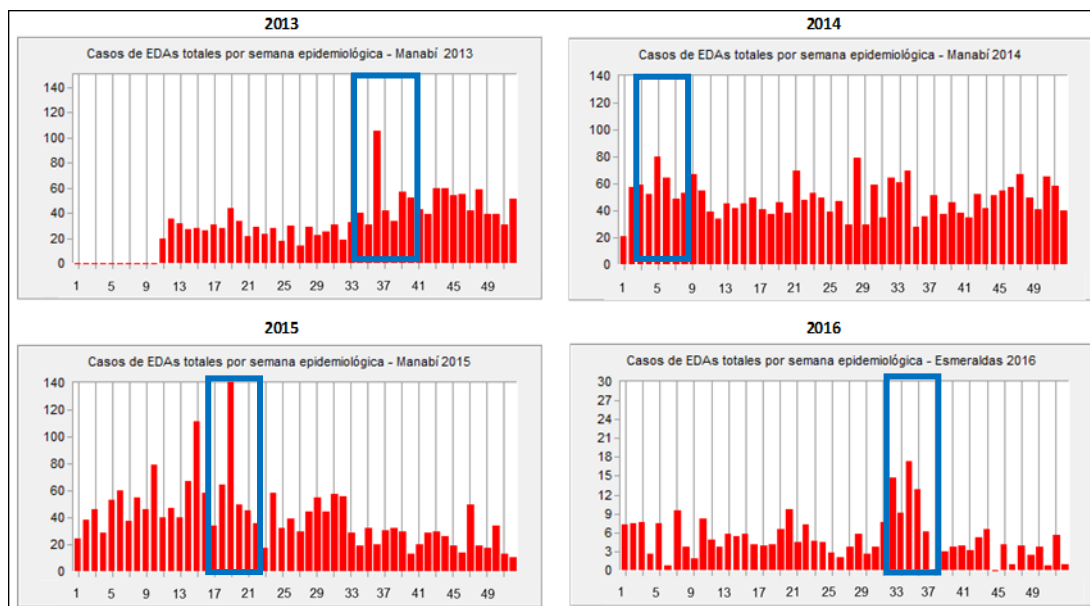


**Figura 35** Variabilidad Casos totales de EDAs 2013 – 2016 - Los Ríos

## Manabí

En la Figura 36, se muestra el comportamiento de los casos totales de egresos hospitalarios por EDAs registrados en la provincia de Manabí para los años 2013, 2014, 2015 y 2016, donde no se encuentra un período específico en el que la incidencia de esta enfermedad aparezca al transcurrir los años ya que para el año 2013, la mayor cantidad de registros fueron entre las semanas 36 y 37 a diferencia de los otros años en estudio, durante el 2014 la mayor cantidad de eventos registrados fueron entre las

semanas 3 y 6, en el 2015 durante las semanas 18 y 19. Evidenciando de esta manera que la enfermedad no cumple un patrón.

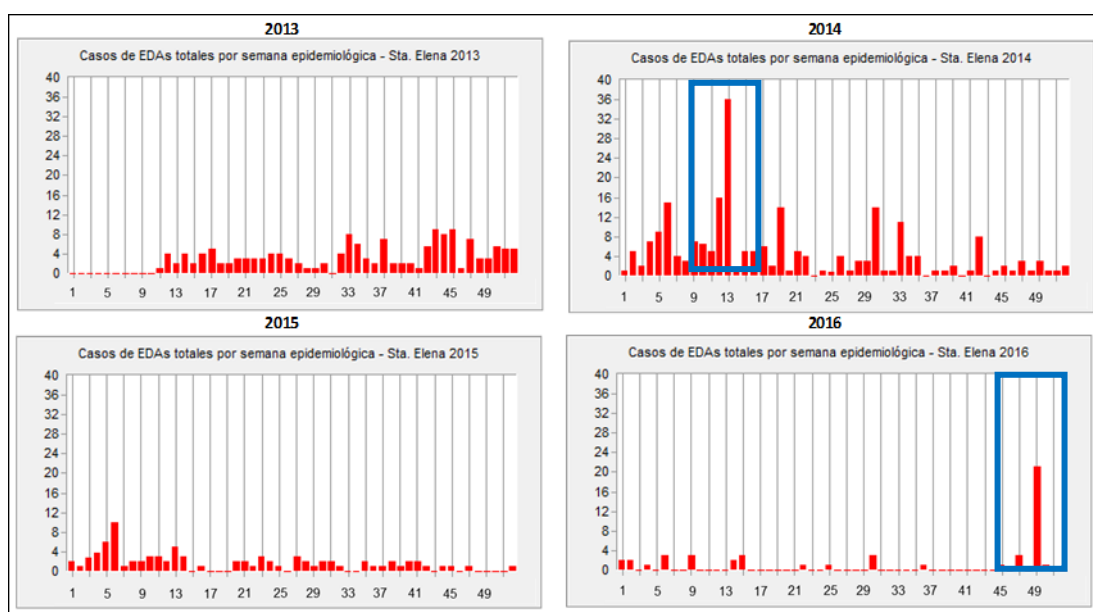


**Figura 36** Variabilidad Casos totales de EDAs 2013 – 2016 – Manabí

### Santa Elena

En la Figura 37, se muestra el comportamiento de los casos totales de egresos hospitalarios registrados en el período 2013 – 2016 de la provincia de Santa Elena, en donde se observa que para los años 2014 y 2016 existe la mayor cantidad de registros a diferencia de los 2013 años y 2015 que presentan un registro bajo. Siendo, las semana 12 y 13 del 2014 las que mayor casos de egresos ha registrado en los últimos 4 años, adicionalmente, se observa que no existe un patrón que coincida durante este período.

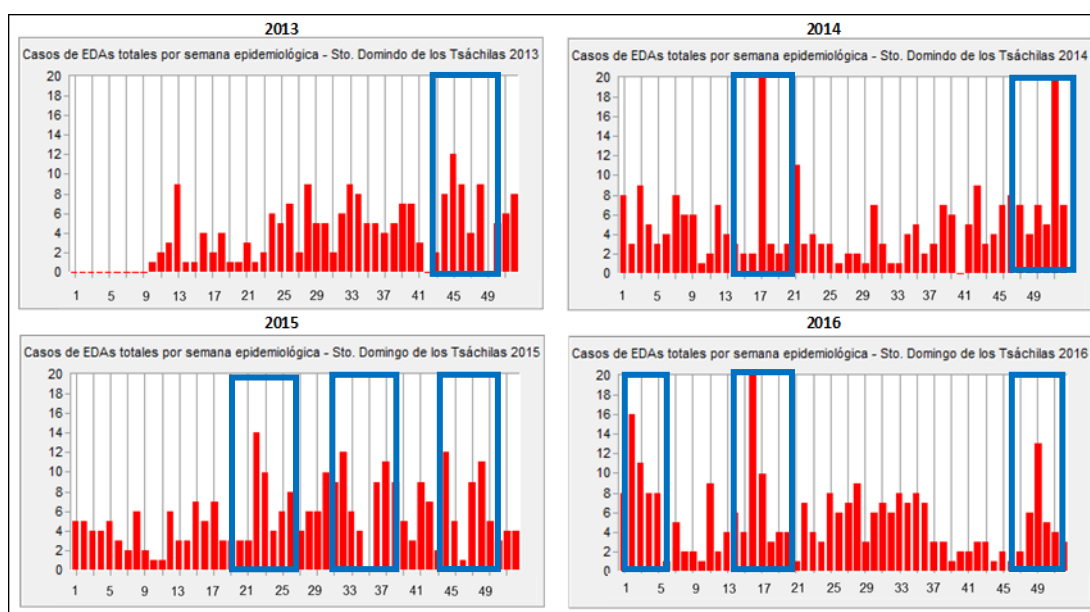




**Figura 37** Variabilidad Casos totales de EDAs 2013 – 2016 - Santa Elena

### Santo Domingo de los Tsáchilas

En la Figura 38, se muestra el comportamiento de los casos totales de egresos hospitalarios por EDAs para los años en estudio, donde para el 2013 el comportamiento de las EDAs presenta mayor cantidad de casos durante las semanas 13, 26, 28, 32, 33, 45, 46 y 49 con un promedio de 10 casos por semana, en el 2014 las semanas con mayor cantidad de casos registrados fue durante las semanas 17 y 51 con un promedio de 20 casos semanales, en el año 2015 la mayor cantidad de casos registrados fue durante las semanas 22, 23, 32, 36, 37, 44, 47, 48 con un aproximado de 11 casos por semana; en el año 2016 las semanas más afectadas fueron la 2, 3, 16 y 49 con un promedio de casos por semana de 14 casos. En conclusión se puede decir que durante el año 2014 se registró la mayor cantidad de casos durante los 4 años en estudio.

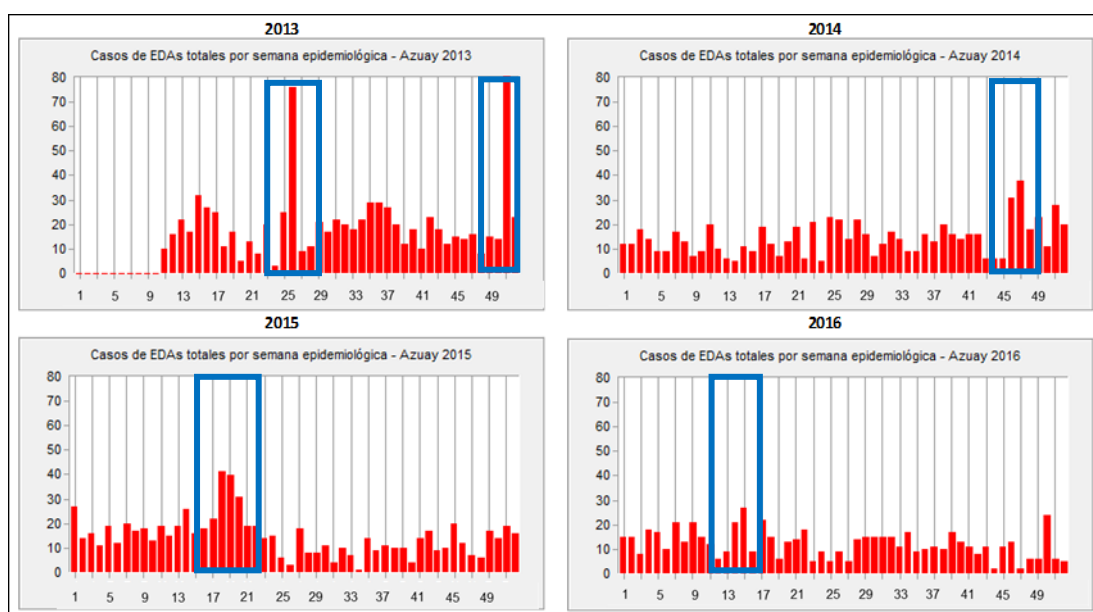


**Figura 38** Variabilidad Casos totales de EDAs 2013 – 2016 – Sto. Domingo

## Región Interandina

### Azuay

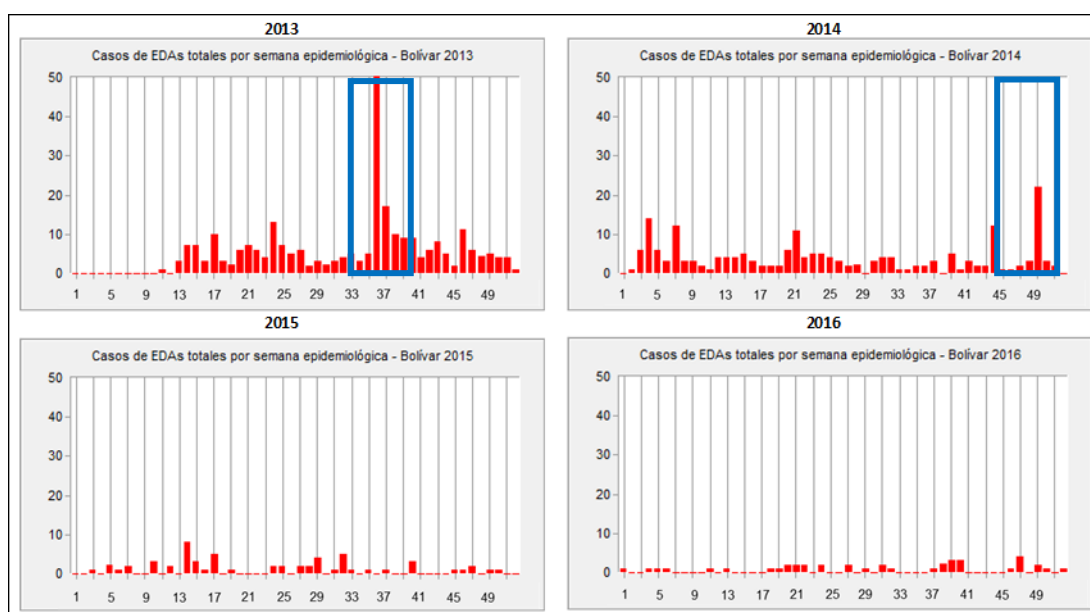
En la Figura 39, se muestra el comportamiento de los casos totales de egresos hospitalarios por EDAs en la provincia de Azuay para los años en estudio, donde para el 2013 el comportamiento de las EDAs presenta mayor cantidad de casos durante las semanas 26 y 50 con un promedio de 75 casos; en el 2014 las semanas con mayor cantidad de casos registrados fue durante la semana 47 con un total de 38 casos respectivamente; en el año 2015 se registró un comportamiento ascendente a partir de la semana 18 hasta la semana 20 alcanzando un total de 40 casos y durante el 2016 la cantidad de casos disminuyó presentando un único pico de 26 casos en la semana 15. En conclusión se puede decir que durante el año 2013 se registró la mayor cantidad de casos durante los 4 años en estudio.



**Figura 39** Variabilidad Casos totales de EDAs 2013 – 2016 – Azuay

## Bolívar

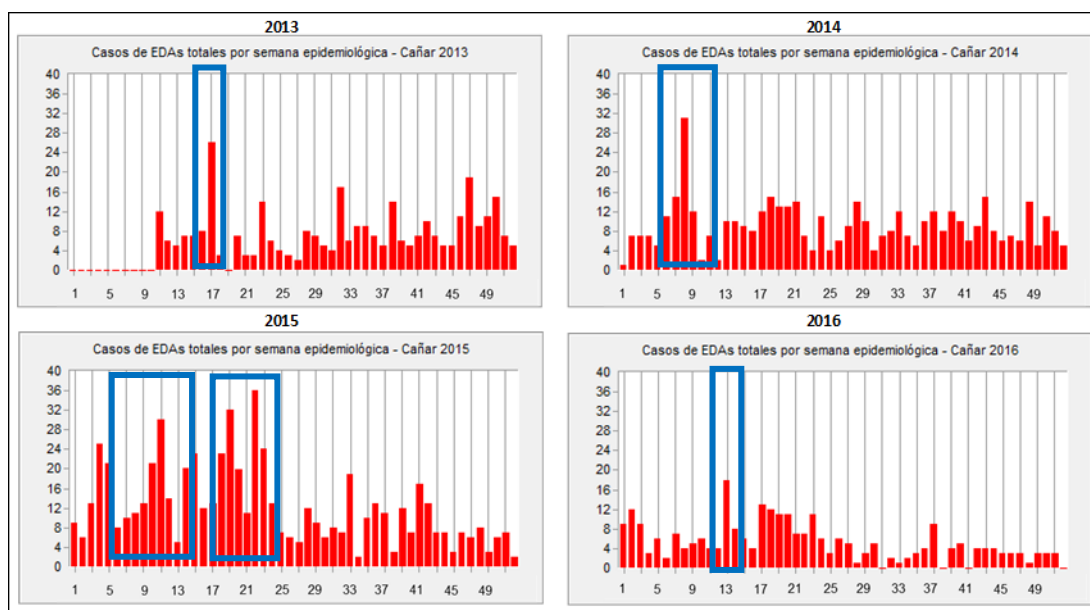
En la Figura 40, se muestra el comportamiento de los casos totales de egresos hospitalarios por EDAs en la provincia de Bolívar para los años en estudio, donde para el 2013 el comportamiento de las EDAs presenta mayor cantidad de casos durante la semana 36 con un total de 50 casos, en el 2014 las semanas con mayor cantidad de casos registrados fue durante la semana 49 con un total de 26 casos respectivamente, en los años 2015 y 2016 la cantidad de casos disminuyó presentando un promedio general de 5 casos, lo que concluye que para estos años, las EDAs no han resultado un problema de salud. En conclusión se puede decir que durante el año 2013 se registró la mayor cantidad de casos durante los 4 años en estudio.



**Figura 40** Variabilidad Casos totales de EDAs 2013 – 2016 – Bolívar

## Cañar

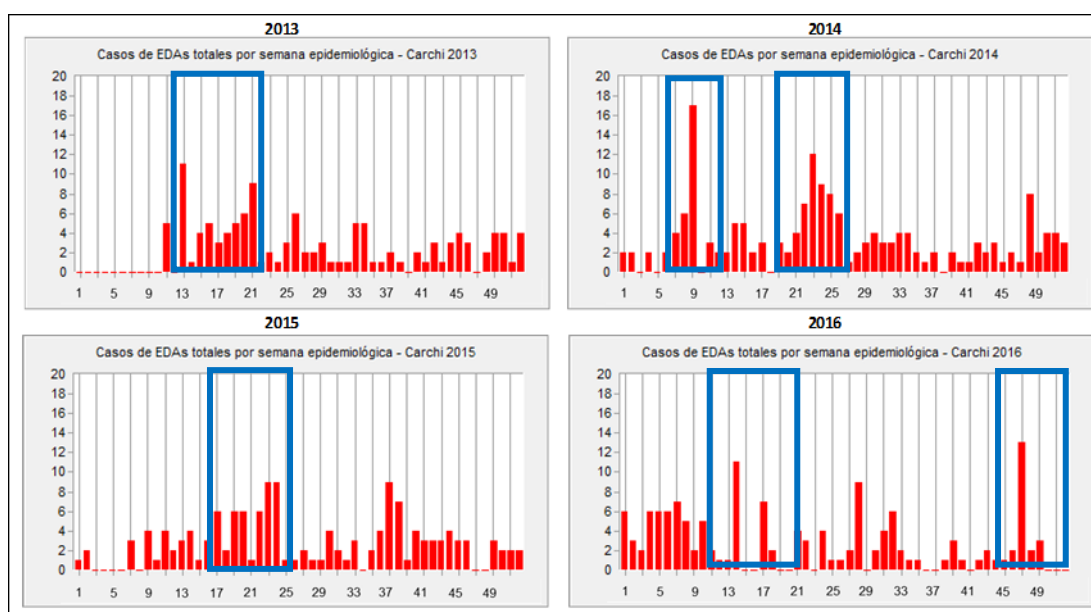
En la Figura 41, se muestra el comportamiento de los casos totales de egresos hospitalarios por EDAs en la provincia de Cañar para los años en estudio, donde para el 2013 el comportamiento de las EDAs presenta mayor cantidad de casos durante la semana 17 con un total de 26 casos; en el 2014 las semanas con mayor cantidad de casos registrados fue durante la semana 8 con un total de 30 casos respectivamente; en el año 2015 se registró un comportamiento ascendente a partir de la semana 7 hasta la semana 11 alcanzando un total de 25 casos y en las semanas 19 y 22 las EDAs registraron 32 y 36 casos respectivamente y en el 2016 la cantidad de casos disminuyó presentando un único pico de 6 casos en la semana 13. En conclusión se puede decir que durante el año 2015 se registró la mayor cantidad de casos durante los 4 años en estudio.



**Figura 41** Variabilidad Casos totales de EDAs 2013 – 2016 – Cañar

## Carchi

En la Figura 42, se muestra el comportamiento de la variabilidad de los casos totales de egresos hospitalarios registrados en la provincia de Carchi para los años 2013, 2014, 2015 y 2016. En donde se observa que para el año 2013 existe un aumento en los registros a partir de la semana 13 hasta la semana 21, a igual en el año 2015, sin embargo el registro de casos es bajo, por lo cual no se puede asumir que esta enfermedad sea un problema para la población. En el año 2014, existen dos picos de aumento, el primero a partir de la semana 9 y el segundo a partir de la semana 20 hasta la semana 23, a diferencia del año 2016 que el pico más alto de la enfermedad se registra en la semana 47.

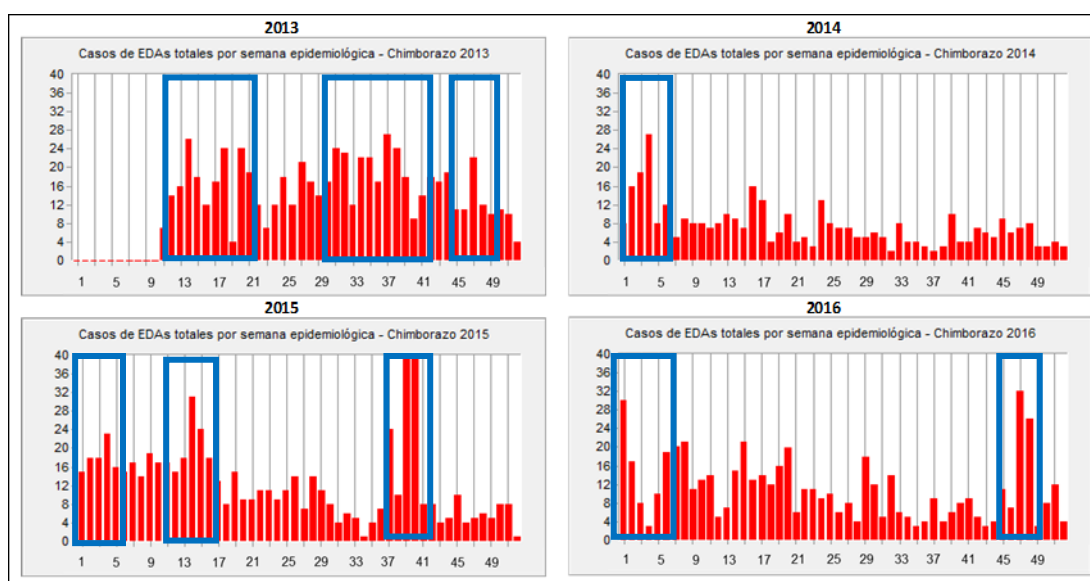


**Figura 42** Variabilidad Casos totales de EDAs 2013 – 2016 – Carchi

### Chimborazo

En la Figura 43, se muestra el comportamiento de los casos totales de egresos hospitalarios por EDAs en la provincia de Chimborazo para los años en estudio, donde para el 2013 el comportamiento de las EDAs presenta mayor cantidad de casos durante las semanas con 14,18,20,31,32,34,34, 38,39 y 47 con un promedio de 22 casos semanales, en el 2014 se registró un incremento de las enfermedades a inicios del año, es decir a partir de la semana 1 hasta la semana 4, llegando a un total de 26 casos.

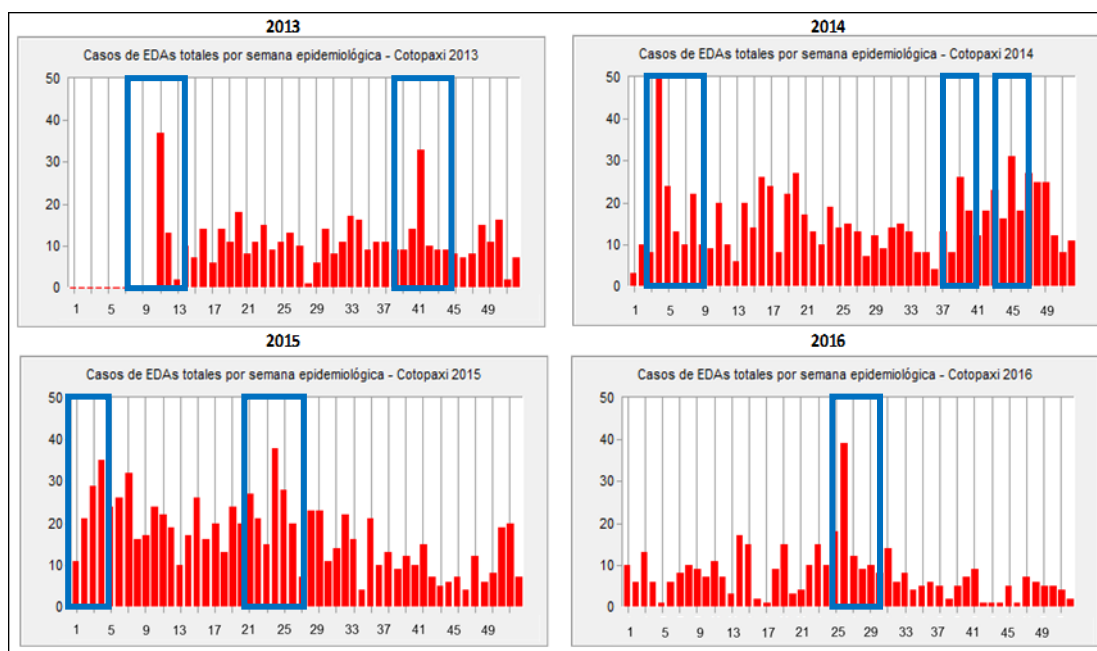
Para el año 2015 los casos tuvieron dos comportamientos de tipo ascendente, el primero, a partir de la semana 1 hasta la semana 4, donde tuvo la mayor cantidad de registros con un total de 23 casos, el segundo durante las semanas 12 y 14 presentando 31 casos y durante la semana 40 se registró la mayor cantidad de eventos con un total de 40 casos; en el año 2016 existió dos importantes semanas en las que se registró 30 y 31 casos durante las semanas 1 y 47 respectivamente.



**Figura 43** Variabilidad Casos totales de EDAs 2013 – 2016 – Chimborazo

### Cotopaxi

En la Figura 44, se muestra el comportamiento de los casos totales de egresos hospitalarios por EDAs para los años en estudio, donde para el 2013 el comportamiento de las EDAs presenta mayor cantidad de casos durante las semanas 11 y 41 con un promedio de 33 casos por semana, en el 2014 las semanas con mayor cantidad de casos registrados fue durante las semanas 4, 39 y 45 con un promedio de 28 casos semanales, en el año 2015 los casos tuvieron un comportamiento ascendente a partir de la semana 1 hasta la semana 4, donde tuvo la mayor cantidad de registros con un total de 35 casos, durante la semana 24 se registró 37 casos; en el año 2016 las semanas más afectada fue la 26 con un total de 38 casos. En conclusión se puede decir que durante el año 2014 se registró la mayor cantidad de casos durante los 4 años en estudio.

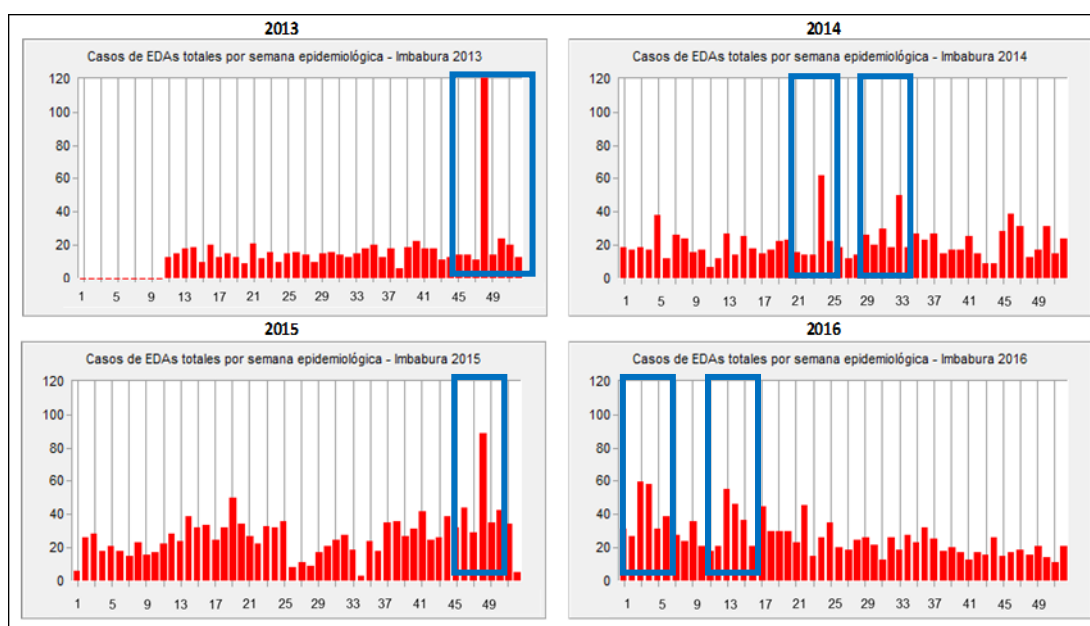


**Figura 44** Variabilidad Casos totales de EDAs 2013 – 2016 – Cotopaxi

## Imbabura

En la Figura 45, se muestra el comportamiento de los casos totales de egresos hospitalarios registrados por EDAs para cada año en estudio, donde se indica que la provincia de Imbabura en el año 2013 registró en la semana 48, es decir, la última semana del mes de noviembre la mayor cantidad de eventos en comparación a los 4 años en estudio, con un total de 118 casos. En el año 2014, se encontró dos picos de aumento en el registro de casos, en las semanas 24 y 33, es decir, en la segunda semana del mes de junio y la tercera semana del mes de agosto, para el año 2015, se encuentra similitud en el aumento de registros durante la semana 48 y para el año 2016, las semanas con mayores registro fueron la 3, 4 y 13 con un promedio de 54 casos.

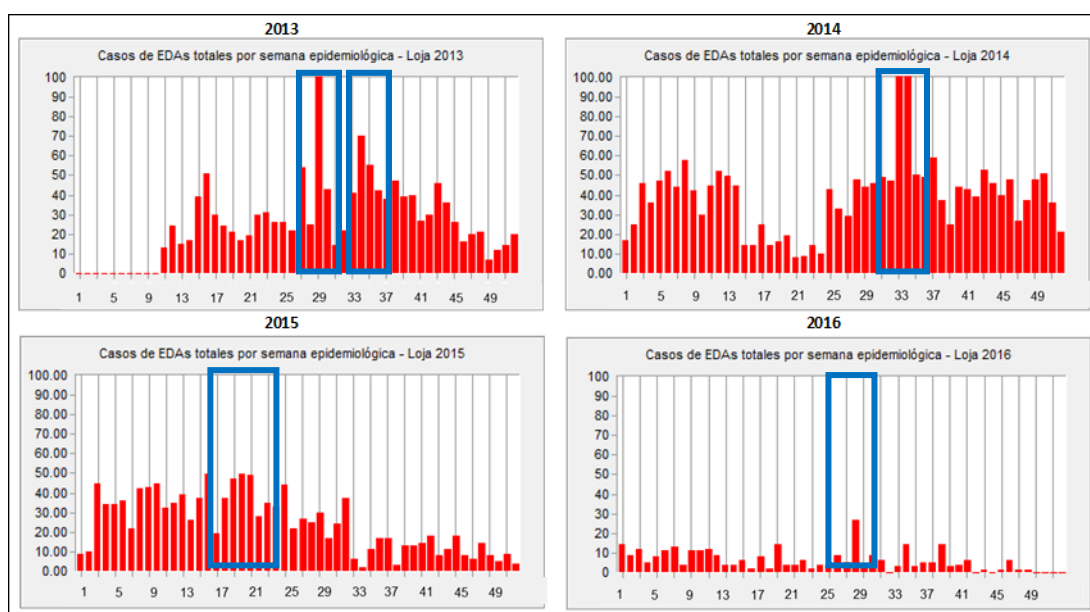




**Figura 45** Variabilidad Casos totales de EDAs 2013 – 2016 – Imbabura

## Loja

En la Figura 46, se muestra el comportamiento de los casos totales de egresos hospitalarios por EDAs en la provincia de Loja para los años en estudio, donde para el 2013 el comportamiento de las EDAs presenta mayor cantidad de casos durante las semanas 29 y 34 con un total de 100 y 64 casos respectivamente; en el 2014 las semanas con mayor cantidad de casos registrados fue durante las semanas 33 y 34 con un total de 100 casos respectivamente; en el año 2015 se registró un comportamiento ascendente a partir de la semana 17 hasta la semana 21 alcanzando un total de 45 casos y durante el 2016 la cantidad de casos disminuyó presentando un único pico de 26 casos en la semana 28. En conclusión se puede decir que durante el año 2014 se registró la mayor cantidad de casos durante los 4 años en estudio.

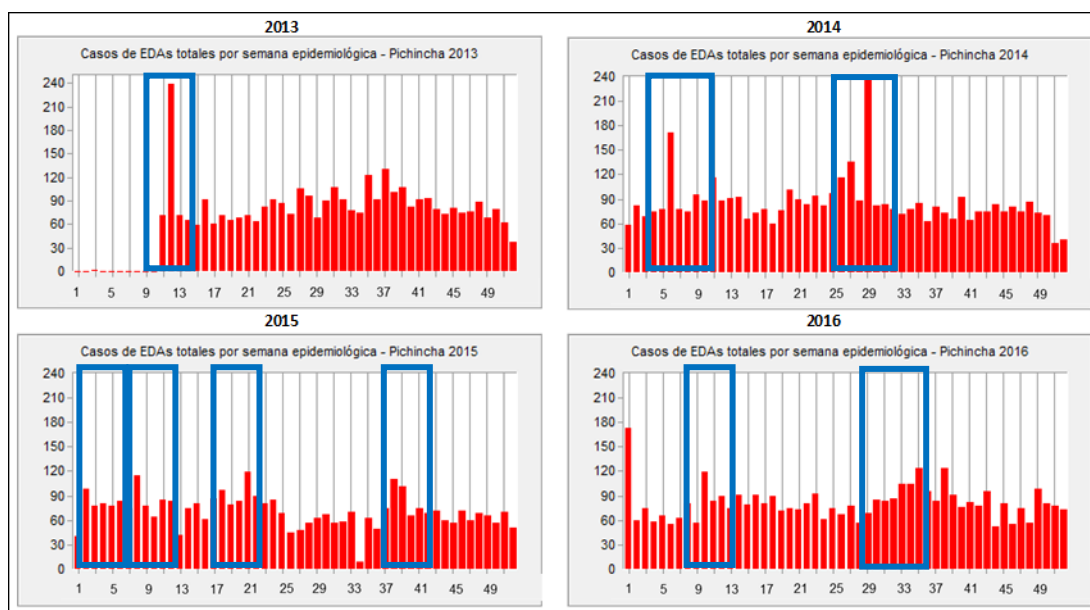


**Figura 46** Variabilidad Casos totales de EDAs 2013 – 2016 – Loja

## Pichincha

En la Figura 47, se muestra la variabilidad de los casos totales de egresos hospitalarios por EDAs en la provincia de Pichincha para los años 2013, 2014, 2015 y 2016, para el año 2013 se observa la mayor cantidad de casos registrados durante los 4 años en estudio, sin embargo la información disponible no permite visualizar el comportamiento desde la semana 1 ya que esos datos no han sido proporcionados.

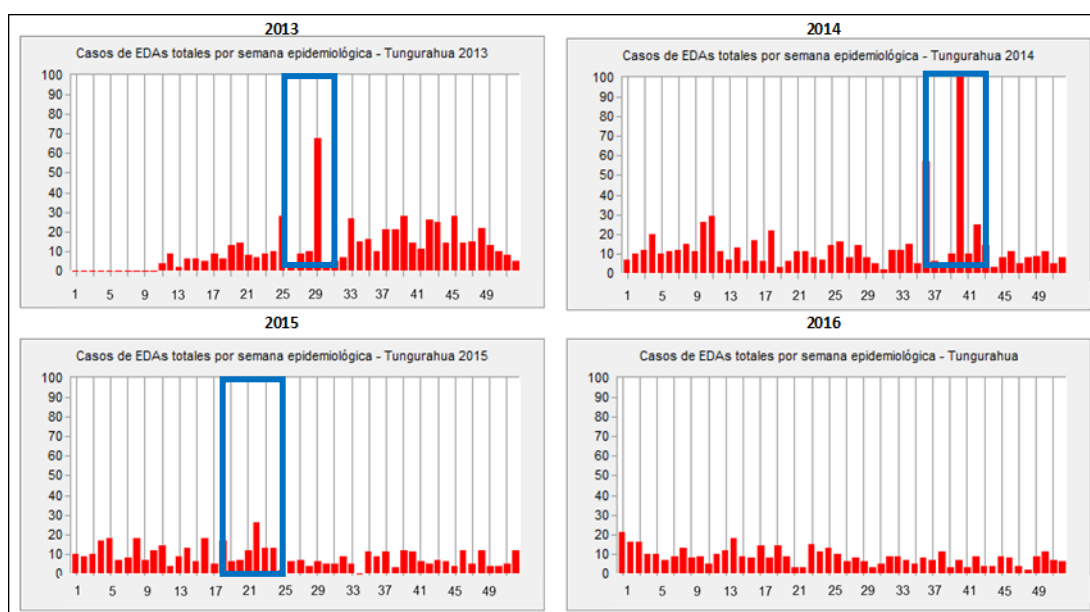
En el año 2014 existe dos incrementos importantes de casos que fueron registrados en la semana 29, es decir, la última semana de julio y el segundo con un total de 168 casos en la semana 6; en el año 2015 la variabilidad de los eventos presenta 4 picos importantes, el primero durante la semana 2 con 100 casos, el segundo durante la semana 8 con 112 casos, el tercero en la semana 21 con 116 casos y el cuarto entre las semanas 38 y 39 con un total de 205 casos; finalmente, en el 2016 durante la primera semana epidemiológica del año se registró la mayor cantidad de casos con un total de 170 casos sin embargo durante las semanas 10 y 35 se presentaron registros similares.



**Figura 47** Variabilidad Casos totales de EDAs 2013 – 2016 – Pichincha

## Tungurahua

En la Figura 48, se muestra el comportamiento de los casos totales de egresos hospitalarios por EDAs en la provincia de Tungurahua para los años en estudio, donde para el 2013 el comportamiento de las EDAs presenta mayor cantidad de casos durante la semana 29 con un total de 63 casos, en el 2014 las semanas con mayor cantidad de casos registrados fue durante la semana 40 con un total de 100 casos, en el año 2015 los casos tuvieron un comportamiento ascendente a partir de la semana 19 hasta la semana 22, donde tuvo la mayor cantidad de registros con un total de 28 casos; en el año 2016 los casos registrados fueron inferiores a los de otros años lo que indica que redujo la incidencia de esta enfermedad. En conclusión se puede decir que durante el año 2014 se registró la mayor cantidad de casos durante los 4 años en estudio.

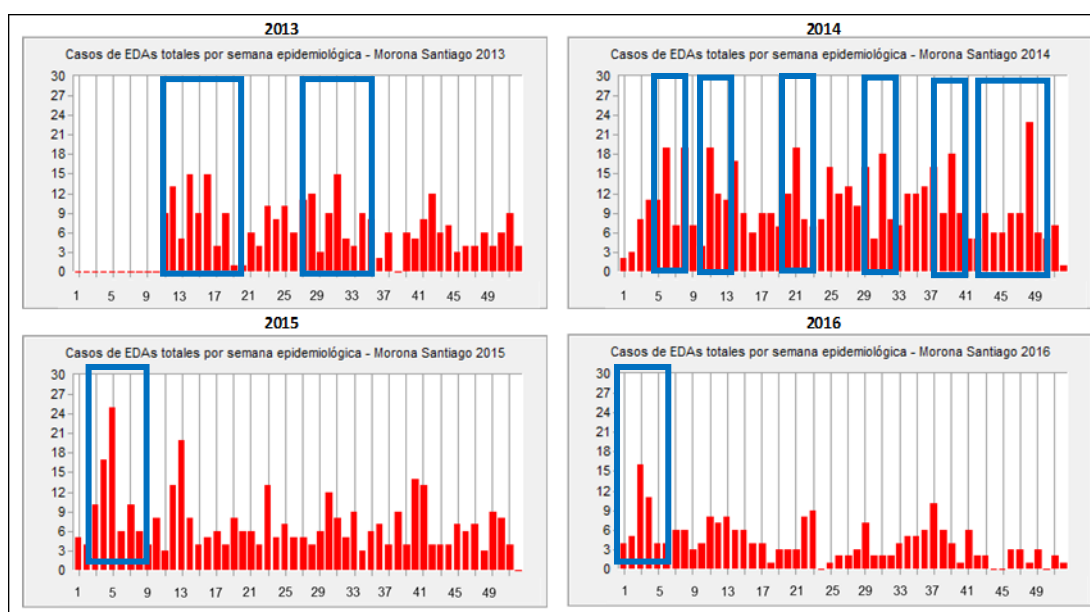


**Figura 48** Variabilidad Casos totales de EDAs 2013 – 2016 – Tungurahua

## Región Amazónica

### Morona Santiago

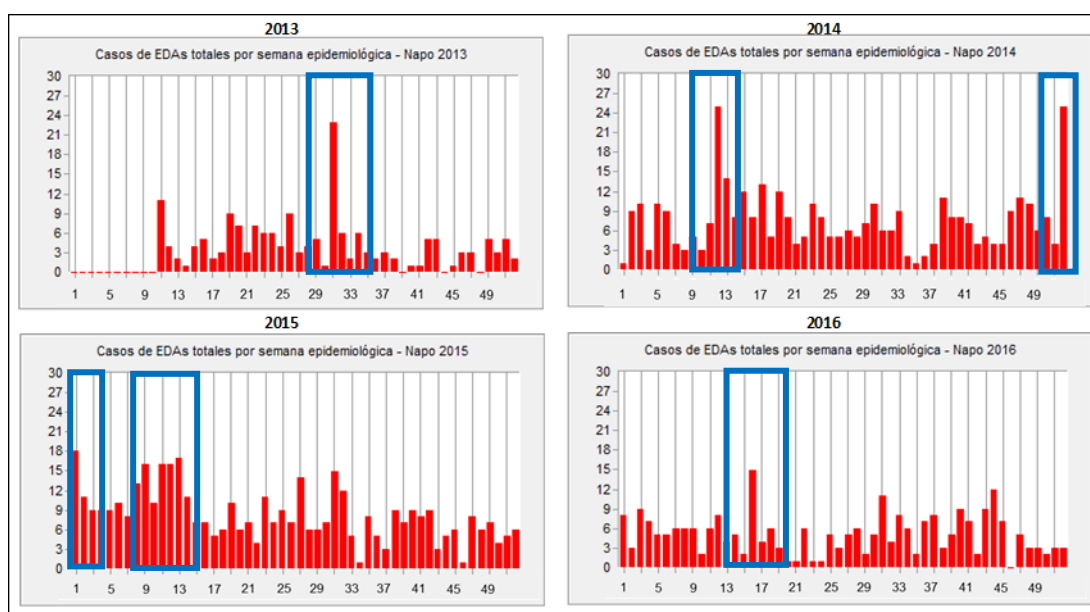
En la Figura 49, se muestra el comportamiento de los casos totales de egresos hospitalarios por EDAs en la provincia de Morona Santiago para los años 2013, 2014, 2015 y 2016, en el 2013 el comportamiento de las EDAs tuvo sus mayores registros durante las semanas 12, 14, 16 y 31 en donde se presentó un promedio de 13 casos semanales, en el 2014, las semanas con mayor cantidad de eventos registrados fueron durante las semanas 6, 11, 21, 31, 39 y 48 con un promedio de 19 casos por semana; en el año 2015 se registró la mayor cantidad de eventos durante la semana 5 con un total de 25 casos y durante el 2016, la cantidad de registros por EDAs disminuyó sin embargo durante la semana 3 se registró 15 casos. En conclusión se puede decir que durante el año 2014 se registró la mayor cantidad de casos durante los 4 años en estudio en la provincia de Morona Santiago.



**Figura 49** Variabilidad Casos totales de EDAs 2013 – 2016 – Morona Santiago

## Napo

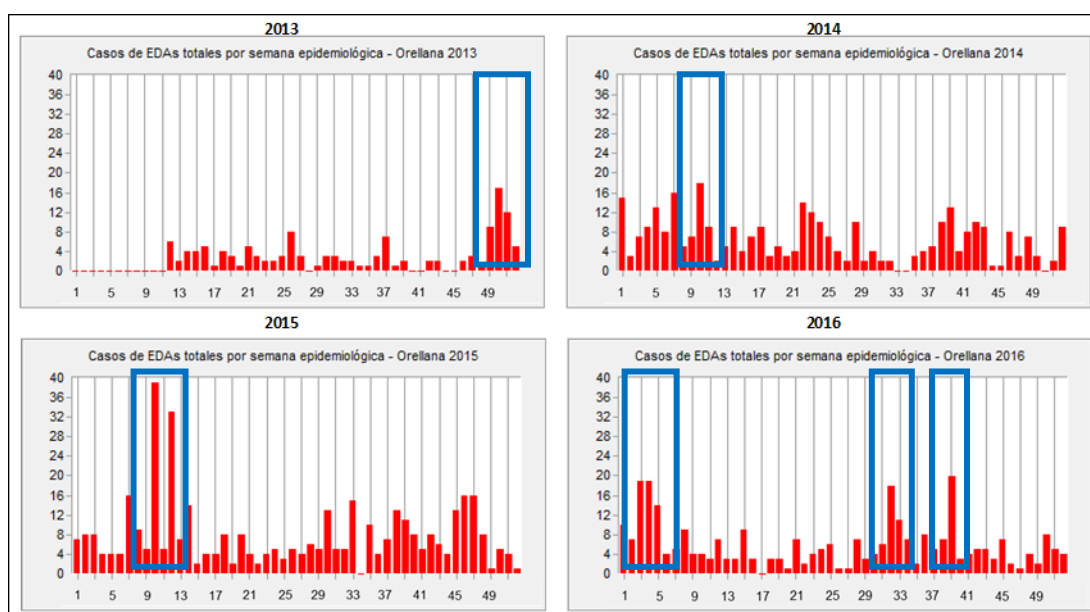
En la Figura 50, se muestra el comportamiento de los casos totales de egresos hospitalarios por EDAs en la provincia de Napo para los años 2013, 2014, 2015 y 2016, donde para el 2013 el comportamiento de las EDAs existió un crecimiento ascendente de la cantidad de casos registrados en la semana 31 alcanzando un total de 23 casos; en el 2014, las semanas con mayor cantidad de eventos registrados fueron durante las semanas 12 y 52 con un promedio de 25 casos; en el año 2015 se registró la mayor cantidad de eventos durante las semanas 1,9,11,12 y 13 con un promedio de 17 casos y durante el 2016 la cantidad de registros disminuyó de forma general sin embargo, en la semana 16 se registró 13 casos. En conclusión se puede decir que durante el año 2014 se registró la mayor cantidad de casos durante los 4 años en estudio en la provincia de Napo.



**Figura 50** Variabilidad Casos totales de EDAs 2013 – 2016 – Napo

## Orellana

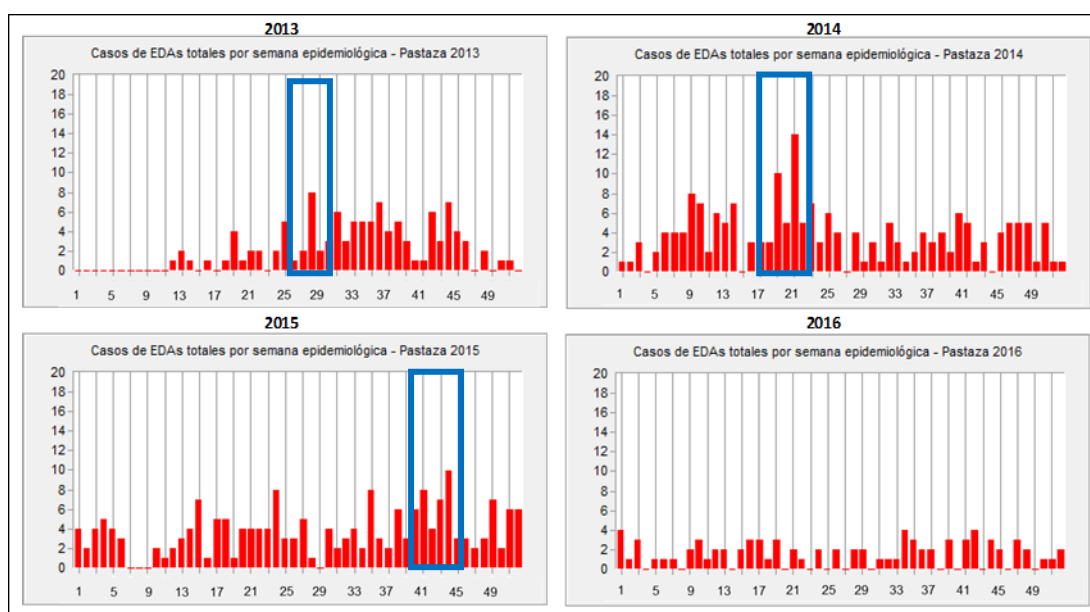
En la Figura 51, se muestra el comportamiento de los casos totales de egresos hospitalarios por EDAs en la provincia de Orellana para los años 2013, 2014, 2015 y 2016, donde para el 2013 el comportamiento de las EDAs presentó un máximo de 14 casos durante la semana 50 sin embargo durante el resto de semanas epidemiológicas el número de eventos es bajo, es decir, menor a 7 años; en el 2014, la semana con mayor cantidad de eventos registrados fue durante la semana 10 con un total de 18 casos; en el año 2015 se registró la mayor cantidad de eventos durante las semanas 10 y 12 con un total de 40 y 32 casos respectivamente y durante el 2016, la cantidad de registros más importante para el estudio fueron durante las semanas 3, 4, 32 y 39 con un promedio de 18 casos. En conclusión se puede decir que durante el año 2015 se registró la mayor cantidad de casos durante los 4 años en estudio en la provincia de Orellana.



**Figura 51** Variabilidad Casos totales de EDAs 2013 – 2016 – Orellana

## Pastaza

En la Figura 52, se muestra el comportamiento de los casos totales de egresos hospitalarios por EDAs en la provincia de Pastaza para los años 2013, 2014, 2015 y 2016, donde para el 2013 el comportamiento de las EDAs presentó un máximo de 7 casos durante la semana 28 sin embargo durante el resto de semanas epidemiológicas el número de eventos es bajo, es decir, menor a 7 casos; en el 2014, la semana con mayor cantidad de eventos registrados fue durante la semana 22 con un total de 13 casos; en el año 2015 se registró la mayor cantidad de eventos durante la semana 44 con un total de 9 casos y durante el 2016, la cantidad de registros descendió a menores de 4 casos. En conclusión se puede decir que durante el año 2014 se registró la mayor cantidad de casos durante los 4 años en estudio en la provincia de Pastaza.

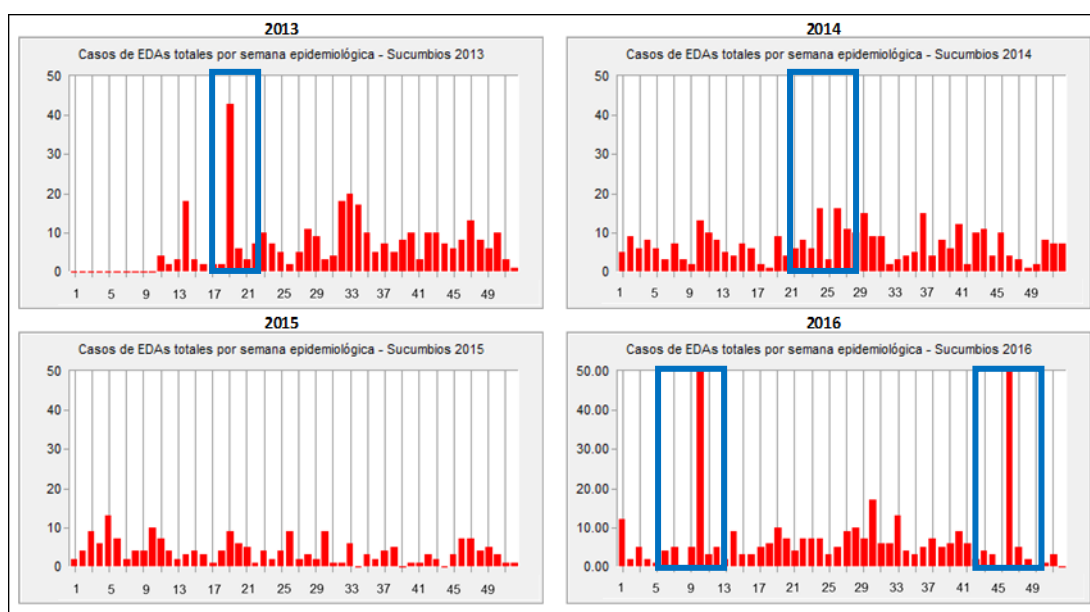


**Figura 52** Variabilidad Casos totales de EDAs 2013 – 2016 – Pastaza

## Sucumbíos

En la Figura 53, se muestra el comportamiento de los casos totales de egresos hospitalarios por EDAs en la provincia de Sucumbíos para los años en estudio, donde para el 2013 el comportamiento de las EDAs presenta mayor cantidad de casos durante la semana 19 con un total de 45 casos; en el 2014 las semanas con mayor cantidad de casos registrados fueron durante las semanas 24 y 26 con un promedio de 16 casos; en el año 2015 se registró un comportamiento descendente de la variable ya que los casos registrados disminuyeron generalmente durante todo el año alcanzando un máximo de 13 casos en la semana 5 y durante el 2016 la cantidad de casos aumentó presentando dos picos de 50 casos en las semanas 10 y 46. En conclusión se puede decir que durante el año 2016 se registró la mayor cantidad de casos durante los 4 años en estudio en la provincia de Sucumbíos.

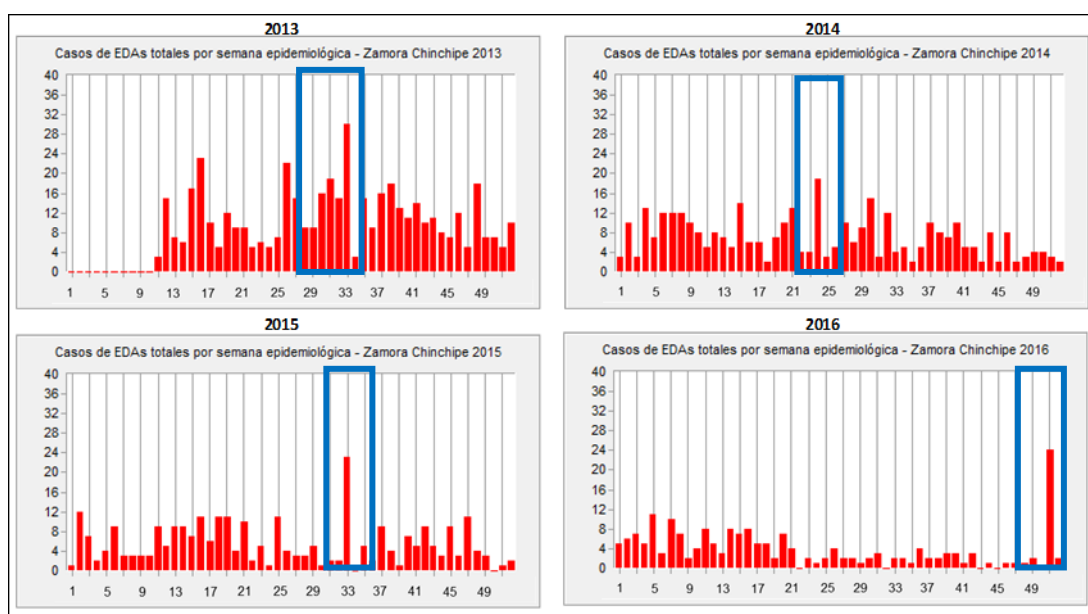




**Figura 53** Variabilidad Casos totales de EDAs 2013 – 2016 – Sucumbíos

### Zamora Chinchipe

En la Figura 54, se muestra el comportamiento de los casos totales de egresos hospitalarios por EDAs en la provincia de Zamora Chinchipe para los años 2013, 2014, 2015 y 2016, en el 2013 el comportamiento de las EDAs tuvo un crecimiento ascendente entre las semanas 28 y 33 alcanzando un total de 30 casos; en el 2014, durante la semana 24 se registraron 18 casos, siendo esta semana la más importante durante el año; en el año 2015 existió un descenso general en el registro de los eventos sin embargo, durante la semana 33 existieron 22 casos y durante el 2016, la cantidad de registros por EDAs fue mínima sin embargo durante la semana 51 se registró 22 casos. En conclusión se puede decir que durante el año 2013 existió la mayor cantidad de casos durante los 4 años en estudio.



**Figura 54** Variabilidad Casos totales de EDAs 2013 – 2016 – Zamora Chinchipe

#### 4.1.3. Análisis espacio – temporal de la precipitación

Para el análisis espacio – temporal de la variable precipitación se obtuvieron los perfiles de comportamiento de cada una de las 23 provincias de Ecuador continental por semana epidemiológica de cada año en estudio. Se compararon los perfiles de precipitación entre años con el fin de determinar variaciones de aumento o decrecimiento de la variable y establecer períodos que se relacionen con las enfermedades.

A continuación, se analizó los perfiles de variación de la precipitación para cada provincia por cada año en estudio, en los cuales se destacó las semanas con mayores valores registrados por semana epidemiológica y los períodos correspondientes.

#### Región Insular

##### El Oro

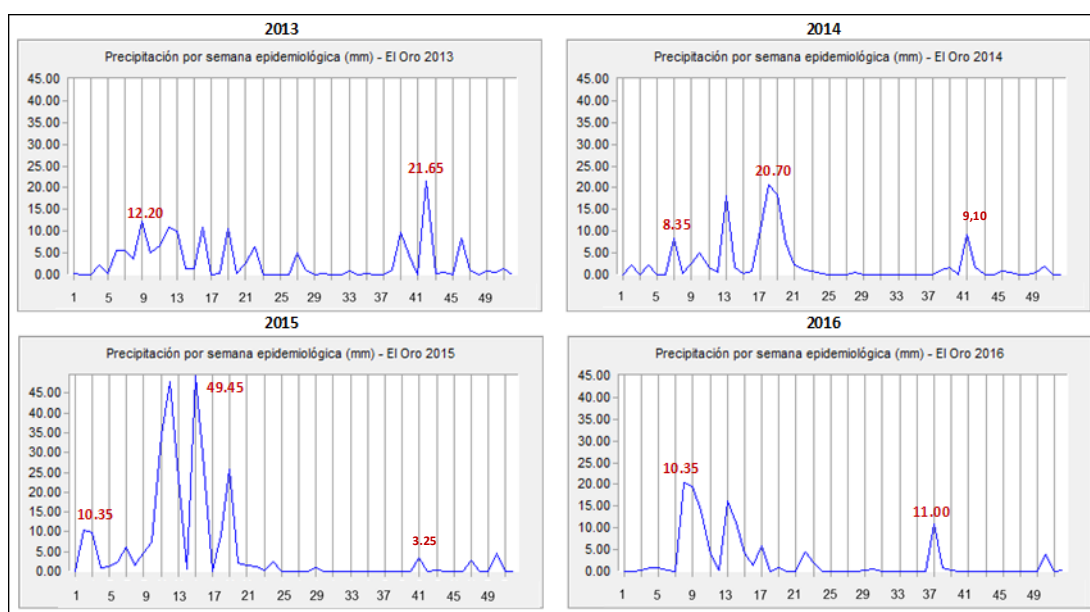
En la Figura 55, se muestran los perfiles de precipitación media para los años 2013, 2014, 2015 y 2016 de la provincia de El Oro, en donde para el año 2013, durante el

período lluvioso (diciembre – mayo) se registró durante la semana 9 un aumento en la precipitación con un total de 12,20 mm lo cual corresponde a un decremento porcentual de 88% respecto a su normal climática de 101,28 mm, con respecto al período seco (junio – noviembre) durante la semana 42 se registró un total de 21,65 mm, lo cual corresponde a un incremento porcentual del 114% con respecto a la climática normal de 10,08 mm.

En el año 2014, durante el período lluvioso (diciembre – mayo) se registró durante la semana 18 un incremento en la precipitación con un total de 20,70 mm lo cual corresponde a un decremento porcentual de 80% respecto a su normal climática de 101,28 mm, con respecto al período seco (junio – noviembre) durante la semana 41 se registró un total de 9,10 mm, lo cual corresponde a un decremento porcentual del 10% con respecto a la climática normal de 10,08 mm.

En el año 2015, durante el período lluvioso (diciembre – mayo) se registró durante la semana 15 un incremento en la precipitación con un total de 49,45 mm lo cual corresponde a un decremento porcentual de 51% respecto a su normal climática de 101,28 mm, con respecto al período seco (junio – noviembre) durante la semana 41 se registró un total de 3,25 mm, lo cual corresponde a un decremento porcentual del 68% con respecto a la climática normal de 10,08 mm.

En el año 2016, durante el período lluvioso (diciembre – mayo) se registró durante la semana 8 un incremento en la precipitación con un total de 10,35 mm lo cual corresponde a un decremento porcentual de 90% respecto a su normal climática de 101,28 mm, con respecto al período seco (junio – noviembre) durante la semana 37 se registró un total de 11,00 mm, lo cual corresponde a un incremento porcentual del 9% con respecto a la climática normal de 10,08 mm.



**Figura 55** Perfiles de precipitación media (mm) 2013 - 2016 - El Oro

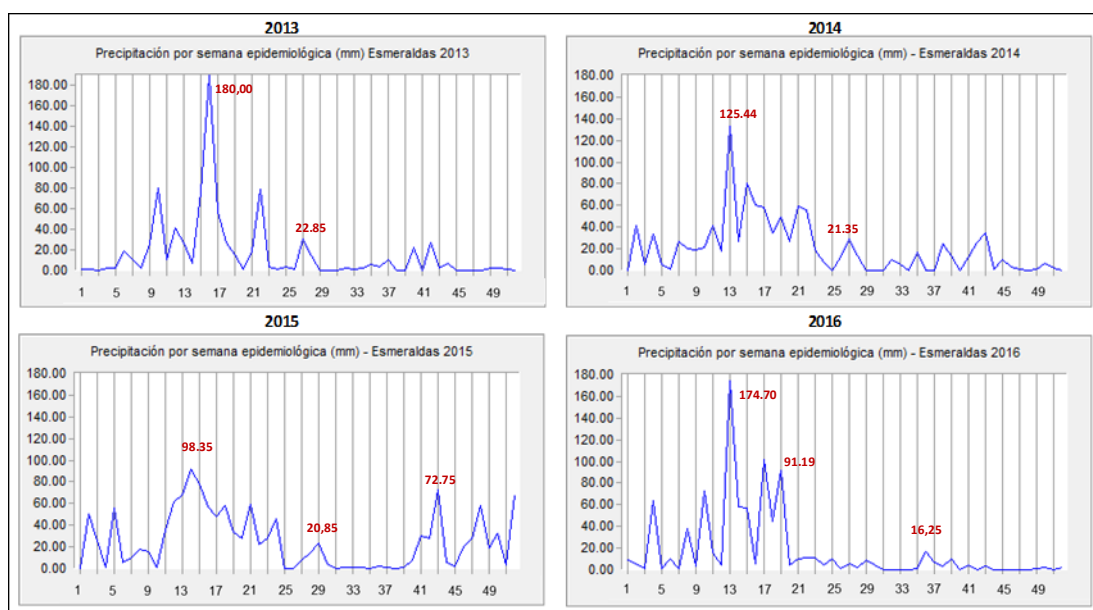
### Esmeraldas

En la Figura 56, se muestran los perfiles de precipitación media para los años 2013, 2014, 2015 y 2016 de la provincia de Esmeraldas, en donde para el año 2013, durante el período lluvioso (diciembre – mayo) se registró durante la semana 16 un incremento en la precipitación con un total de 180,00 mm lo cual corresponde a un incremento porcentual de 226% respecto a su normal climática de 55,05 mm, con respecto al período seco (junio – noviembre) durante la semana 27 se registró un total de 22,85 mm, lo cual corresponde a un incremento porcentual del 58% con respecto a la climática normal de 14,43 mm.

En el año 2014, durante el período lluvioso (diciembre – mayo) se registró durante la semana 14 un incremento en la precipitación con un total de 125,44 mm lo cual corresponde a un incremento porcentual de 127% respecto a su normal climática de 55,05 mm, con respecto al período seco (junio – noviembre) durante la semana 27 se registró un total de 21,35 mm, lo cual corresponde a un incremento porcentual del 48% con respecto a la climática normal de 14,43 mm.

En el año 2015, durante el período lluvioso (diciembre – mayo) se registró durante la semana 14 un incremento en la precipitación con un total de 98,36 mm lo cual corresponde a un incremento porcentual de 79% respecto a su normal climática de 55,05 mm, con respecto al período seco (junio – noviembre) durante la semana 27 se registró un total de 20,85 mm, lo cual corresponde a un incremento porcentual del 44% con respecto a la climática normal de 14,43 mm.

En el año 2016, durante el período lluvioso (diciembre – mayo) se registró durante la semana 14 un incremento en la precipitación con un total de 174,70 mm lo cual corresponde a un incremento porcentual de 217% respecto a su normal climática de 55,05 mm, con respecto al período seco (junio – noviembre) durante la semana 36 se registró un total de 16,25 mm, lo cual corresponde a un incremento porcentual del 12% con respecto a la climática normal de 14,43 mm.



**Figura 56** Perfiles de precipitación media (mm) 2013 - 2016 – Esmeraldas

## Guayas

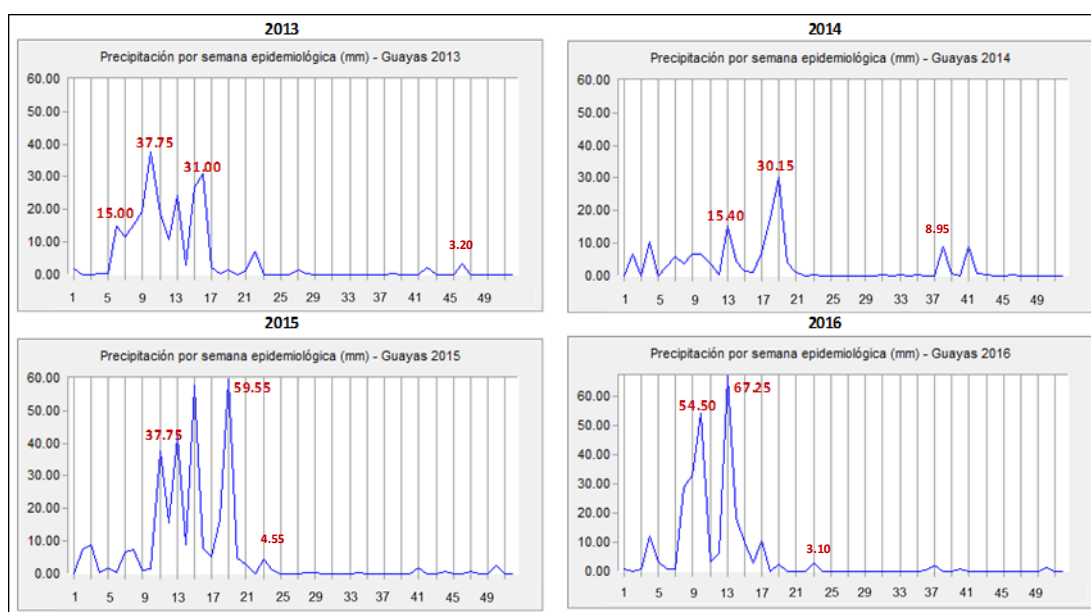
En la Figura 57, se muestran los perfiles de precipitación media para los años 2013, 2014, 2015 y 2016 de la provincia de Guayas, en donde para el año 2013, durante el

período lluvioso (diciembre – mayo) se registró durante la semana 10 un incremento en la precipitación con un total de 37,75 mm lo cual corresponde a una disminución porcentual de 61% respecto a su normal climática de 98,03 mm, con respecto al período seco (junio – noviembre) durante la semana 46 se registró un total de 3,20 mm, lo cual corresponde a una disminución porcentual del 50% con respecto a la climática normal de 6,46 mm.

En el año 2014, durante el período lluvioso (diciembre – mayo) se registró durante la semana 20 un incremento en la precipitación con un total de 30,15 mm lo cual corresponde a una disminución porcentual de 69% respecto a su normal climática de 98,03 mm, con respecto al período seco (junio – noviembre) durante la semana 38 se registró un total de 8.95 mm, lo cual corresponde a un incremento porcentual del 38% con respecto a la climática normal de 6,46 mm.

En el año 2015, durante el período lluvioso (diciembre – mayo) se registró durante la semana 19 un incremento en la precipitación con un total de 59,55 mm lo cual corresponde a una disminución porcentual de 39% respecto a su normal climática de 98,03 mm, con respecto al período seco (junio – noviembre) durante la semana 23 se registró un total de 4,55 mm, lo cual corresponde a una disminución porcentual del 30% con respecto a la climática normal de 6,46 mm.

En el año 2016, durante el período lluvioso (diciembre – mayo) se registró durante la semana 13 un incremento en la precipitación con un total de 67,25 mm lo cual corresponde a una disminución porcentual de 31% respecto a su normal climática de 98,03 mm, con respecto al período seco (junio – noviembre) durante la semana 23 se registró un total de 3,10 mm, lo cual corresponde a una disminución porcentual del 52% con respecto a la climática normal de 6,46 mm.



**Figura 57** Perfiles de precipitación media (mm) 2013 - 2016 – Guayas

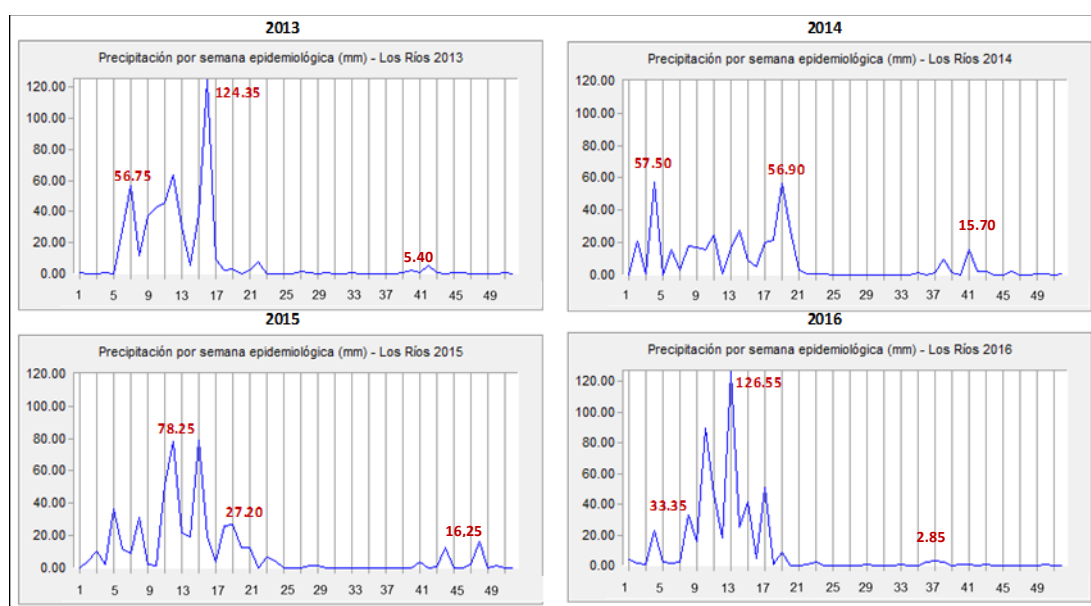
## Los Ríos

En la Figura 58, se muestran los perfiles de precipitación media para los años 2013, 2014, 2015 y 2016 de la provincia de Los Ríos, en donde para el año 2013, durante el período lluvioso (diciembre – mayo) se registró durante la semana 16 un incremento en la precipitación con un total de 124,35 mm lo cual corresponde a un decremento porcentual de 19% respecto a su normal climática de 154,00 mm, con respecto al período seco (junio – noviembre) durante la semana 42 se registró un total de 5,40 mm, lo cual corresponde a un decremento porcentual del 70% con respecto a la climática normal de 18,04 mm.

En el año 2014, durante el período lluvioso (diciembre – mayo) se registró durante la semana 16 un incremento en la precipitación con un total de 57,50 mm lo cual corresponde a un decremento porcentual de 63% respecto a su normal climática de 154,00 mm, con respecto al período seco (junio – noviembre) durante la semana 41 se registró un total de 15,70 mm, lo cual corresponde a un decremento porcentual del 12% con respecto a la climática normal de 18,04 mm.

En el año 2015, durante el período lluvioso (diciembre – mayo) se registró durante la semana 12 un incremento en la precipitación con un total de 78,25 mm lo cual corresponde a un decremento porcentual de 49% respecto a su normal climática de 154,00 mm, con respecto al período seco (junio – noviembre) durante la semana 48 se registró un total de 16,25 mm, lo cual corresponde a un decremento porcentual del 9% con respecto a la climática normal de 18,04 mm.

En el año 2016, durante el período lluvioso (diciembre – mayo) se registró durante la semana 13 un incremento en la precipitación con un total de 126,55 mm lo cual corresponde a un decremento porcentual de 17% respecto a su normal climática de 154,00 mm, con respecto al período seco (junio – noviembre) durante la semana 48 se registró un total de 2,85 mm, lo cual corresponde a un decremento porcentual del 84% con respecto a la climática normal de 18,04 mm.



**Figura 58** Perfiles de precipitación media (mm) 2013 - 2016 - Los Ríos

## Manabí

En la Figura 59, se muestran los perfiles de precipitación media para los años 2013, 2014, 2015 y 2016 de la provincia de Manabí, en donde para el año 2013, durante el período lluvioso (diciembre – mayo) se registró durante la semana 16 un incremento

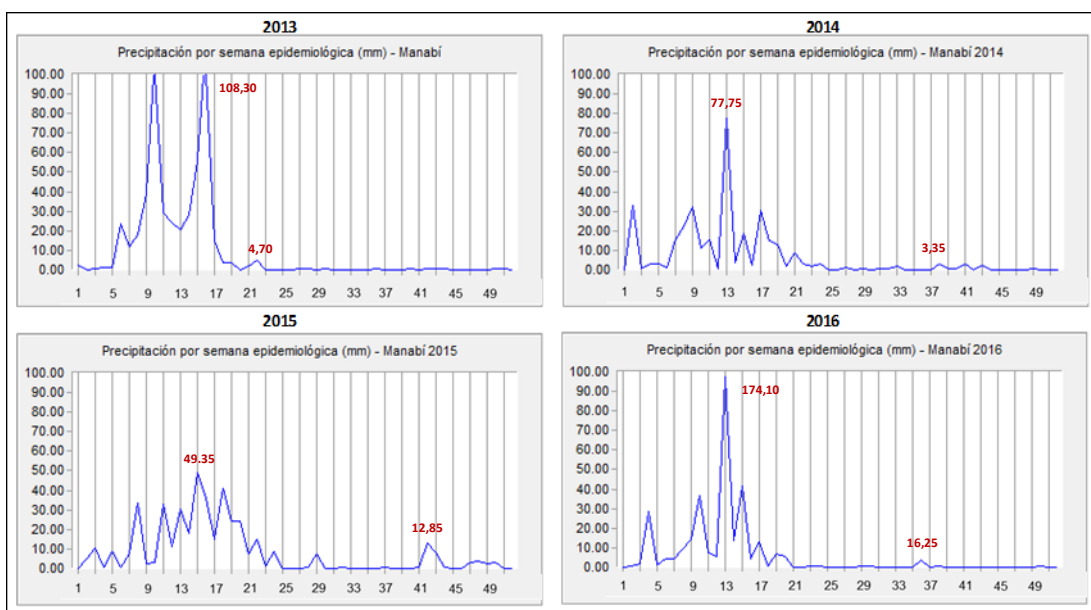


en la precipitación con un total de 108,30 mm lo cual corresponde a un incremento porcentual de 163% respecto a su normal climática de 41,18 mm, con respecto al período seco (junio – noviembre) durante la semana 22 se registró un total de 4,70mm, lo cual corresponde a un incremento porcentual del 14,6% con respecto a la climática normal de 4,10 mm.

En el año 2014, durante el período lluvioso (diciembre – mayo) se registró durante la semana 13 un incremento en la precipitación con un total de 77,75 mm lo cual corresponde a un incremento porcentual de 89% respecto a su normal climática de 41,18 mm, con respecto al período seco (junio – noviembre) durante la semana 38 se registró un total de 3,35 mm, lo cual corresponde a un decrecimiento porcentual del 12% con respecto a la climática normal de 4,10 mm.

En el año 2015, durante el período lluvioso (diciembre – mayo) se registró durante la semana 15 un incremento en la precipitación con un total de 49,35 mm lo cual corresponde a un incremento porcentual de 20% respecto a su normal climática de 41,18 mm, con respecto al período seco (junio – noviembre) durante la semana 42 se registró un total de 12,85 mm, lo cual corresponde a un incremento porcentual del 213% con respecto a la climática normal de 4,10 mm.

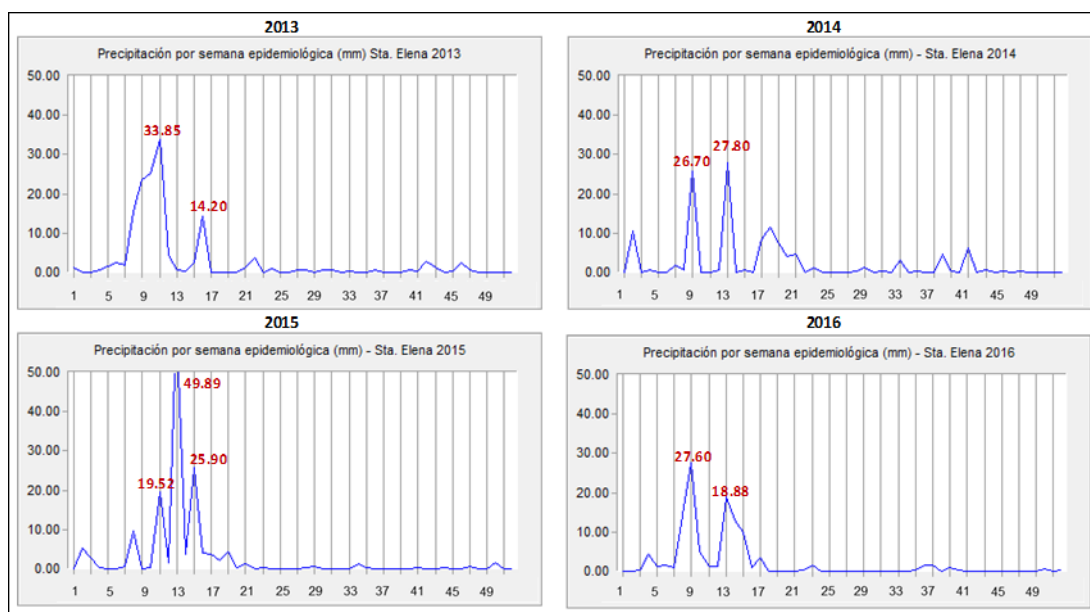
En el año 2016, durante el período lluvioso (diciembre – mayo) se registró durante la semana 13 un incremento en la precipitación con un total de 174,70 mm lo cual corresponde a un incremento porcentual de 322% respecto a su normal climática de 41,18 mm, con respecto al período seco (junio – noviembre) durante la semana 36 se registró un total de 16,25 mm, lo cual corresponde a un incremento porcentual del 296% con respecto a la climática normal de 4,10 mm.



**Figura 59** Perfiles de precipitación media (mm) 2013 - 2016 - Manabí

### Santa Elena

En la Figura 60, se muestra el comportamiento de la precipitación por semana epidemiológica para la provincia de Santa Elena, donde se muestra que para el año 2013 durante la semana 11, se registró un valor de 33,85 mm, cuya semana fue la que mayor valor alcanzó durante ese año, en el 2014 la semana con mayor precipitación fue durante la semana 13 en la que alcanzó un valor de 27,80 mm, en el 2015, se registró el mayor valor de precipitación durante los 4 años en estudio con un valor de 49,89 mm y para el año 2016 en la semana 9 se registró un valor de precipitación igual 27,60 mm.



**Figura 60** Perfiles de precipitación media (mm) 2013 - 2016 - Santa Elena

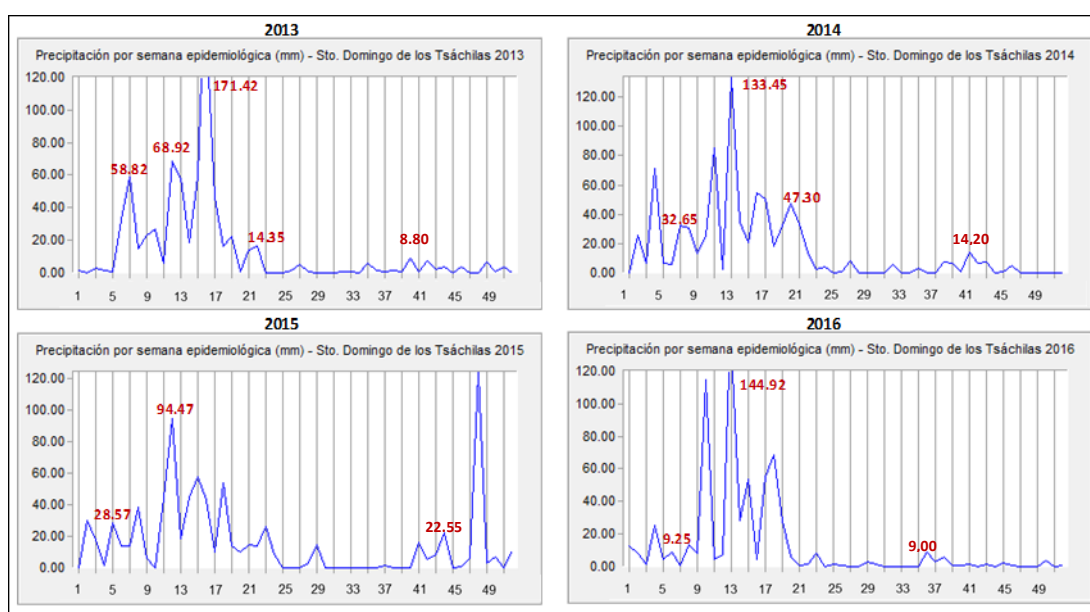
### Santo Domingo de los Tsáchilas

En la Figura 61, se muestran los perfiles de precipitación media para los años 2013, 2014, 2015 y 2016 de la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, en donde para el año 2013, durante el período lluvioso (diciembre – mayo) se registró durante la semana 16 un aumento en la precipitación con un total de 171,42 mm lo cual corresponde a un decremento porcentual de 6% respecto a su normal climática de 183,24 mm, con respecto al período seco (junio – noviembre) durante la semana 40 se registró un total de 8,80 mm, lo cual corresponde a un decremento porcentual del 80% con respecto a la climática normal de 50,24 mm.

En el año 2014, durante el período lluvioso (diciembre – mayo) se registró durante la semana 13 un incremento en la precipitación con un total de 133,45 mm lo cual corresponde a un decremento porcentual de 27% respecto a su normal climática de 183,24 mm, con respecto al período seco (junio – noviembre) durante la semana 41 se registró un total de 14,20 mm, lo cual corresponde a un decremento porcentual del 71% con respecto a la climática normal de 50,24 mm.

En el año 2015, durante el período lluvioso (diciembre – mayo) se registró durante la semana 12 un incremento en la precipitación con un total de 94,47 mm lo cual corresponde a un decremento porcentual de 48% respecto a su normal climática de 183,24 mm, con respecto al período seco (junio – noviembre) durante la semana 44 se registró un total de 22,55mm, lo cual corresponde a un decremento porcentual del 55% con respecto a la climática normal de 50,24 mm.

En el 2016, durante el período lluvioso (diciembre – mayo) se registró durante la semana 13 un incremento en la precipitación con un total de 144,92 mm lo cual corresponde a un decremento porcentual de 22% respecto a su normal climática de 183,24 mm, con respecto al período seco (junio – noviembre) durante la semana 36 se registró un total de 9,00 mm, lo cual corresponde a un decremento porcentual del 82% con respecto a la climática normal de 50,24 mm.



**Figura 61** Perfiles de precipitación media (mm) 2013-2016 - Sto. Domingo

**Región Interandina**

**Azuay**

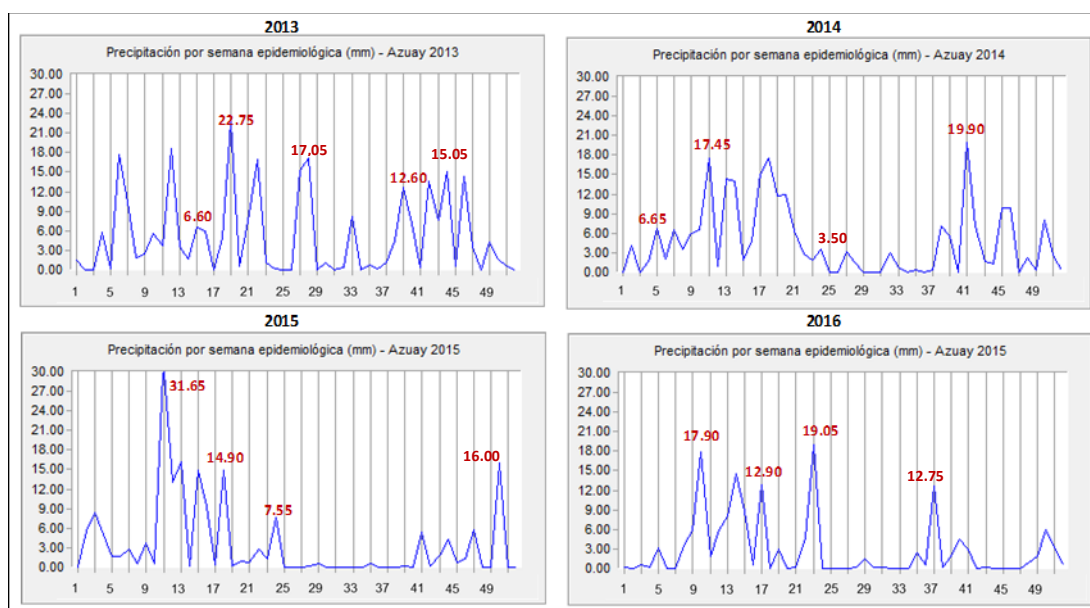
En la Figura 62, se muestran los perfiles de precipitación media para los años 2013, 2014, 2015 y 2016 de la provincia de Azuay, en donde para el año 2013, durante primer período lluvioso (enero – mayo) se registró en la semana 19 un incremento en la precipitación con un total de 22,75 mm lo cual corresponde a un decremento porcentual de 43% respecto a su normal climática de 40,56 mm, con respecto al período seco (junio – agosto) durante la semana 28 se registró un total de 17,05 mm, lo cual corresponde a un incremento porcentual del 40% con respecto a la climática normal de 12,14 mm y durante el segundo período lluvioso (septiembre – noviembre) se registró un total de 15,05 mm de precipitación en la semana 42 lo que equivale a que existió un decremento porcentual de 59% respecto a la normal climática de 36,98 mm.

En el año 2014, durante primer período lluvioso (enero – mayo) se registró en la semana 19 un incremento en la precipitación con un total de 17,45 mm lo cual corresponde a un decremento porcentual de 57% respecto a su normal climática de 40,56 mm, con respecto al período seco (junio – agosto) durante la semana 24 se registró un total de 3,50 mm, lo cual corresponde a un decremento porcentual del 70% con respecto a la climática normal de 12,14 mm y durante el segundo período lluvioso (septiembre – noviembre) se registró un total de 19,90 mm de precipitación en la semana 41 lo que equivale a que existió un decremento porcentual de 46% respecto a la normal climática de 36,98 mm.

En el año 2015, durante primer período lluvioso (enero – mayo) se registró en la semana 11 un incremento en la precipitación con un total de 31,65 mm lo cual corresponde a un decremento porcentual de 22% respecto a su normal climática de 40,56 mm, con respecto al período seco (junio – agosto) durante la semana 24 se registró un total de 7,55 mm, lo cual corresponde a un decremento porcentual del 38% con respecto a la climática normal de 12,14 mm y durante el segundo período lluvioso (septiembre – noviembre) se registró un total de 16,00 mm de precipitación en la semana 50 lo que equivale a que existió un decremento porcentual de 57% respecto a la normal climática de 36,98 mm.

En el año 2016, durante primer período lluvioso (enero – mayo) se registró en la semana 11 un incremento en la precipitación con un total de 17,90 mm lo cual

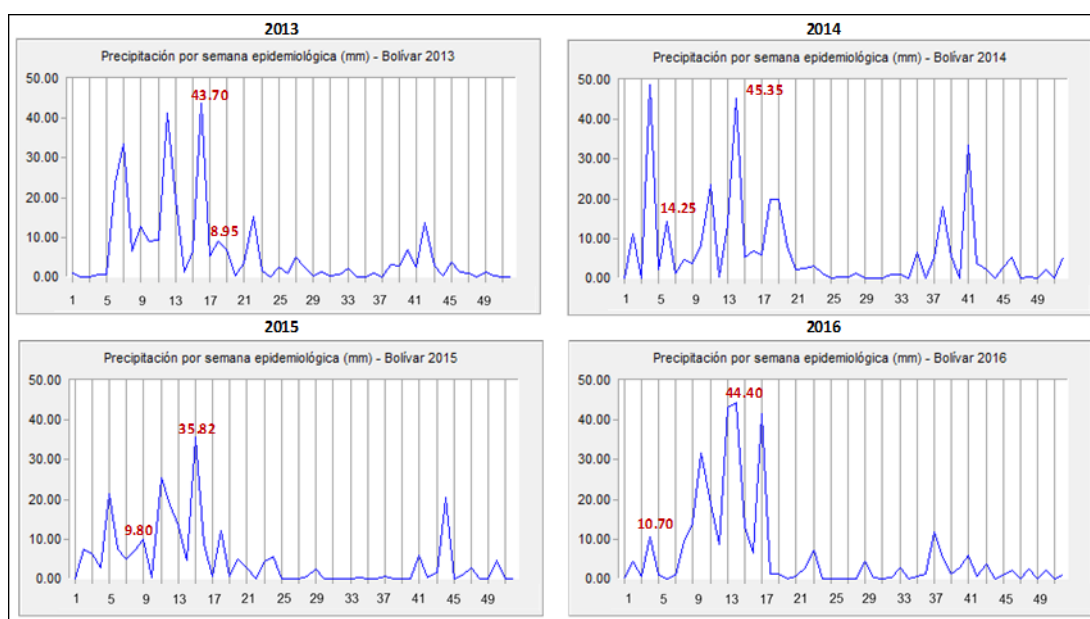
corresponde a un decremento porcentual de 56% respecto a su normal climática de 40,56 mm, con respecto al período seco (junio – agosto) durante la semana 23 se registró un total de 19,05 mm, lo cual corresponde a un incremento porcentual del 57% con respecto a la climática normal de 12,14 mm y durante el segundo período lluvioso (septiembre – noviembre) se registró un total de 12,75 mm de precipitación en la semana 37 lo que equivale a que existió un decremento porcentual de 66% respecto a la normal climática de 36,98 mm.



**Figura 62** Perfiles de precipitación media (mm) 2013 - 2016 – Azuay

## Bolívar

En la Figura 63, se muestra el comportamiento de la variable precipitación para la provincia de Bolívar por semana epidemiológica, en donde se muestra que para el año 2013 y 2014 se presenta la mayor cantidad de precipitación registrada durante los 4 años en estudio entre las semanas 16 y 14 respectivamente alcanzando valores iguales a 43,70 y 45,35 mm. Durante los años 2015 y 2016 se observa estacionalidad ya que durante las mismas semanas se registraron los valores más altos de precipitación con valores de 35,82 y 44,40 mm.



**Figura 63** Perfiles de precipitación media (mm) 2013 - 2016 – Bolívar

### Cañar

En la Figura 64, se muestran los perfiles de precipitación media para los años 2013, 2014, 2015 y 2016 de la provincia de Cañar, en donde para el año 2013, durante primer período lluvioso (enero – mayo) se registró en la semana 6 un incremento en la precipitación con un total de 28,05 mm lo cual corresponde a un incremento porcentual de 11% respecto a su normal climática de 25,19 mm, con respecto al período seco (junio – agosto) durante la semana 33 se registró un total de 8,65 mm, lo cual corresponde a un incremento porcentual del 2% con respecto a la climática normal de 8,48 mm y durante el segundo período lluvioso (septiembre – noviembre) se registró un total de 21,55 mm de precipitación en la semana 46 lo que equivale a que existió un incremento porcentual de 21% respecto a la normal climática de 17,75 mm.

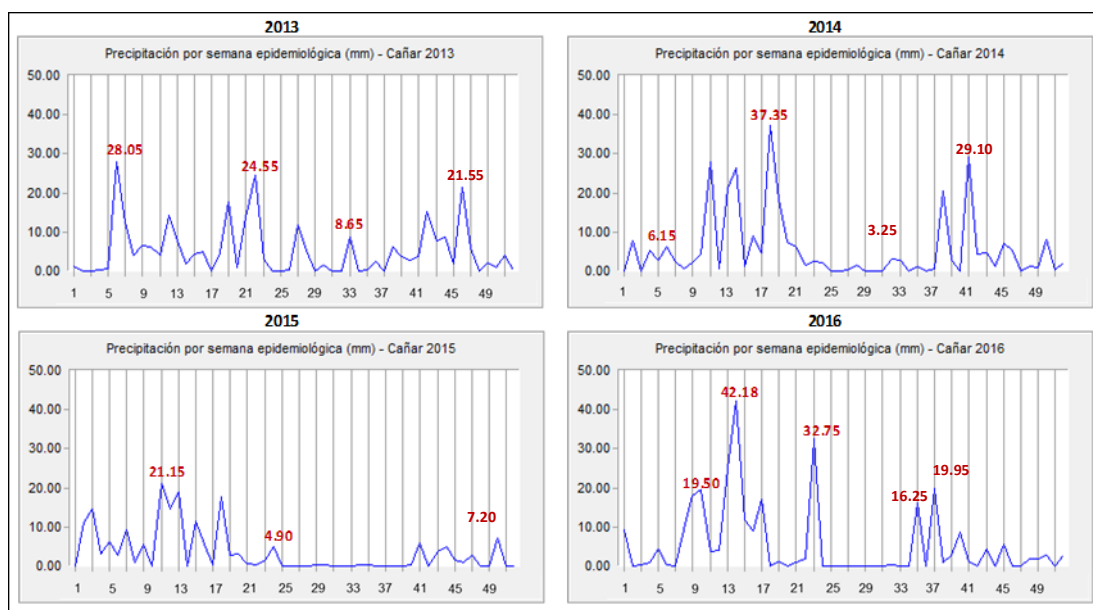
En el año 2014, durante primer período lluvioso (enero – mayo) se registró en la semana 18 un incremento en la precipitación con un total de 37,35 mm lo cual corresponde a un incremento porcentual de 48% respecto a su normal climática de 25,19 mm, con respecto al período seco (junio – agosto) durante la semana 32 se registró un total de 3,25 mm, lo cual corresponde a un decremento porcentual del 62%

con respecto a la climática normal de 8,48 mm y durante el segundo período lluvioso (septiembre – noviembre) se registró un total de 29,10 mm de precipitación en la semana 41 lo que equivale a que existió un incremento porcentual de 64% respecto a la normal climática de 17,75 mm.

En el año 2015, durante primer período lluvioso (enero – mayo) se registró en la semana 18 un incremento en la precipitación con un total de 21,15 mm lo cual corresponde a un decremento porcentual de 21% respecto a su normal climática de 25,19 mm, con respecto al período seco (junio – agosto) durante la semana 24 se registró un total de 4,90 mm, lo cual corresponde a un decremento porcentual del 42% con respecto a la climática normal de 8,48 mm y durante el segundo período lluvioso (septiembre – noviembre) se registró un total de 7,20 mm de precipitación en la semana 50 lo que equivale a que existió un decremento porcentual de 60% respecto a la normal climática de 17,75 mm.

En el año 2016, durante primer período lluvioso (enero – mayo) se registró en la semana 14 un incremento en la precipitación con un total de 42,18 mm lo cual corresponde a un incremento porcentual de 67% respecto a su normal climática de 25,19 mm, con respecto al período seco (junio – agosto) durante la semana 35 se registró un total de 16,25 mm, lo cual corresponde a un incremento porcentual del 42% con respecto a la climática normal de 8,48 mm y durante el segundo período lluvioso (septiembre – noviembre) se registró un total de 19,95 mm de precipitación en la semana 37 lo que equivale a que existió un incremento porcentual de 12% respecto a la normal climática de 17,75 mm.





**Figura 64** Perfiles de precipitación media (mm) 2013 - 2016 - Cañar

## Carchi

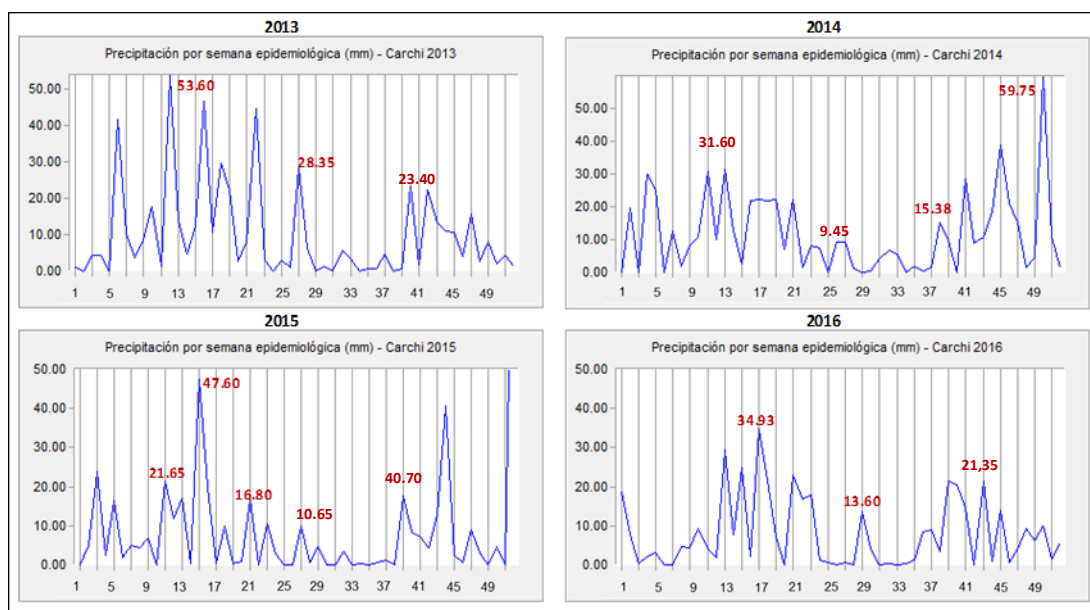
En la Figura 65, se muestran los perfiles de precipitación media para los años 2013, 2014, 2015 y 2016 de la provincia de Carchi, en donde para el año 2013, durante primer período lluvioso (enero – mayo) se registró en la semana 12 un incremento en la precipitación con un total de 53,60 mm lo cual corresponde a un incremento porcentual de 20% respecto a su normal climática de 44,55 mm, con respecto al período seco (junio – agosto) durante la semana 27 se registró un total de 28,35 mm, lo cual corresponde a un incremento porcentual del 31% con respecto a la climática normal de 21,64 mm y durante el segundo período lluvioso (septiembre – noviembre) se registró un total de 23,40 mm de precipitación en la semana 40 lo que equivale a que existió un decremento porcentual de 46% respecto a la normal climática de 43,63 mm.

En el año 2014, durante primer período lluvioso (enero – mayo) se registró en la semana 13 un incremento en la precipitación con un total de 31,60 mm lo cual corresponde a un decremento porcentual de 7% respecto a su normal climática de 44,55 mm, con respecto al período seco (junio – agosto) durante la semana 26 se

registró un total de 9,45 mm, lo cual corresponde a un decremento porcentual del 56% con respecto a la climática normal de 21,64 mm y durante el segundo período lluvioso (septiembre – noviembre) se registró un total de 59,75 mm de precipitación en la semana 40 lo que equivale a que existió un incremento porcentual de 37% respecto a la normal climática de 43,63 mm.

En el año 2015, durante primer período lluvioso (enero – mayo) se registró en la semana 15 un incremento en la precipitación con un total de 47,60 mm lo cual corresponde a un decremento porcentual de 29% respecto a su normal climática de 44,55 mm, con respecto al período seco (junio – agosto) durante la semana 27 se registró un total de 10,65 mm, lo cual corresponde a un decremento porcentual del 51% con respecto a la climática normal de 21,64 mm y durante el segundo período lluvioso (septiembre – noviembre) se registró un total de 40,70 mm de precipitación en la semana 39 lo que equivale a que existió un decremento porcentual de 7% respecto a la normal climática de 43,63 mm.

En el año 2016, durante primer período lluvioso (enero – mayo) se registró en la semana 17 un incremento en la precipitación con un total de 34,93 mm lo cual corresponde a un decremento porcentual de 21% respecto a su normal climática de 44,55 mm, con respecto al período seco (junio – agosto) durante la semana 29 se registró un total de 13,60 mm, lo cual corresponde a un decremento porcentual del 37% con respecto a la climática normal de 21,64 mm y durante el segundo período lluvioso (septiembre – noviembre) se registró un total de 21,35 mm de precipitación en la semana 43 lo que equivale a que existió un decremento porcentual de 51% respecto a la normal climática de 43,63 mm.



**Figura 65** Perfiles de precipitación media (mm) 2013 - 2016 – Carchi

### Chimborazo

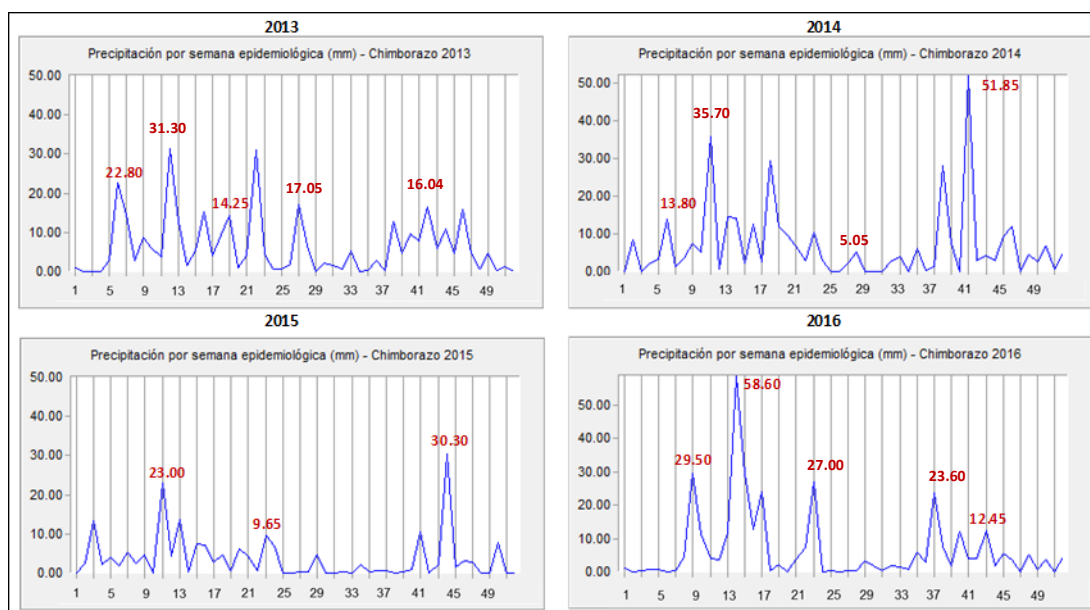
En la Figura 66, se muestran los perfiles de precipitación media para los años 2013, 2014, 2015 y 2016 de la provincia de Chimborazo, en donde para el año 2013, durante primer período lluvioso (enero – mayo) se registró en la semana 12 un incremento en la precipitación con un total de 31,30 mm lo cual corresponde a un incremento porcentual de 27% respecto a su normal climática de 24,59 mm, con respecto al período seco (junio – agosto) durante la semana 25 se registró un total de 17,05 mm, lo cual corresponde a un incremento porcentual del 133,11% con respecto a la climática normal de 7,31 mm y durante el segundo período lluvioso (septiembre – noviembre) se registró un total de 16,04 mm de precipitación en la semana 42 lo que equivale a que existió un incremento porcentual de 12% respecto a la normal climática de 14,35 mm.

En el año 2014, durante primer período lluvioso (enero – mayo) se registró en la semana 19 un incremento en la precipitación con un total de 35,70 mm lo cual corresponde a un incremento porcentual de 45% respecto a su normal climática de 24,59 mm, con respecto al período seco (junio – agosto) durante la semana 28 se registró un total de 5,05 mm, lo cual corresponde a un decremento porcentual del 31%

con respecto a la climática normal de 7,31 mm y durante el segundo período lluvioso (septiembre – noviembre) se registró un total de 51,85 mm de precipitación en la semana 41 lo que equivale a que existió un incremento porcentual de 261% respecto a la normal climática de 14,35 mm.

En el año 2015, durante primer período lluvioso (enero – mayo) se registró en la semana 11 un incremento en la precipitación con un total de 23,00 mm lo cual corresponde a un decremento porcentual de 11% respecto a su normal climática de 24,59 mm, con respecto al período seco (junio – agosto) durante la semana 23 se registró un total de 9,65 mm, lo cual corresponde a un incremento porcentual del 31% con respecto a la climática normal de 7,31 mm y durante el segundo período lluvioso (septiembre – noviembre) se registró un total de 30,30 mm de precipitación en la semana 44 lo que equivale a que existió un incremento porcentual de 111% respecto a la normal climática de 14,35 mm.

En el año 2016, durante primer período lluvioso (enero – mayo) se registró en la semana 14 un incremento en la precipitación con un total de 58,00 mm lo cual corresponde a un incremento porcentual de 136% respecto a su normal climática de 24,59 mm, con respecto al período seco (junio – agosto) durante la semana 23 se registró un total de 27,00 mm, lo cual corresponde a un incremento porcentual del 269% con respecto a la climática normal de 7,31 mm y durante el segundo período lluvioso (septiembre – noviembre) se registró un total de 23,60 mm de precipitación en la semana 37 lo que equivale a que existió un incremento porcentual de 64% respecto a la normal climática de 14,35 mm.



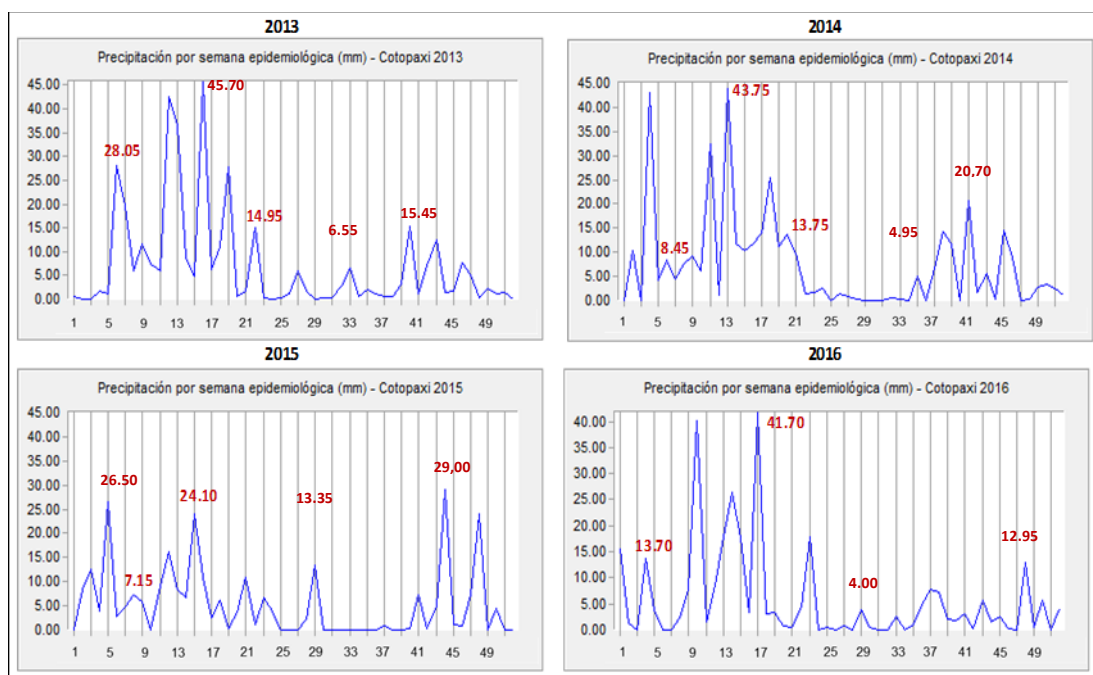
**Figura 66** Perfiles de precipitación media (mm) 2013 - 2016 – Chimborazo  
**Cotopaxi**

En la Figura 67, se muestran los perfiles de precipitación media para los años 2013, 2014, 2015 y 2016 de la provincia de Cotopaxi, en donde para el año 2013, durante primer período lluvioso (enero – mayo) se registró en la semana 16 un incremento en la precipitación con un total de 45,70 mm lo cual corresponde a un incremento porcentual de 89% respecto a su normal climática de 24,17 mm, con respecto al período seco (junio – agosto) durante la semana 33 se registró un total de 6,55 mm, lo cual corresponde a un incremento porcentual del 14% con respecto a la climática normal de 5,71 mm y durante el segundo período lluvioso (septiembre – noviembre) se registró un total de 15,45 mm de precipitación en la semana 40 lo que equivale a que existió un decremento porcentual de 28% respecto a la normal climática de 21,62 mm.

En el año 2015, durante primer período lluvioso (enero – mayo) se registró en la semana 5 un incremento en la precipitación con un total de 26,50 mm lo cual corresponde a un incremento porcentual de 10% respecto a su normal climática de 24,17 mm, con respecto al período seco (junio – agosto) durante la semana 27 se registró un total de 13,35 mm, lo cual corresponde a un incremento porcentual del 133% con respecto a la climática normal de 5,71 mm y durante el segundo período

lluvioso (septiembre – noviembre) se registró un total de 29,00 mm de precipitación en la semana 44 lo que equivale a que existió un incremento porcentual de 34% respecto a la normal climática de 21,62 mm.

En el año 2016, durante primer período lluvioso (enero – mayo) se registró en la semana 17 un incremento en la precipitación con un total de 41,70 mm lo cual corresponde a un incremento porcentual de 72% respecto a su normal climática de 24,17 mm, con respecto al período seco (junio – agosto) durante la semana 29 se registró un total de 4,00 mm, lo cual corresponde a un decremento porcentual del 30% con respecto a la climática normal de 5,71 mm y durante el segundo período lluvioso (septiembre – noviembre) se registró un total de 12,95 mm de precipitación en la semana 44 lo que equivale a que existió un decremento porcentual de 40% respecto a la normal climática de 21,62 mm.



**Figura 67** Perfiles de precipitación media (mm) 2013 - 2016 - Cotopaxi

## Imbabura

En la Figura 68, se muestran los perfiles de precipitación media para los años 2013, 2014, 2015 y 2016 de la provincia de Imbabura, en donde para el año 2013, durante

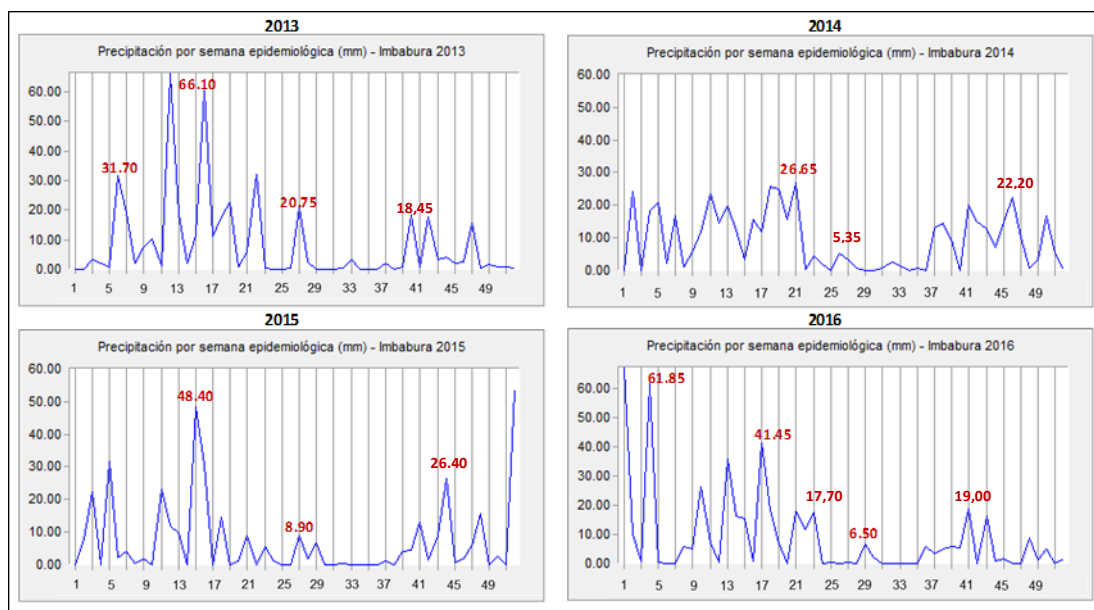
primer período lluvioso (enero – mayo) se registró en la semana 16 un incremento en la precipitación con un total de 66,10 mm lo cual corresponde a un decremento porcentual de 22% respecto a su normal climática de 44,56 mm, con respecto al período seco (junio – agosto) durante la semana 27 se registró un total de 20,70 mm, lo cual corresponde a un incremento porcentual del 93% con respecto a la climática normal de 10,74 mm y durante el segundo período lluvioso (septiembre – noviembre) se registró un total de 18,45 mm de precipitación en la semana 40 lo que equivale a que existió un decremento porcentual de 53% respecto a la normal climática de 39,20 mm.

En el año 2014, durante primer período lluvioso (enero – mayo) se registró en la semana 16 un incremento en la precipitación con un total de 26,65 mm lo cual corresponde a un decremento porcentual de 40% respecto a su normal climática de 44,56 mm, con respecto al período seco (junio – agosto) durante la semana 24 se registró un total de 5,35 mm, lo cual corresponde a un decremento porcentual del 50% con respecto a la climática normal de 10,74 mm y durante el segundo período lluvioso (septiembre – noviembre) se registró un total de 22,20 mm de precipitación en la semana 46 lo que equivale a que existió un decremento porcentual de 43% respecto a la normal climática de 39,20 mm.

En el año 2015, durante primer período lluvioso (enero – mayo) se registró en la semana 15 un incremento en la precipitación con un total de 48,40 mm lo cual corresponde a un incremento porcentual de 9% respecto a su normal climática de 44,56 mm, con respecto al período seco (junio – agosto) durante la semana 24 se registró un total de 8,90 mm, lo cual corresponde a un decremento porcentual del 17% con respecto a la climática normal de 10,74 mm y durante el segundo período lluvioso (septiembre – noviembre) se registró un total de 26,40 mm de precipitación en la semana 44 lo que equivale a que existió un decremento porcentual de 33% respecto a la normal climática de 39,20 mm.

En el año 2016, durante primer período lluvioso (enero – mayo) se registró en la semana 4 un incremento en la precipitación con un total de 61,85 mm lo cual corresponde a un incremento porcentual de 39% respecto a su normal climática de 44,56 mm, con respecto al período seco (junio – agosto) durante la semana 23 se

registró un total de 17,70 mm, lo cual corresponde a un incremento porcentual del 65% con respecto a la climática normal de 10,74 mm y durante el segundo período lluvioso (septiembre – noviembre) se registró un total de 19,00 mm de precipitación en la semana 41 lo que equivale a que existió un decremento porcentual de 51% respecto a la normal climática de 39,20 mm.



**Figura 68** Perfiles de precipitación media (mm) 2013 - 2016 – Imbabura

## Loja

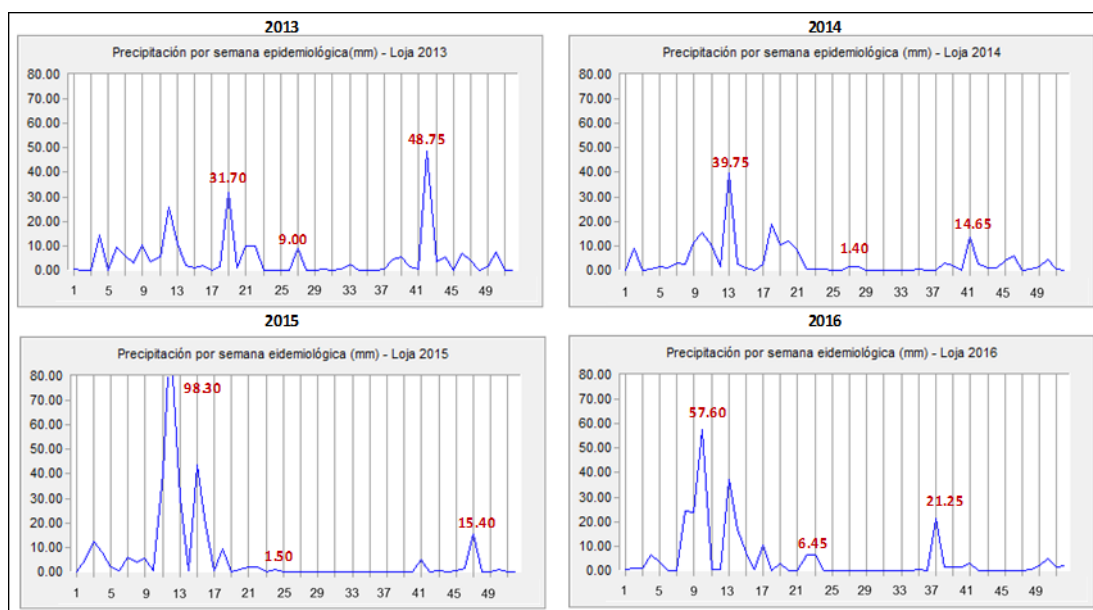
En la Figura 69, se muestran los perfiles de precipitación media para los años 2013, 2014, 2015 y 2016 de la provincia de Loja, en donde para el año 2013, durante primer período lluvioso (enero – mayo) se registró en la semana 19 un incremento en la precipitación con un total de 31,70 mm lo cual corresponde a un decremento porcentual de 40% respecto a su normal climática de 50,29 mm, con respecto al período seco (junio – agosto) durante la semana 27 se registró un total de 9,00 mm, lo cual corresponde a un decremento porcentual del 55% con respecto a la climática normal de 20,09 mm y durante el segundo período lluvioso (septiembre – noviembre) se registró un total de 48,75mm de precipitación en la semana 42 lo que equivale a que existió un incremento porcentual de 59% respecto a la normal climática de 30,73 mm.



En el año 2014, durante primer período lluvioso (enero – mayo) se registró en la semana 13 un incremento en la precipitación con un total de 39,75 mm lo cual corresponde a un decremento porcentual de 21% respecto a su normal climática de 50,29 mm, con respecto al período seco (junio – agosto) durante la semana 27 se registró un total de 1,40 mm, lo cual corresponde a un decremento porcentual de 93% con respecto a la climática normal de 20,09 mm y durante el segundo período lluvioso (septiembre – noviembre) se registró un total de 14,65 mm de precipitación en la semana 41 lo que equivale a que existió un decremento porcentual de 52% respecto a la normal climática de 30,73 mm.

En el año 2015, durante primer período lluvioso (enero – mayo) se registró en la semana 12 un incremento en la precipitación con un total de 98,30 mm lo cual corresponde a un incremento porcentual de 95% respecto a su normal climática de 50,29 mm, con respecto al período seco (junio – agosto) durante la semana 24 se registró un total de 1,50 mm, lo cual corresponde a un decremento porcentual de 92% con respecto a la climática normal de 20,09 mm y durante el segundo período lluvioso (septiembre – noviembre) se registró un total de 15,40 mm de precipitación en la semana 47 lo que equivale a que existió un decremento porcentual de 50% respecto a la normal climática de 30,73 mm.

En el año 2016, durante primer período lluvioso (enero – mayo) se registró en la semana 10 un incremento en la precipitación con un total de 57,60 mm lo cual corresponde a un incremento porcentual de 14% respecto a su normal climática de 50,29 mm, con respecto al período seco (junio – agosto) durante la semana 23 se registró un total de 6,45 mm, lo cual corresponde a un decremento porcentual de 68% con respecto a la climática normal de 20,09 mm y durante el segundo período lluvioso (septiembre – noviembre) se registró un total de 21,25 mm de precipitación en la semana 47 lo que equivale a que existió un decremento porcentual de 30% respecto a la normal climática de 30,73 mm.



**Figura 69** Perfiles de precipitación media (mm) 2013 - 2016 - Loja

### Pichincha

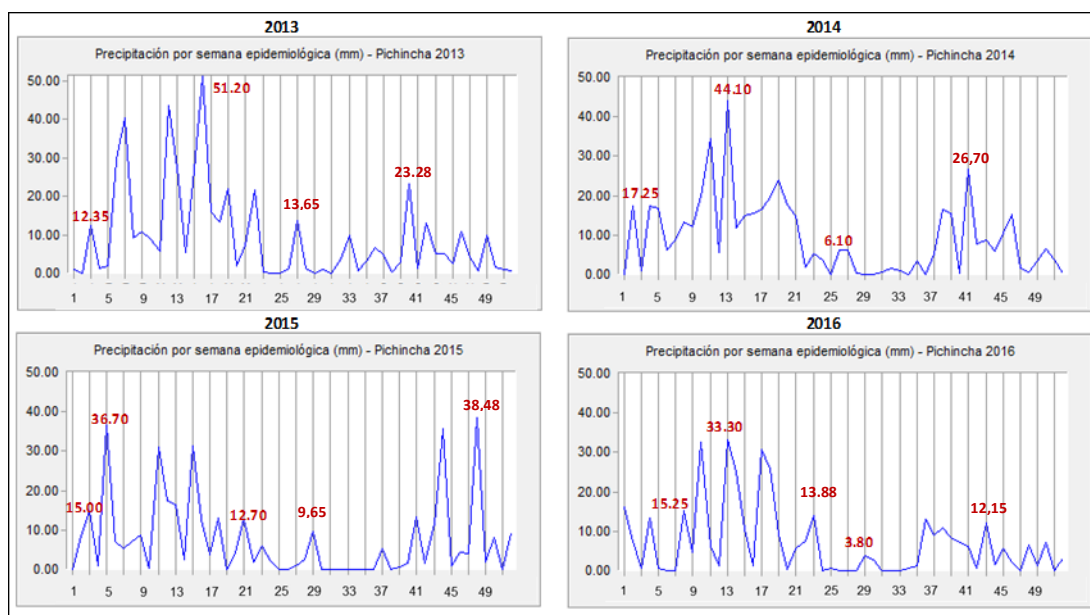
En la Figura 70, se muestran los perfiles de precipitación media para los años 2013, 2014, 2015 y 2016 de la provincia de Pichincha, en donde para el año 2013, durante primer período lluvioso (enero – mayo) se registró en la semana 16 un incremento en la precipitación con un total de 51,20 mm lo cual corresponde a un decremento porcentual de 9% respecto a su normal climática de 56,03 mm, con respecto al período seco (junio – agosto) durante la semana 27 se registró un total de 13,65 mm, lo cual corresponde a un incremento porcentual del 12% con respecto a la climática normal de 12,17 mm y durante el segundo período lluvioso (septiembre – noviembre) se registró un total de 23,38 mm de precipitación en la semana 40 lo que equivale a que existió un decremento porcentual de 52% respecto a la normal climática de 48,78 mm.

En el año 2014, durante primer período lluvioso (enero – mayo) se registró en la semana 13 un incremento en la precipitación con un total de 44,10 mm lo cual corresponde a un decremento porcentual de 21% respecto a su normal climática de 56,03 mm, con respecto al período seco (junio – agosto) durante la semana 26 se registró un total de 6,10 mm, lo cual corresponde a un decremento porcentual del 49% con respecto a la climática normal de 12,17 mm y durante el segundo período lluvioso (septiembre – noviembre) se registró un total de 26,70 mm de precipitación en la

semana 41 lo que equivale a que existió un decremento porcentual de 45% respecto a la normal climática de 48,78 mm.

En el año 2015, durante primer período lluvioso (enero – mayo) se registró en la semana 7 un incremento en la precipitación con un total de 36,70 mm lo cual corresponde a un decremento porcentual de 34% respecto a su normal climática de 56,03 mm, con respecto al período seco (junio – agosto) durante la semana 29 se registró un total de 9,65 mm, lo cual corresponde a un decremento porcentual del 20% con respecto a la climática normal de 12,17 mm y durante el segundo período lluvioso (septiembre – noviembre) se registró un total de 38,48 mm de precipitación en la semana 41 lo que equivale a que existió un decremento porcentual de 21% respecto a la normal climática de 48,78 mm.

En el año 2015, durante primer período lluvioso (enero – mayo) se registró en la semana 14 un incremento en la precipitación con un total de 33,30 mm lo cual corresponde a un decremento porcentual de 40% respecto a su normal climática de 56,03 mm, con respecto al período seco (junio – agosto) durante la semana 23 se registró un total de 13,88 mm, lo cual corresponde a un incremento porcentual del 14% con respecto a la climática normal de 12,17 mm y durante el segundo período lluvioso (septiembre – noviembre) se registró un total de 12,15 mm de precipitación en la semana 41 lo que equivale a que existió un decremento porcentual de 75% respecto a la normal climática de 48,78 mm.



**Figura 70** Perfiles de precipitación media (mm) 2013 - 2016 - Pichincha

### Tungurahua

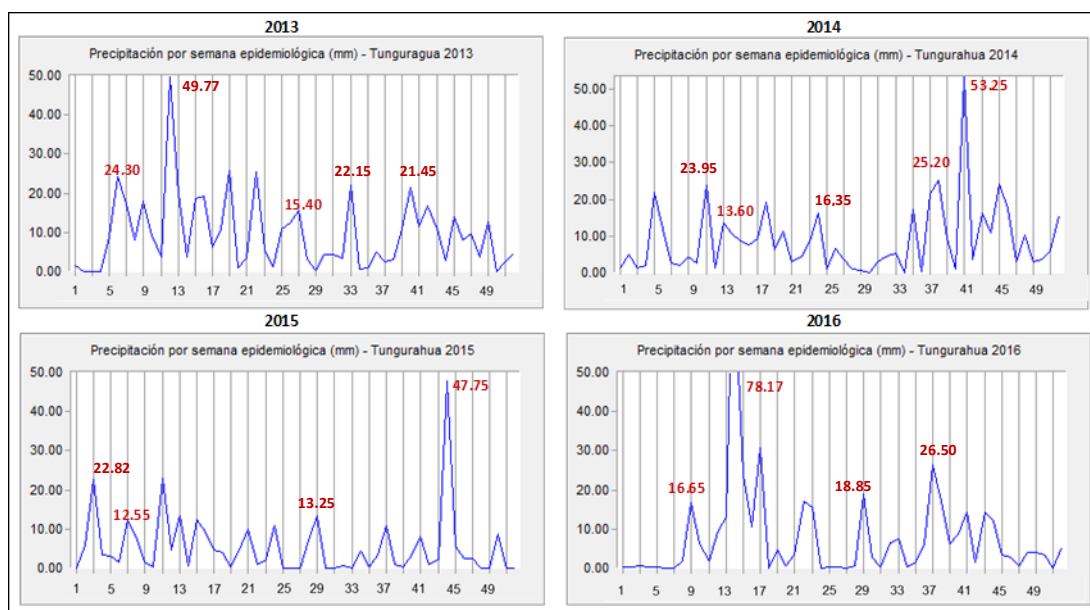
En la Figura 71, se muestran los perfiles de precipitación media para los años 2013, 2014, 2015 y 2016 de la provincia de Tungurahua, en donde para el año 2013, durante primer período lluvioso (enero – mayo) se registró en la semana 12 un incremento en la precipitación con un total de 49,77 mm lo cual corresponde a un incremento porcentual de 122% respecto a su normal climática de 22,32 mm, con respecto al período seco (junio – agosto) durante la semana 27 se registró un total de 15,40 mm, lo cual corresponde a un incremento porcentual del 29% con respecto a la climática normal de 11,95 mm y durante el segundo período lluvioso (septiembre – noviembre) se registró un total de 21,45 mm de precipitación en la semana 40 lo que equivale a que existió un decremento porcentual de 3% respecto a la normal climática de 22,03 mm.

En el año 2014, durante primer período lluvioso (enero – mayo) se registró en la semana 11 un incremento en la precipitación con un total de 23,95 mm lo cual corresponde a un incremento porcentual de 7% respecto a su normal climática de 22,32 mm, con respecto al período seco (junio – agosto) durante la semana 24 se registró un

total de 16,35 mm, lo cual corresponde a un incremento porcentual del 36% con respecto a la climática normal de 11,95 mm y durante el segundo período lluvioso (septiembre – noviembre) se registró un total de 53,25 mm de precipitación en la semana 41 lo que equivale a que existió un incremento porcentual de 142% respecto a la normal climática de 22,03 mm.

En el año 2015, durante primer período lluvioso (enero – mayo) se registró en la semana 11 un incremento en la precipitación con un total de 22,82 mm lo cual corresponde a un incremento porcentual de 2% respecto a su normal climática de 22,32 mm, con respecto al período seco (junio – agosto) durante la semana 29 se registró un total de 13,25 mm, lo cual corresponde a un incremento porcentual del 11% con respecto a la climática normal de 11,95 mm y durante el segundo período lluvioso (septiembre – noviembre) se registró un total de 47,75 mm de precipitación en la semana 44 lo que equivale a que existió un incremento porcentual de 116% respecto a la normal climática de 22,03 mm.

En el año 2015, durante primer período lluvioso (enero – mayo) se registró en la semana 14 un incremento en la precipitación con un total de 78,17 mm lo cual corresponde a un incremento porcentual de 250% respecto a su normal climática de 22,32 mm, con respecto al período seco (junio – agosto) durante la semana 29 se registró un total de 18,85 mm, lo cual corresponde a un incremento porcentual del 577% con respecto a la climática normal de 11,95 mm y durante el segundo período lluvioso (septiembre – noviembre) se registró un total de 26,50 mm de precipitación en la semana 37 lo que equivale a que existió un incremento porcentual de 20% respecto a la normal climática de 22,03 mm.



**Figura 71** Perfiles de precipitación media (mm) 2013 - 2016 - Tungurahua

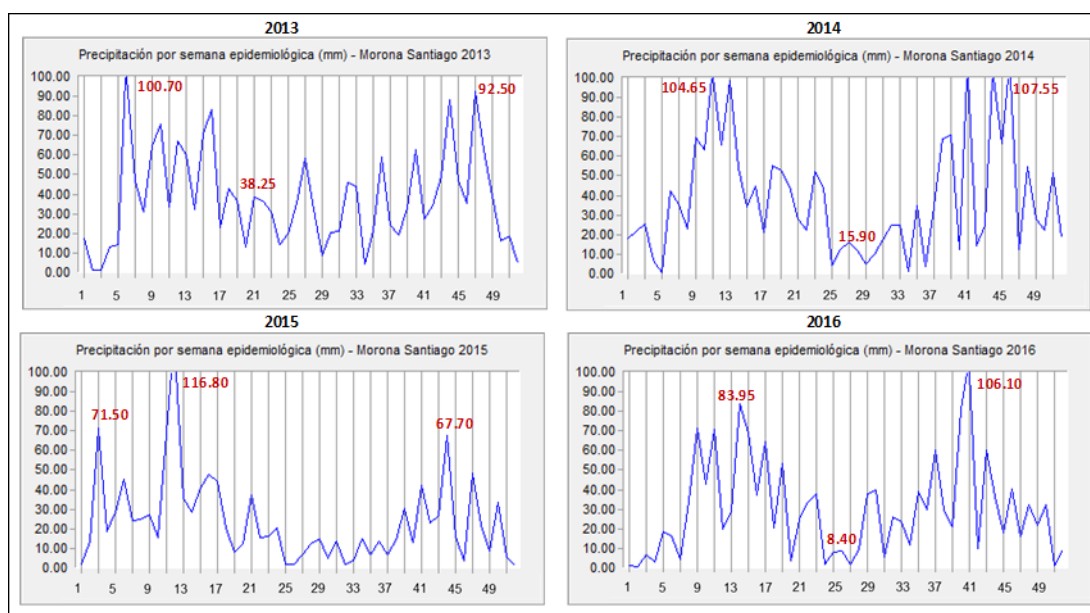
### Región Amazónica

Para el análisis de las variaciones de precipitación se utilizó el promedio de las dos estaciones meteorológicas ubicadas en la región con el fin de comparar con los valores pico de las provincias de Sucumbíos, Napo, Morona Santiago y Zamora Chinchipe, debido a que no se dispone de información para todas las provincias. La Región Oriental se caracteriza por tener variaciones de precipitación altas durante todo el año para la cual el período lluvioso fue considerado de enero a diciembre.

### Morona Santiago

En la Figura 72, se muestra el comportamiento de la precipitación para la provincia de Morona de Santiago por cada año en estudio. En el año 2013, durante el período lluvioso (enero - diciembre), la semana 6 registró el valor más alto de precipitación con un total de 100,70 mm que con respecto al promedio de la normal climática de 71,52 mm de las dos estaciones existió un incremento porcentual de 41%.

En el año 2014, la semana con el valor más alto de precipitación fue durante la semana 46 con un total de 107,55 mm lo cual corresponde a un incremento porcentual de 50% con respecto a la normal climática de 71,52 mm. Para los años 2015 y 2016 el registro más alto fue durante la semana 12 y 41 respectivamente, con un total de 116,80 y 106,10 mm lo cual corresponde a un incremento porcentual de 62% y 48% con respecto a la normal climática.



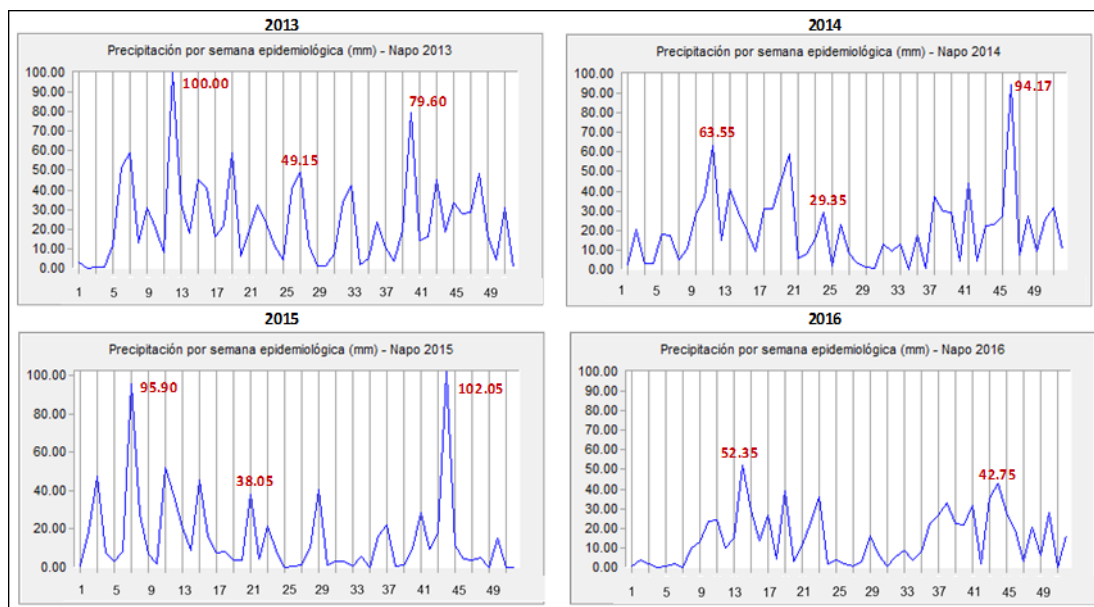
**Figura 72** Perfiles de precipitación media (mm) 2013 - 2016 – Morona Santiago

## Napo

En la Figura 73, se muestra el comportamiento de la precipitación para la provincia de Napo por cada año en estudio. En el año 2013, durante el período lluvioso (enero - diciembre), la semana 12 registró el valor más alto de precipitación con un total de 100,00 mm que con respecto al promedio de la normal climática de 71,52 mm de las dos estaciones existió un incremento porcentual de 40%.

En el año 2014, la semana con el valor más alto de precipitación fue durante la semana 46 con un total de 94,17 mm lo cual corresponde a un incremento porcentual de 32% con respecto a la normal climática de 71,52 mm. Para los años 2015 y 2016 el registro

más alto fue durante la semana 44 y 14 respectivamente, con un total de 95,90 y 52,35 mm lo cual corresponde a un incremento porcentual de 34% para el año 2015, sin embargo para el 2016 existió un decremento de 28% con respecto a la normal climática.



**Figura 73** Perfiles de precipitación media (mm) 2013 - 2016 – Napo

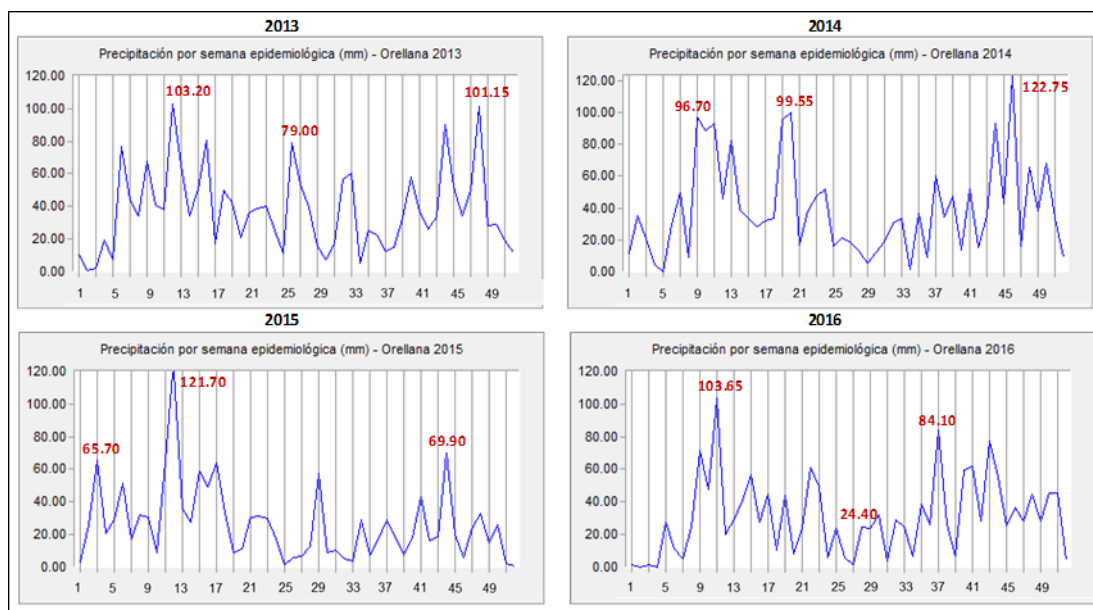
## Orellana

En la Figura 74, se muestra el comportamiento de la precipitación para la provincia de Orellana por cada año en estudio. En el año 2013, durante el período lluvioso (enero - diciembre), la semana 12 registró el valor más alto de precipitación con un total de 103,20 mm que con respecto a la normal climática de 54,86 mm de la estación meteorológica ubicada en la provincia indica que existió un incremento porcentual de 88%.

En el año 2014, la semana con el valor más alto de precipitación fue durante la semana 46 con un total de 122,75 mm lo cual corresponde a un incremento porcentual de 122% con respecto a la normal climática de 54,86 mm. Para los años 2015 y 2016, el registro más alto fue durante las semanas 12 y 11 respectivamente, con un total de 121,70 y



103,65 mm lo cual corresponde a un incremento porcentual de 120% y 88% con respecto a la normal climática.



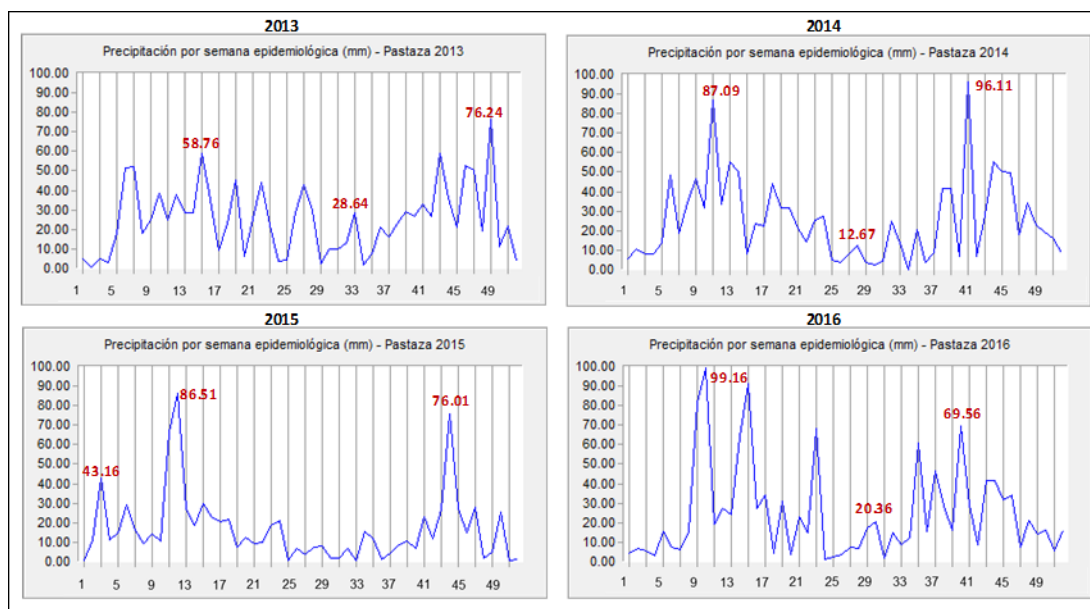
**Figura 74** Perfiles de precipitación media (mm) 2013 - 2016 – Orellana

## Pastaza

En la Figura 75, se muestra el comportamiento de la precipitación para la provincia de Pastaza por cada año en estudio. En el año 2013, durante el período lluvioso (enero - diciembre), la semana 49 registró el valor más alto de precipitación con un total de 76,24 mm que con respecto a la normal climática de 88,18 mm de la estación meteorológica ubicada en la provincia indica que existió un decremento porcentual de 14%.

En el año 2014, la semana con el valor más alto de precipitación fue durante la semana 41 con un total de 96,11 mm lo cual corresponde a un incremento porcentual de 9% con respecto a la normal climática de 88,18mm. Para los años 2015 y 2016, el registro más alto fue durante las semanas 12 y 10 respectivamente, con un total de 86,51 mm

lo cual corresponde a un decremento porcentual de 2% y de 99,16 mm para el año 2016, indicando que existió un incremento porcentual de 120% y 885 con respecto a la normal climática.

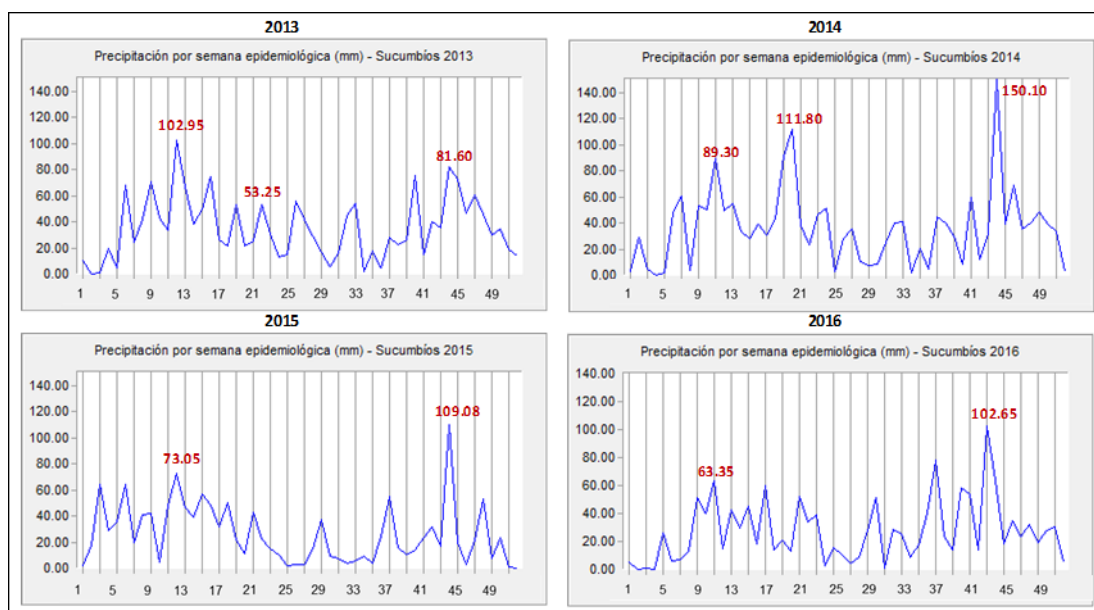


**Figura 75** Perfiles de precipitación media (mm) 2013 - 2016 – Pastaza

## Sucumbíos

En la Figura 76, se muestra el comportamiento de la precipitación para la provincia de Sucumbíos por cada año en estudio. En el año 2013, durante el período lluvioso (enero - diciembre), la semana 12 registró el valor más alto de precipitación con un total de 102,95 mm que con respecto al promedio de la normal climática de 71,52 mm de las dos estaciones existió un incremento porcentual de 44%.

En el año 2014, la semana con el valor más alto de precipitación fue durante la semana 42 con un total de 150,10 mm lo cual corresponde a un incremento porcentual de 109% con respecto a la normal climática de 71,52 mm. Para los años 2015 y 2016 el registro más alto fue durante la semana 43 y 44 con un total de 109,08 y 102,65 lo cual corresponde a un incremento porcentual de 52% y 43% con respecto a la normal climática.

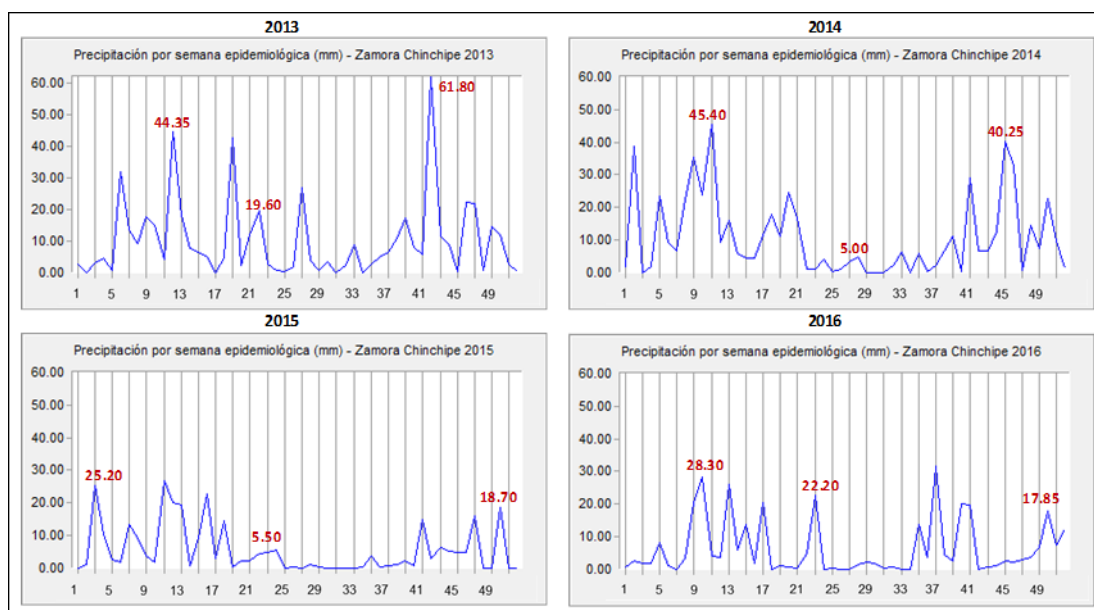


**Figura 76** Perfiles de precipitación media (mm) 2013 - 2016 – Sucumbíos

### Zamora Chinchipe

En la Figura 77, se muestra el comportamiento de la precipitación para la provincia de Zamora Chinchipe por cada año en estudio. En el año 2013, durante el período lluvioso (enero - diciembre), la semana 42 registró el valor más alto de precipitación con un total de 61,80 mm que con respecto al promedio de la normal climática de 71,52 mm de las dos estaciones existió un decremento porcentual de 14%.

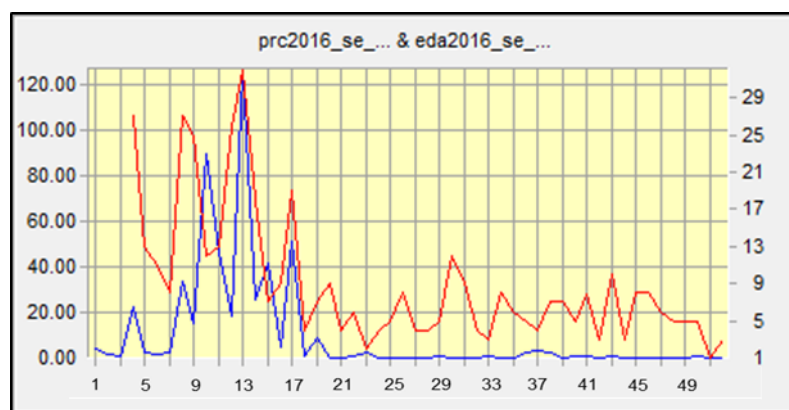
En el año 2014, la semana con el valor más alto de precipitación fue durante la semana 11 con un total de 45,40 mm lo cual corresponde a un decremento porcentual de 36% con respecto a la normal climática de 71,52 mm. Para los años 2015 y 2016 el registro más alto fue durante la semana 3 y 10 respectivamente, con un total de 25,20 y 28,30 mm lo cual corresponde a un decremento porcentual de 65% y 60% con respecto a la normal climática.



**Figura 77** Perfiles de precipitación media (mm) 2013 - 2016 – Zamora Ch.

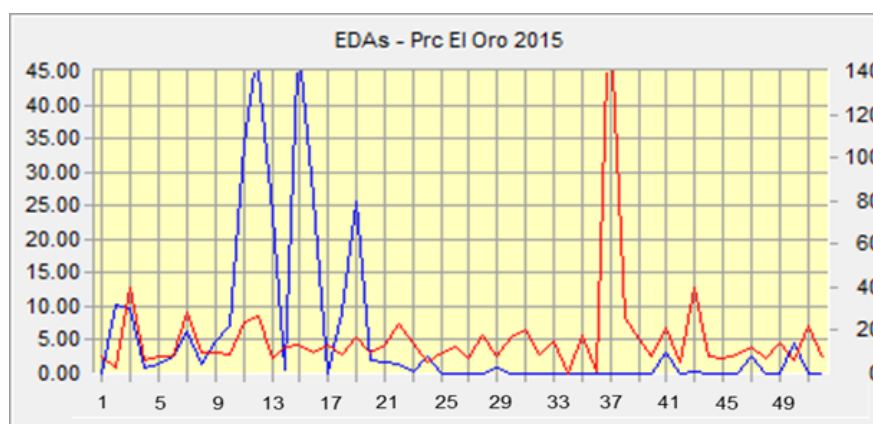
#### 4.1.4. Análisis de la correlación entre las variables

Para el análisis de las variables se obtuvieron los coeficientes de correlación de Pearson para las 23 provincias de Ecuador continental de cada año en estudio. En la Figura 78, se muestra la gráfica correspondiente a la provincia de los Ríos en el año 2016, donde se observa que a partir de la semana 3 existió un descenso de la enfermedad después de presenciar un período de aumento de la precipitación, el cual permitió identificar que al existir un aumento de precipitación, el número de egresos hospitalarios también aumentó, esto se evidenció durante las semanas 7 y 19, dando como resultado un coeficiente de correlación igual a 0,65.



**Figura 78** Relación entre EDAs y Precipitación en Los Ríos 2016

En la figura 79, se muestra la gráfica correspondiente a la provincia de El Oro en el año 2015 en donde se muestra un análisis de correlación nula, la cual presenta un valor R igual a 0,01.



**Figura 79** Relación entre EDAs y Precipitación en El Oro 2015

En la Tabla 8, se resume los resultados obtenidos de coeficientes de correlación para cada provincia de Ecuador continental. Las correspondientes gráficas para la determinación de los valores de coeficiente correlación de cada provincia se pueden visualizar en el Anexo 3.

**Tabla 8***Resumen de valores de coeficiente de correlación por provincia*

Provincias	R 2013	R 2014	R 2015	R 2016
<b>Región Litoral</b>				
El Oro	-0,26	-0,05	0,01	0,36
Esmeraldas	-0,32	0,23	0,23	0,17
Guayas	-0,44	0,36	-0,1	0,26
Los Ríos	0,23	0,05	0,35	0,65
Manabí	-0,21	0,01	0,57	0,05
Santa Elena	-0,30	0,56	0,23	-0,06
Sto. Domingo de los Tsáchilas	-0,17	0,02	-0,15	-0,08
<b>Región Interandina</b>				
Azuay	0,36	-0,11	0,23	0,24
Bolívar	-0,15	0,09	0,43	-0,2
Cañar	-0,24	0,14	0,26	0,44
Carchi	-0,02	-0,19	-0,12	-0,06
Chimborazo	-0,14	0,2	0,64	0,08
Cotopaxi	0,28	0,49	0,1	-0,02
Imbabura	-0,06	-0,24	0,03	0,44
Loja	-0,11	0,11	0,3	0,37
Pichincha	0,30	-0,05	0,15	0,3
Tungurahua	-0,10	0,68	0,02	0,23
<b>Región Amazónica</b>				
Morona Santiago	0,02	0,09	0,16	0,12
Napo	0,13	0,13	0,36	0,2
Orellana	-0,05	0,19	0,4	-0,3
Pastaza	-0,17	0,24	0,1	0,05
Sucumbíos	0,10	-0,18	0,17	0,11
Zamora Chinchipe	0,09	0,1	0,16	0,19

Los resultados de coeficiente de correlación más representativos de cada región se muestran en la Tabla 9, donde se observa que las provincias de Manabí, Chimborazo y Orellana.

**Tabla 9***Coefficiente de correlación más representativo*

<b>Provincias</b>	<b>R</b>	<b>Año</b>
Manabí	0,57	2015
Chimborazo	0,64	2015
Orellana	0,4	2015

Para el análisis de correlación de las variables climática y de salud, se obtuvieron los valores más altos de correlación en las provincias de Manabí, Chimborazo y Orellana (Tabla 9), las mismas que se encuentran comprendidas entre las latitudes 0°0'0'' y 2°0'0''S, verificándose que las enfermedades diarreicas varían con las estaciones, que concuerdan con lo mencionado por la Organización Mundial de Salud (2003), indicando así que las enfermedades son sensibles a los cambios climáticos debido a la ubicación geográfica en la que se encuentran.

Para la provincia de Manabí, los casos por EDAs se registraron con mayor frecuencia entre las semanas epidemiológicas 36 y 40, sin embargo este período se encuentra relacionada las precipitaciones máximas durante la época seca del año, comparando con Palacios, y colaboradores (2015) se verificó que al existir disminuciones considerables de precipitación existió un incremento en el registro de casos por EDAs.

Para la provincia de Chimborazo, los casos por EDAs registrados se presentaron con mayor frecuencia durante la semana 14, sin embargo los eventos de precipitaciones máximas se registraron durante las semanas 11 y 13 comparando con Levy (2013) se comprobó que el efecto de una lluvia extrema después de periodos secos generó un aumento en la tasa de incidencia de la enfermedad.

Para la provincia de Orellana, se registró la mayor cantidad de casos por EDAs durante la semana 10, sin embargo, el registro más alto de precipitación media fue en la semana epidemiológica 12, después de presenciar disminuciones considerables de registros de lluvia, indicando así que puede existir un período de latencia, es decir, las causas registradas pueden suceder dos semanas después de presentar el evento de

precipitación extrema y corroborando con lo que indica Palacios, y colaboradores (2015).

#### **4.2. Discusión de resultados**

El análisis de tasa de incidencia de la población anual utilizó como información el Censo 2010, sin embargo es posible calcular proyecciones poblacionales a partir de esa información con el fin de conocer datos más acercados a la realidad.

La base de datos otorgada por el ViEpi asigna un código a las unidades operativas en las cuales se registra los datos de las enfermedades, atribuyéndole así la posición geográfica del evento. Sin embargo, es posible utilizar información de la ubicación en donde la persona reside o fue infectada ya que el análisis fue realizado en base a los registros obtenidos por unidades operativas.

El presente trabajo investigación utilizó información de las estimaciones promedio mensuales de las estaciones meteorológicas para el análisis de la precipitación, sin embargo, es posible solicitar información diaria con el fin de conocer datos semanales.

Para el análisis de las variables se utilizó una correlación lineal sin embargo, es posible aplicar otro tipo de correlación como: logarítmica, exponencial, o entre otros. Adicionalmente, para obtener mejores valores R es factible la aplicación de periodos de latencia.

#### **4.3. Preguntas de Investigación**

**¿Cuál es la caracterización de los datos de casos de enfermedades diarreicas en Ecuador continental?**

Las enfermedades diarreicas en Ecuador continental al ser analizadas por provincia permitieron determinar que para el año 2013, el 26% de las provincias superan la tasa general nacional y para los siguientes años en estudio se observó que el porcentaje



aumentó tanto para el 2015 con un 61% y para el año 2016 con un 79%, sin embargo existió una disminución para el año 2016 con un 65%, lo que significa que en Ecuador continental existe un problema representativo de estas enfermedades.

### **¿Cuál es la variabilidad de los casos de las EDAs en Ecuador continental?**

Los casos de EDAs se presentaron con mayor frecuencia durante las semanas 36 – 40 para la Región Litoral, este comportamiento de la variable se evidenció para los 4 años en estudio. Para la Región Interandina, el comportamiento de las EDAs se presenta con mayor frecuencia durante las semanas 23 y 29 correspondientes al mes de junio y julio y para la Región Amazónica existió mayor frecuencia de registro durante las semanas 19 y 25 correspondientes a los meses de mayo y junio.

### **¿Cuál es la variabilidad de la precipitación en Ecuador continental?**

La variabilidad espacio temporal de las precipitaciones fue analizada por período lluvioso y seco según la región, analizando las provincias por semana epidemiológica lo que determinó que para la Región Litoral las semanas con mayores registros están comprendidas entre las semanas 13 y 16, para la Región Interandina durante las semanas 11 y 16 y para la Región Amazónica se registró un período constante entre las semanas 41 y 46 durante el año 2014.

### **¿Cuál es la correlación entre datos de precipitaciones y de casos de las EDAs en Ecuador continental?**

El análisis de la correlación entre datos de precipitaciones y de casos de las EDAs presentó valores de coeficiente de correlación comprendidos entre -0,30 y 0,65 lo que significa que no existe relación entre las variables.

**¿Cuál es la variabilidad espacial y temporal de las enfermedades diarreicas y la precipitación en Ecuador continental?**

Las enfermedades diarreicas presentaron baja relación con las variaciones de precipitación ya que los valores obtenidos de coeficiente correlación a nivel provincial fueron menores a 0,5 lo que indicó que las variables presentan un bajo grado de correlación entre ellas.

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### CONCLUSIONES

Las enfermedades diarreicas agudas presentan un problema de salud en Ecuador continental ya que en el análisis identificó que la provincia con mayor incidencia de casos por cada 10.000 habitantes fue Loja debido a que durante los años en estudio, fue en el 2015 donde la enfermedad superó a la tasa de general nacional ya que excedió tres veces su valor. Adicionalmente se determinó que el año 2015, el 79 % de las provincias excedían este índice.

Las EDAs registraron un crecimiento en el registro de casos dependiendo la región, evidenciando que para las provincias de las Región Litoral las semanas en las que existió mayor incidencia de las enfermedades fue durante las semanas 36 y 40 sin embargo, para las región Interandina y Amazónica los registros aumentaron durante las semanas 23 - 29 y 19 – 25 respectivamente.

Las variaciones de precipitación al igual que los casos de la variable salud, también registraron estacionalidades, identificando períodos semanales en los que se registró mayor cantidad de valores de precipitación superando la normal climática dependiendo la estación con la que fue comparada. Para la Región Litoral se observó estacionalidad entre las semanas 13 – 16, para la Región Interandina durante las semanas 11 – 16 sin embargo, para la Región Amazónica existieron mayores registros entre las semanas 41 – 46.

Las enfermedades diarreicas agudas y las variaciones de precipitación denotaron una baja correlación lineal ya que los valores R varían entre -0.30 y 0,64.

La variabilidad de las enfermedades en relación a los cambios de precipitación mediante el empleo de imágenes satelitales permitieron concluir que el número de casos por semana epidemiológica presentaron baja relación al aumento de lluvias, sin

embargo en provincias como Chimborazo se evidenció que existe un incremento en el número de registros al presentar disminuciones considerables de precipitación.

## RECOMENDACIONES

La tasa de incidencia corresponde a la relación entre los casos registrados y la población en riesgo por lo que para el presente estudio se utilizó el Censo 2010, lo que implica que exista sesgo en los resultados obtenidos ya que los datos no corresponden a ese período sin embargo es la información oficial disponible, por lo que se recomienda utilizar proyecciones de población o conocer los datos reales de la población correspondiente a cada provincia.

El análisis espacio – temporal de la variabilidad de la enfermedades diarreicas agudas fue analizado a nivel provincial lo que para mejorar el estudio se puede trabajar a un nivel administrativo más pequeño como son las parroquias, o inclusive conocer datos de donde se obtuvo la enfermedad.

El análisis espacio – temporal de la variabilidad de la precipitación fue comparada con la normal climática estimada, lo que se recomienda obtener datos diarias y realizar el cálculo semanal para cada provincia con el fin de obtener mejores resultados. Sin embargo la disponibilidad de la información no posee alto grado de accesibilidad.

Conforme a los resultados obtenidos de valores de coeficiente de correlación, siendo estos valores bajos, es decir, menores a  $<0,5$  en su mayoría, se recomienda determinar valores de latencia (*Lag*) que permitan identificar períodos en los que exista mayor cantidad de registros después de presenciar variaciones extremas de precipitación, adicionalmente, se sugiere aplicar otro tipo de correlación que permita relacionar las variables.



## Bibliografía

- Acha, P., & Szyfres, B. (2001). Enfermedades por *Campylobacter*. En *Zoonoses and Communicable Diseases Common to Man and Animals* (Vol. I, págs. 62 - 69). Washington: Organización Panamericana de la Salud. Recuperado el 27 de octubre de 2017
- Alpízar, C. C. (5 de marzo de 2012). *EVENTOS DE PRECIPITACIÓN PLUVIAL ASOCIADOS A DIEZ ENFERMEDADES DE DECLARACIÓN OBLIGATORIA EN LA ZONA DE PEREZ ZELEDÓN*. Recuperado el 27 de octubre de 2017, de <http://www.redalyc.org/html/448/44823378005/>
- Arias, F. (2012). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica* (quinta ed.). Caracas - Venezuela: Episteme. Recuperado el 28 de octubre de 2017
- Bauce, G. (2000). *A PROPOSITO DEL ANALISIS ESTADISTICO*. Recuperado el 2017 de julio de 27, de [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-04692000000100005](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-04692000000100005)
- Bense, T. (noviembre de 2017). *Satélites resoluciones*. Obtenido de TelEdet.
- Bonita, R., Beaglehole, R., & Kjellstrom, T. (2006). *Basic Epidemiology*. Organización Mundial de la Salud.
- Cazau, P. (Enero de 2006). *Fundamentos de Estadística*. Recuperado el 27 de julio de 2017, de [https://www.researchgate.net/profile/Chris\\_Leach/publication/49303936\\_Fundamentos\\_de\\_estadistica/links/0c96051764e3e98a83000000/Fundamentos-de-estadistica.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Chris_Leach/publication/49303936_Fundamentos_de_estadistica/links/0c96051764e3e98a83000000/Fundamentos-de-estadistica.pdf)
- Chasco Yrigoyen, C., & López Hernández, F. (2004). *Difusión y dinámica temporal de la dependencia espacial*. Recuperado el 19 de 09 de 2017, de <http://www.asepelt.org/ficheros/File/Anales/2004%20-%20Leon/comunicaciones/Chasco%20y%20Lopez.pdf>
- ClarkLabs. (2017). <https://clarklabs.org/terrset/>. Obtenido de <https://clarklabs.org/terrset/>
- Climate Data Guide. (1999). *CMORPH (CPC MORPHING TECHNIQUE): HIGH RESOLUTION PRECIPITATION (60S-60N)*. Recuperado el 22 de mayo de 2017, de <https://climatedataguide.ucar.edu/climate-data/cmorph-cpc-morphing-technique-high-resolution-precipitation-60s-60n>

- Constitución del Ecuador. (20 de Mayo de 2008). *Asamblea Nacional*. Obtenido de Asamblea Nacional: [http://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/documents/old/constitucion\\_de\\_bolsillo.pdf](http://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/documents/old/constitucion_de_bolsillo.pdf)
- Gálvez Salinas, J., & Valenzuela Montes, L. (2013). Metodología para la desagregación espacial de la información demográfica, en ámbitos urbanos, mediante la elaboración de unidades espaciales modificables. *GeoFocus. Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, 337 - 366. Obtenido de [http://www.miramon.uab.cat/geofocus\\_ojs/index.php/geofocus/article/view/282/306](http://www.miramon.uab.cat/geofocus_ojs/index.php/geofocus/article/view/282/306)
- Gidahatari. (2016). *Satélite TRMM*. Recuperado el 22 de MAYO de 2017, de <http://gidahatari.com/ih-es/satelite-trmm>
- Goerlich Gisbert, F. J., & Cantarino Martí, I. (2012). *Un gri de densidad de población para España*. Obtenido de [https://w3.grupobbva.com/TLFU/dat/DE\\_2012\\_Ivie\\_una\\_grid\\_densidad.pdf](https://w3.grupobbva.com/TLFU/dat/DE_2012_Ivie_una_grid_densidad.pdf)
- González, Á. B. (2012). Diarreas bacterianas. *Revista de Enfermedades Infecciosas en Pediatría 2012*. Recuperado el 10 de 22 de 2017, de <http://www.medigraphic.com/pdfs/revenfinfped/eip-2012/eip122i.pdf>
- Hashizume, M., Armstrong, B., Hajat, S., Wagatsuma, Y., Faruque, A., Hayashi, T., & Sack, D. (enero de 2008). *El efecto de las precipitaciones sobre la incidencia del cólera en Bangladesh*. Recuperado el 12 de noviembre de 2017, de [http://journals.lww.com/epidem/Fulltext/2008/01000/The\\_Effect\\_of\\_Rainfall\\_on\\_the\\_Incidence\\_of\\_Cholera.17.aspx](http://journals.lww.com/epidem/Fulltext/2008/01000/The_Effect_of_Rainfall_on_the_Incidence_of_Cholera.17.aspx)
- Heitmann, I., Jofré, L., Hormázabal, C., Olea, A., Vallebuona, C., & Valdés, C. (junio de 2005). *Revisión y recomendaciones para el manejo de diarrea por Vibrio parahaemolyticus*. Recuperado el 10 de 11 de 2017, de [http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0716-10182005000200003&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0716-10182005000200003&script=sci_arttext)
- INAMHI. (enero de 2014). *Análisis de las condiciones climáticas registradas en Ecuador continental en el año 2013 y su impacto en el sector agrícola*. Obtenido de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp-content/uploads/2014/01/Informe2014SNGR.pdf>
- InfoResources. (2007). *Tecnologías de información geográfica para el manejo de los recursos naturales*. Obtenido de [http://www.inforesources.ch/pdf/focus07\\_3\\_s.pdf](http://www.inforesources.ch/pdf/focus07_3_s.pdf)



- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (n. f.). *Imágenes del Territorio*. Recuperado el 22 de mayo de 2017, de <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/imgpercepcion/imgsatelite/>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2014). *INEC*. Obtenido de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/vdatos/>
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). (2011). *Anuario meteorológico*. (C. Naranjo, Ed.) Recuperado el 23 de mayo de 2017
- Lal, A., Lill, A., McIntyre, M., Hales, S., Baker, M., & French, N. (12 de octubre de 2014). *Environmental change and enteric zoonoses in New Zealand: a systematic review of the evidence*. Recuperado el 26 de octubre de 2017, de <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1753-6405.12274/full>
- Levy, K. (2013). *CAMBIO CLIMÁTICO, AGUA Y SALUD: PRECIPITACIÓN EXTREMA Y ENFERMEDADES DIARRÉICAS EN LA VARIABLES ESTACIONALES Y SOCIALES*. Recuperado el 23 de mayo de 2017, de [http://www.paho.org/ecu/index.php?option=com\\_docman&view=download&category\\_slug=publications&alias=406-memorias-i-simposio-internacional-cambio-climatico-y-salud&Itemid=599](http://www.paho.org/ecu/index.php?option=com_docman&view=download&category_slug=publications&alias=406-memorias-i-simposio-internacional-cambio-climatico-y-salud&Itemid=599)
- Ministerio de Salud Presidencia de la Nación. (n.d). *Enfermedades diarreicas*. Recuperado el 11 de mayo de 2017, de <http://www.msal.gob.ar/index.php/programas-y-planes/133-enfermedades-diarreicas>
- Moreno Altamirano, A., López Moreno, S., & Corcho Bedugo, A. (2000). *Principales medidas en epidemiología. Salud Pública*. Recuperado el 23 de mayo de 2017, de [http://www.facmed.unam.mx/deptos/familiar/compendio/Segundo/II\\_SPC\\_109-120.pdf](http://www.facmed.unam.mx/deptos/familiar/compendio/Segundo/II_SPC_109-120.pdf)
- Mosley, W. (1970). Epidemiología del cólera. *Principios y practica de la lucha contra el cólera - OMS*, 23 - 27. Recuperado el 12 de noviembre de 2017, de [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/41562/1/WHO\\_PHP\\_40\\_\(part1\)\\_spa.pdf#page=22](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/41562/1/WHO_PHP_40_(part1)_spa.pdf#page=22)
- Murray L., C., & López, A. (19 de febrero de 1997). *The global burned of disease*. Recuperado el 23 de mayo de 2017, de [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/41864/1/0965546608\\_eng.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/41864/1/0965546608_eng.pdf)
- Nieves Hurtado, A., & Dominguez Sanchez, F. (2009). Analisis de correlación y regresión. En *Probabilidad y estadística para ingeniería*. México. Recuperado el 19 de 09 de 2017

- Oñate Gutiérrez, J., Villegas, M. V., & Correa, A. (Marzo de 2017). *Prevalencia y factores relacionados con la infección por Clostridium difficile en un centro hospitalario de alta complejidad en Cali (Colombia)*. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-93922017000100009&script=sci\\_arttext&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-93922017000100009&script=sci_arttext&tlng=es)
- Organización de las Naciones Unidas. (05 de 2007). *Convención Marco De Las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático*. Recuperado el 19 de 09 de 2017, de <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>
- Organización Mundial de la Salud. (1992). *International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems* (Décima ed.). Ginebra. Recuperado el 10 de 22 de 2017, de <http://iris.paho.org/xmlui/bitstream/handle/123456789/6282/Volume1.pdf?sequence=1>
- Organización Mundial de la Salud . (septiembre de 2017). *Campylobacter*. Obtenido de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs255/es/>
- Organización Mundial de la Salud. (22 de julio de 1946). Recuperado el 23 de mayo de 2017, de <http://www.who.int/suggestions/faq/es/>
- Organización Mundial de la Salud. (2003). *Cambio climático y salud humana: riesgos y respuestas: Resumen*. Recuperado el 2017 de mayo de 11, de <http://www.who.int/globalchange/publications/en/Spanishsummary.pdf>
- Organización mundial de la Salud. (29 de junio de 2016). *Cambio climático y salud*. Recuperado el 09 de mayo de 2017, de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs266/es/>
- Organización Mundial de la Salud. (2017). *Cólera*. Recuperado el 10 de noviembre de 2017, de <http://www.who.int/topics/cholera/about/es/>
- Organización Mundial de la Salud. (Mayo de 2017). *Enfermedades diarreicas*. Recuperado el 2017 de mayo de 11, de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs330/es/>
- Organización Mundial de la Salud. (2017). *Epidemiología*. Recuperado el 11 de 09 de 2017, de <http://www.who.int/topics/epidemiology/es/>
- Organización Mundial de la Salud. (septiembre de 2017). *Escherichia coli* . Obtenido de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs125/es/>
- Organización Mundial de la Salud. (septiembre de 2017). *Salmonella (no tifoidea)*. Recuperado el 27 de octubre de 2017, de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs139/es/>

- Organización Panamericana de la Salud. (2016). *Enfermedades transmisibles y análisis de salud (CHA)*. Recuperado el 11 de 09 de 2017, de [http://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_view&gid=32810&Itemid=270&lang=en](http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=32810&Itemid=270&lang=en)
- Palacios, J., Cartagena, J., Cevallos, W., Zapata, M., Ocampo, J., & Von Hildebrand, A. (2015). *¿Existe relación entre la precipitación estacional y la Enfermedad Diarreica Aguda?, análisis del impacto de este efecto en la costa noroeste del Ecuador*. Obtenido de Repositorio Universidad Central del Ecuador: [http://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/CIENCIAS\\_MEDICAS/article/view/273/PDF](http://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/CIENCIAS_MEDICAS/article/view/273/PDF)
- Pontificia Universidad Católica De Chile. (n.f). *Curso geografía del Mar*. Recuperado el 19 de 09 de 2017, de Percepción Remota: [http://www7.uc.cl/sw\\_educ/geo\\_mar/html/h52.html](http://www7.uc.cl/sw_educ/geo_mar/html/h52.html)
- Prado, V. (2017). Participación de Shigella en Diarrea Aguda Infantil. *Boletín escuela de medicina, PUniversidad Católica de Chile*, 18, 27 - 31.
- Rivas, M., Miliwebsky, E., Chinen, I., Deza, N., & Leotta, G. (2006). *Epidemiología del síndrome urémico hemolítico en Argentina. Diagnóstico del agente etiológico, reservorios y vías de transmisión*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Gerardo\\_Leotta/publication/6453595\\_The\\_epidemiology\\_of\\_hemolytic\\_uremic\\_syndrome\\_in\\_Argentina\\_Diagnosis\\_of\\_the\\_etiologic\\_agent\\_reservoirs\\_and\\_routes\\_of\\_transmission/links/00b7d53135979b0715000000/The-epidemiology-of-he](https://www.researchgate.net/profile/Gerardo_Leotta/publication/6453595_The_epidemiology_of_hemolytic_uremic_syndrome_in_Argentina_Diagnosis_of_the_etiologic_agent_reservoirs_and_routes_of_transmission/links/00b7d53135979b0715000000/The-epidemiology-of-he)
- Rodríguez Jiménez , R., Benito Capa, Á., & Portela Lozano, A. (2004). *Meteorología y climatología*. Recuperado el 23 de mayo de 2017, de <https://cab.inta-csic.es/uploads/culturacientifica/adjuntos/20130121115236.pdf>
- Rodríguez, C., Mancini, M., Prósperi, C., Weyers, A., Alcantú, G., & Ferrero, S. (19 de marzo de 2002). *Variaciones estacionales de la calidad del agua del río Chocancharava (río Cuarto), Córdoba, Argentina*. Obtenido de [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1667-782X2002000100009](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1667-782X2002000100009)
- Romero, F. S. (2006). La Teledetección satelital y los sistemas de protección ambiental . *Revista científica de la Sociedad Española de Acuicultura*.
- Sarría, F. A. (n. f.). *Sistemas de información geográfica*. Recuperado el 20 de mayo de 2017, de <http://www.um.es/geograf/sigmur/sigpdf/temario.pdf>
- Secretaría del Buen Vivir. (2013). *Plan del Buen Vivir 2013 - 2017*. Recuperado el 20 de mayo de 2017, de <http://www.buenvivir.gob.ec/69>

Semenza, J., Herbst, S., Rechenburg, A., Suk, J., Hoser, C., & Schreiber, C. (26 de julio de 2011). *Climate Change Impact Assessment of Food- and Waterborne Diseases*. Recuperado el 27 de octubre de 2017, de <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10643389.2010.534706?scroll=top&needAccess=true#>