



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**CARRERA DE ESTADÍSTICA**

## **“ANÁLISIS ESTADÍSTICO ESPACIO TEMPORAL DE LOS DELITOS CAUSANTES DE LA INSEGURIDAD CIUDADANA EN LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO DEL 2015 AL 2019”**

**Trabajo de titulación**

**Tipo: Proyecto de Investigación**

Presentado para optar el grado académico de:

**INGENIERO EN ESTADÍSTICA INFORMÁTICA**

**AUTOR: FRANKLIN PATRICIO VALDEZ HUARACA**

**DIRECTORA: Ing. AMALIA ISABEL ESCUDERO VILLA**

Riobamba – Ecuador

2021

© 2021, Franklin Patricio Valdez Huaraca

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho del Autor.

Yo, Franklin Patricio Valdez Huaraca, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.

Riobamba, 18 de agosto del 2021.



**Franklin Patricio Valdez Huaraca**  
**060472912-9**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**CARRERA DE ESTADÍSTICA**

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: Proyecto de Investigación: “ANÁLISIS ESTADÍSTICO ESPACIO TEMPORAL DE LOS DELITOS CAUSANTES DE LA INSEGURIDAD CIUDADANA EN LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO DEL 2015 AL 2019”, realizado por el señor: Franklin Patricio Valdez Huaraca, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

**FIRMA**

**FECHA**

Ing. Johanna Enith Aguilar Reyes  
**PRESIDENTA DEL TRIBUNAL**



2021-08-18

Ing. Amalia Isabel Escudero Villa  
**DIRECTORA DEL TRABAJO  
DE TITULACIÓN**



2021-08-18

Ing. Carlos Rolando Rosero Erazo  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



2021-08-18

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo lo dedico con mucho cariño y con mucho amor a mi padre Patricio Valdez y a mi madre Alicia Huaraca, por todo el esfuerzo y sacrificio que hicieron todos estos años, por motivarme constantemente a perseguir mis sueños, a no desmayar en los momentos difíciles y a siempre seguir adelante a pesar de las circunstancias. Ustedes sentaron en mí las bases de responsabilidad, humildad y superación. Valores que me formaron no solo como profesional, sino como persona.

Papitos, ustedes son el espejo en el cual me quiero reflejar, y espero algún día ser como ustedes, con esa humildad y esa sencillez que tanto les caracteriza, estoy muy orgulloso de ustedes y sepan que lo que hoy soy es por ustedes y para ustedes.

A mi hermana Katy y a mi hermano Ronny, por su apoyo incondicional en los momentos más complicados de mi vida, por sus palabras de aliento y sabios consejos, pero sobre todo por ser mis compañeros de travesuras. Ustedes han sido pilar fundamental para seguir adelante.

Gracias Dios por concederme los mejores hermanos.

A mis amigos, por hacer más soportable el caos de la universidad, por ser mis colegas en las largas tardes de estudio y mis fans en las tardes de diversión, por enseñarme que después de todo, las cosas no son tan malas como parecen, y que siempre debemos ver lo bueno de la vida.

A toda mi familia, por siempre recibirme con los brazos abiertos, por su amor absoluto y por siempre velar por mi bienestar.

De todo corazón Dios les pague.

Franklin

## **AGRADECIMIENTO**

El más sincero agradecimiento a mi padre y a mi madre, por su apoyo absoluto y constante preocupación, a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO y a todos quienes la conforman, por abrirme las puertas a esta prestigiosa institución y darme la oportunidad de realizarme y superarme como profesional.

Agradezco a todos los docentes que impartieron su sabiduría y más allá de un simple conocimiento tuvieron el tiempo de conocerme y de ser mis amigos. De manera especial agradecer a la Ing. Isabel Escudero, tutora del trabajo de titulación e Ing. Carlos Rosero miembro del tribunal por brindarme sus consejos y ayuda incondicional para la culminación de este trabajo de titulación. Así como al ECU 911, en especial al Ing. Luis Cabezas, Analista Estadístico y al Tcrn. Jorge Uvidia, Jefe del Centro Operativo por su colaboración de la información y compromiso con la institución.

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xiv
ÍNDICE DE ABREVIATURAS .....	xv
RESUMEN .....	xvi
SUMMARY .....	xvii
INTRODUCCIÓN .....	1
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL .....</b>	<b>8</b>
1.1. Definiciones básicas .....	8
1.2. Servicio Integrado de Seguridad ECU 911 .....	10
1.3. Clasificación Internacional de Delito .....	11
1.3.1. <i>Criterios para establecer la Clasificación Internacional</i> .....	11
1.3.2. <i>Clasificación nacional de delitos con fines estadísticos en el Ecuador</i> .....	12
1.4. Bases Teóricas de la Estadística .....	13
1.4.1. <i>Estadística</i> .....	13
1.4.2. <i>Estadística Descriptiva</i> .....	13
1.4.2.1. <i>Variables</i> .....	13
1.5. Análisis estadístico en criminología.....	14
1.6. Indicadores del Sistema Estadístico de Seguridad Ciudadana .....	15
1.6.1. <i>Indicadores sociales</i> .....	16
1.7. Análisis de umbral.....	16
1.7.1. <i>Estadísticos delictivos</i> .....	17
1.7.2. <i>Escala del análisis umbral</i> .....	18
1.8. Series Temporales.....	19
1.8.1. <i>Clasificación de las Series Temporales</i> .....	19

<b>1.9.</b>	<b>Sistemas de Información Geográficas.....</b>	<b>20</b>
<i>1.9.1.</i>	<i>Componentes de un SIG.....</i>	<i>20</i>
<i>1.9.2.</i>	<i>Los mapas en los SIG.....</i>	<i>22</i>
<i>1.9.3.</i>	<i>Mapas del delito.....</i>	<i>22</i>
<i>1.9.4.</i>	<i>Estimación de Kernel.....</i>	<i>22</i>
<i>1.9.4.1.</i>	<i>Algoritmo de radio de búsqueda predeterminado (ancho de banda).....</i>	<i>23</i>
<b>1.10.</b>	<b>Autocorrelación Espacial.....</b>	<b>23</b>
<i>1.10.1.</i>	<i>Matriz de conexiones.....</i>	<i>24</i>
<i>1.10.2.</i>	<i>Coefficiente de Moran.....</i>	<i>24</i>
<i>1.10.3.</i>	<i>Scatterplot de Moran.....</i>	<i>25</i>
<i>1.10.4.</i>	<i>Ratio de Geary.....</i>	<i>26</i>
<i>1.10.5.</i>	<i>Medida de Intensidad.....</i>	<i>26</i>
<b>1.11.</b>	<b>Procesos Puntuales.....</b>	<b>27</b>
<i>1.11.1.</i>	<i>Patrones puntuales.....</i>	<i>27</i>
<i>1.11.2.</i>	<i>Conteo de cuadrantes.....</i>	<i>27</i>
<i>1.11.3.</i>	<i>Pruebas de conteo por cuadrantes para (CSR).....</i>	<i>27</i>
<b>1.12.</b>	<b>Ajuste de un modelo de datos lineal mixto generalizado espacio-temporal con efectos principales espaciales y temporales.....</b>	<b>29</b>
<i>1.12.1.</i>	<i>Método Monte Carlo.....</i>	<i>30</i>
<i>1.12.2.</i>	<i>MCMC.....</i>	<i>31</i>
<i>1.12.3.</i>	<i>Criterios de información para el modelo.....</i>	<i>31</i>
<b>1.13.</b>	<b>Software R Studio.....</b>	<b>32</b>
<b>CAPÍTULO II</b>		
<b>2.</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>34</b>
<b>2.1.</b>	<b>Tipo de investigación.....</b>	<b>34</b>
<b>2.2.</b>	<b>Diseño de la investigación.....</b>	<b>34</b>
<b>2.3.</b>	<b>Localización del estudio.....</b>	<b>34</b>
<b>2.4.</b>	<b>Población de estudio.....</b>	<b>35</b>
<b>2.5.</b>	<b>Recolección de información.....</b>	<b>35</b>

2.6.	Análisis estadístico.....	35
2.7.	Operacionalización de variables.....	36
<b>CAPÍTULO III</b>		
3.	<b>MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....</b>	<b>37</b>
3.1.	Organización y validación de la información .....	37
3.2.	Análisis Estadístico.....	39
3.3.	Análisis umbral.....	56
3.4.	Intensidad de Delitos .....	58
3.5.	Sistemas De Información Geográfica En R Studio .....	59
3.5.1.	<i>Mapas de densidad</i> .....	59
3.5.2.	<i>Densidad Poblacional</i> .....	61
3.6.	Análisis y modelado de patrones de puntos espaciales .....	62
3.6.1.	<i>Recuento de cuadrantes</i> .....	63
3.7.	Autocorrelación espacial.....	66
3.7.1.	<i>Matriz de pesos</i> .....	68
3.7.2.	<i>Scatterplot de Moran</i> .....	69
3.8.	Estimación de la tasa de delitos .....	73
3.8.1.	<i>Configuración del modelo</i> .....	74
3.8.2.	<i>Gráfico de los modelos</i> .....	75
3.8.3.	<i>Comparación y diagnóstico de modelos</i> .....	76
<b>CONCLUSIONES.....</b>		<b>79</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>		<b>81</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>		
<b>ANEXOS</b>		

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b> Clasificación internacional del delito con fines estadísticos .....	12
<b>Tabla 2-1:</b> Clasificación de las variables.....	13
<b>Tabla 3-1:</b> Tipos de Frecuencia.....	14
<b>Tabla 4-1:</b> Clasificación del valor Z.....	18
<b>Tabla 5-1:</b> Fases típicas de un SIG.....	21
<b>Tabla 6-1:</b> Comparación de dominios del I de Moran y el C de Geary .....	26
<b>Tabla 1-2:</b> Operacionalización de variables .....	36
<b>Tabla 1-3:</b> Número de delitos registrados por año.....	38
<b>Tabla 2-3:</b> Clasificación nacional de los delitos periodo 2015 - 2019 .....	39
<b>Tabla 3-3:</b> Resumen de estadísticas descriptivas de la sección de delitos .....	39
<b>Tabla 4-3:</b> Distribución estadística de los delitos del 2015 al 2019.....	40
<b>Tabla 5-3:</b> Distribución estadística de la clasificación por cantones.....	43
<b>Tabla 6-3:</b> Distribución estadística de los delitos de los cantones por año .....	43
<b>Tabla 7-3:</b> Resumen estadísticas descriptivas de los delitos por cantones.....	44
<b>Tabla 8-3:</b> Distribución de los delitos por parroquias.....	44
<b>Tabla 9-3:</b> Distribución estadística de frecuencia variable día .....	47
<b>Tabla 10-3:</b> Crecimiento semanal de los delitos.....	48
<b>Tabla 11-3:</b> Resumen estadísticas descriptivas de la variable días .....	48
<b>Tabla 12-3:</b> Distribución estadística de frecuencias variable mes .....	49
<b>Tabla 13-3:</b> Distribución estadística de frecuencias variable hora.....	50
<b>Tabla 14-3:</b> Distribución estadística de frecuencia por segmento del día.....	51
<b>Tabla 15-3:</b> Análisis umbral de las secciones de la clasificación del delito.....	56
<b>Tabla 16-3:</b> Análisis umbral de la sección 5 “Actos contra la propiedad solamente” .....	56
<b>Tabla 17-3:</b> Análisis umbral de los delitos en los cantones de la provincia.....	57
<b>Tabla 18-3:</b> Análisis umbral de los segmentos del día .....	57
<b>Tabla 19-3:</b> Intensidad de los delitos por año.....	58
<b>Tabla 20-3:</b> Intensidad de puntos por parroquia .....	58

<b>Tabla 21-3:</b> Puntos superpuestos .....	63
<b>Tabla 22-3:</b> Prueba Chi cuadrado para un proceso de Poisson homogéneo .....	66
<b>Tabla 23-3:</b> Características de las listas de pesos .....	68
<b>Tabla 24-3:</b> Condiciones para la asignación .....	71
<b>Tabla 25-3:</b> Resumen modelo 1 .....	74
<b>Tabla 26-3:</b> Resumen modelo 2 .....	74
<b>Tabla 27-3:</b> Resumen modelo 3 .....	74
<b>Tabla 28-3:</b> Criterios de información .....	75

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1:</b> Entidades articuladas al servicio del ECU 911 .....	10
<b>Figura 2-1:</b> Modelo de gestión .....	11
<b>Figura 3-1:</b> Elementos que conforman los SIG .....	20
<b>Figura 4-1:</b> Tipos de autocorrelación espacial.....	23
<b>Figura 5-1:</b> Tipos de contigüidad .....	24
<b>Figura 6-1:</b> Cuadrantes de asociación espacial.....	25
<b>Figura 1-3:</b> Matriz de datos.....	37

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-2:</b> Mapa de la provincia de Chimborazo .....	35
<b>Gráfico 1-3:</b> Delitos registrados por el ECU 911 (2015-2019).....	38
<b>Gráfico 2-3:</b> Frecuencia de los delitos más comunes .....	42
<b>Gráfico 3-3:</b> Densidad de delitos por cantón y parroquia .....	46
<b>Gráfico 4-3:</b> Frecuencias relativas de delitos por días .....	48
<b>Gráfico 5-3:</b> Frecuencias relativas de delitos por meses.....	49
<b>Gráfico 6-3:</b> Frecuencias relativas de delitos por horas.....	50
<b>Gráfico 7-3:</b> Distribución espacial de delitos por año .....	52
<b>Gráfico 8-3:</b> Distribución espacial de delitos por secciones .....	53
<b>Gráfico 9-3:</b> Distribución espacial de delitos por meses.....	54
<b>Gráfico 10-3:</b> Distribución espacial de delitos por días.....	55
<b>Gráfico 11-3:</b> Intensidad de delitos en Riobamba .....	59
<b>Gráfico 12-3:</b> Intensidad de delitos en la provincia de Chimborazo .....	60
<b>Gráfico 13-3:</b> Densidad poblacional (2015-2019).....	61
<b>Gráfico 14-3:</b> Distribución de puntos en la provincia.....	62
<b>Gráfico 15-3:</b> Puntos superpuestos en la provincia .....	64
<b>Gráfico 16-3:</b> Recuento de cuadrantes dividido por cantones .....	65
<b>Gráfico 17-3:</b> Red topológica de los centroides de las parroquias .....	67
<b>Gráfico 18-3:</b> Matriz de vecindad .....	68
<b>Gráfico 19-3:</b> Correlación de Moran .....	69
<b>Gráfico 20-3:</b> Indicadores locales de asociación espacial por cantón .....	70
<b>Gráfico 21-3:</b> Indicadores locales de asociación espacial en la provincia .....	71
<b>Gráfico 22-3:</b> Densidad de Kernel.....	72
<b>Gráfico 23-3:</b> Datos reales vs modelos.....	75
<b>Gráfico 24-3:</b> Análisis de los residuos.....	76
<b>Gráfico 25-3:</b> Tasa de delitos por parroquias (original vs predicho) .....	77
<b>Gráfico 26-3:</b> Tasa de delitos por cantones (original vs predicho) .....	78

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**Anexo A:** CÓDIGO PARA LA VALIDACIÓN DE LA BASE DE DATOS

**Anexo B:** CÓDIGO PARA LA CREACIÓN DE UN MAPA

**Anexo C:** CÓDIGO DEL MODELO LINEAL MIXTO GENERALIZADO

**Anexo D:** CÓDIGO PARA EL ANÁLISIS TEMPORAL

**Anexo E:** CÓDIGO PARA LA MATRIZ DE VECINDAD

## **ÍNDICE DE ABREVIATURAS**

COIP: Código Orgánico Integral Penal

CNDE: Clasificación Nacional De Delitos Con Fines Estadísticos

DMQ: Distrito Metropolitano de Quito

ICCS: Clasificación Internacional de Delitos con Fines Estadísticos

INEC: Instituto Nacional de Estadística y Censos

INEGI: Instituto Nacional de Estadística y Geografía

NBI: Necesidades Básicas Insatisfechas

OEA: Organización de los Estados Americanos

OMS: Organización Mundial de la Salud

PNUD: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

SIG: Sistemas de Información Geográfica

UNODC: Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito

## RESUMEN

La presente investigación tuvo por objetivo realizar un análisis estadístico espacio temporal de los delitos causante de la inseguridad ciudadana en la provincia de Chimborazo, periodo 2015-2019, para lo cual se analizó las variables del registro proporcionado por el ECU 911, se utilizó técnicas como: Estadísticas descriptivas, Sistemas de Información Geográficas (SIG) y Modelos Lineales Generalizados Mixtos, con el apoyo del software R Studio versión 4.0.3 y hojas de cálculo de Excel. Se realizó un análisis descriptivo univariante para las variables temporales determinando que el 50% de los actos delictivos ocurrieron los fines de semana y un 37% ocurrió desde las 19:00 hasta 21:00, en cuanto a las espaciales, Riobamba y Guano presentaron el 79% y 6% respectivamente, ocasionado por las secciones 2 y 5 siendo las parroquias urbanas las más afectadas en cada cantón. Mediante la aleatoriedad espacial completa (CSR) se identificó que los delitos no siguen un patrón aleatorio, se concentra unas zonas específicas y a través de la autocorrelación espacial global y el diagrama de dispersión de Moran se determinó que dichas zonas forman 2 conglomerados. El primero formado por Lican, Riobamba, San Luis, Cubijíes, Guano, San Gerardo de Pacaicaguán y el segundo por Bilbao, Puela y San Antonio de Bayushig. Para la simulación delictual se utilizó el método de Monte Carlo basado en cadenas de Markov (MCMC) con la covariable Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) obteniendo tasas que logran ajustarse de mejor manera a los valores reales. En conclusión, el número de delitos ha disminuido notablemente desde el 2016, sin embargo, los esfuerzos por parte de la policía deben centrarse en los 2 clústers en el horario establecido, ya que hay evidencia de que el acto delictivo no se desplaza. Se recomienda profundizar en el estudio individual de cada cantón centrándose en el análisis por barrios.

**Palabras clave:** <ESTADÍSTICA>, <ESTADÍSTICA ESPACIAL>, <INSEGURIDAD CIUDADANA>, <SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)>, < ZONAS VULNERABLES>, <CHIMBORAZO (PROVINCIA)>



Firmado electrónicamente por:  
**LUIS ALBERTO  
CAMINOS  
VARGAS**



0683-DBRAI-UPT-2021

## SUMMARY

The objective of this research was to carry out a spatial-temporal statistical analysis of the crimes that cause citizen insecurity in the province of Chimborazo, period 2015-2019, for which the variables of the registry provided by ECU 911 were analyzed, techniques such as: Descriptive statistics, Geographic Information Systems (GIS) and Mixed Generalized Linear Models, with the support of R Studio software version 4.0.3 and Excel spreadsheets. A univariate descriptive analysis was carried out for the temporal variables, determining that 50% of the criminal acts occurred on weekends and 37% occurred from 7:00 p.m. to 9:00 p.m., regarding spatial variables, Riobamba and Guano presented the 79% and 6% respectively, caused by sections 2 and 5, urban parishes being the most affected in each canton. Through complete spatial randomness (CSR) it was identified that crimes do not follow a random pattern, specific areas are concentrated and through global spatial autocorrelation and Moran's dispersion diagram it was determined that these areas form 2 clusters. The first formed by Lican, Riobamba, San Luis, Cubijés, Guano, San Gerardo de Pacaicaguán and the second by Bilbao, Puela and San Antonio de Bayushig. For the crime simulation, the Monte Carlo method based on Markov chains (MCMC) was used with the covariate Unsatisfied Basic Needs (UBN), obtaining rates that better fit the real values. In conclusion, the number of crimes has decreased notably since 2016, however, efforts by the police must focus on the 2 clusters in the established schedule, since there is evidence that the criminal act does not move. It is recommended to delve into the individual study of each canton, focusing on the analysis by neighborhoods.

**Keywords:** <STATISTICS>, <SPATIAL STATISTICS>, <CITIZEN INSECURITY>, <GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS (GIS)>, <VULNERABLE AREAS>, <CHIMBORAZO (PROVINCE)>

## INTRODUCCIÓN

Los delitos son acciones que violentan las leyes constitucionales instituidas para salvaguardar la integridad de la ciudadanía de forma física, psicológica o moral. La infracción de dichas leyes es sancionada y aplicable a cualquier ciudadano que la incumpla, esto sin importar rango, cargo o funciones, sin fueros ni privilegios.

La seguridad ciudadana es un tema primordial al momento de hablar de una vida digna para los chimboracenses, sin embargo, las autoridades competentes han ejecutado planes sin una reducción significativa en la disminución de las estadísticas criminales como: robos, hurtos, violencia e intimidaciones que son parte del diario vivir, dando lugar a sentimientos de frustración y miedo en los habitantes. Los ciudadanos viven con ese temor y esa inseguridad al salir de casa. Por ello la necesidad de crear un estudio que analice los factores de tiempo y destaque las zonas más inseguras en toda la Provincia.

El análisis estadístico espacio temporal de los delitos en la provincia de Chimborazo es necesario para clasificarlos según normas internacionales establecidas, identificando: lugares, días y horas con mayor número de delitos. Este estudio es una ayuda para que las autoridades equilibren y optimicen los recursos acorde a las necesidades en materia de seguridad, permite que las instituciones encargadas en proteger a la ciudadanía conozcan los tipos de delitos en los que se debe centrar los esfuerzos para crear políticas y planes estratégicos que garanticen una vida más segura, más aún hoy en día, que se debate si el porte de armas en los ciudadanos es la solución para frenar este problema, ya que, si la peligrosidad no puede establecerse con un suficiente grado de certeza, la aplicación de las medidas sería arbitraria y, en consecuencia, ilegítima (Martínez, 2014, p. 1).

En el Ecuador, la delincuencia y la pobreza son los principales problemas sociales que afectan a la ciudadanía, así lo mencionan en el informe “Diagnóstico sobre seguridad ciudadana en el Ecuador”, poniendo en evidencia la falsa idea de que la pobreza es la principal causa de la violencia, y esto no necesariamente corresponde al caso ecuatoriano; pues, solamente en un conjunto de cantones, en los que reside el 8% de la población ecuatoriana, se observa una relación directa entre altas tasas de defunciones por homicidio y elevados niveles de pobreza e indigencia. Pero, tampoco sería preciso decir que la pobreza no tiene nada que ver con la violencia; ya que, según la categoría ocupacional, se puede afirmar que los porcentajes más altos de las víctimas de la violencia son las personas pobres, principalmente los hombres. En este contexto las defunciones por homicidio se han convertido en la principal causa externa de muerte en el Ecuador (Vallejo, 2007, pp. 239-258).

En la Encuesta de Victimización y Percepción de Inseguridad del año 2011, según el INEC 17 de cada 100 personas son víctimas de la violencia en algún tipo de delito como el robo a personas, estafa o fraude, intimidación o amenaza, heridas, lesiones, secuestros, entre otros. Lo preocupante en este tema más allá de los actos violentos es el decomiso de armas blancas que sin temor fueron utilizadas por parte de los delincuentes. Como dijo Alain Luna, Comandante General DMQ, la problemática se da con las armas blancas, ya que si un individuo es encontrado con una y no ha cometido un delito no puede ser detenido, por eso existe un crecimiento muy fuerte en el decomiso de este tipo de armas portadas por varios ciudadanos; en retrospectiva el trabajo de la Policía Nacional se lo realiza de acuerdo a su jurisdicción, en base a la presente normativa del Código Orgánico Integral Penal (Luna, 2020). Sin embargo, de nada sirve mejorar la labor de la Policía Nacional si no existe el compromiso del sistema judicial para dictar una sentencia al delincuente; es inaceptable que individuos con más de 39 aprensiones sigan sin ninguna condena y causando zozobra a la ciudadanía, entrando y saliendo de la cárcel sin ninguna señal de reintegración social, dando a entender que el sistema de rehabilitación social en el Ecuador necesita una mejora inmediata en todos sus procesos.

El presente estudio se realiza con los delitos registrados por el ECU 911 en toda la provincia de Chimborazo en el periodo del 2015 al 2019, con el uso de los sistemas de información se pretende ubicar patrones de tiempo y de espacio, limitando zonas estratégicas en donde el delito es redundante. Mediante los modelos de datos lineales mixtos generalizados espacio-temporal se pretende simular el comportamiento de los delitos para así estimar la tasa de delitos por cada cantón.

Esta investigación contiene 3 capítulos: El capítulo I describe la fundamentación teórica de los delitos, su clasificación, cálculo de estadísticas criminales y las técnicas estadísticas a utilizar. El capítulo II detalla la metodología que se aplica a los delitos en la provincia. El capítulo III muestra los resultados obtenidos. Al final de estos capítulos se encuentra las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

## Antecedentes

Los SIG comenzaron con los trabajos desarrollados por John K. Wright en la Sociedad Geográfica Americana, en su obra "*Elements of Cartography*" en 1953. Posteriormente en 1959 Waldo Tobler define los principios básicos de un sistema denominado MIMO (*map in-map out*) con la finalidad de aplicar los ordenadores al campo de la cartografía. El primero SIG formalmente desarrollado aparece en Canadá, al auspicio del Departamento Federal de Energía y Recursos. Este sistema, denominado CGIS, fue desarrollado a principios de los 60 por Roger Tomlinson, quien dio forma a una herramienta que tenía por objeto el manejo de los datos del inventario geográfico canadiense y su análisis para la gestión del territorio rural (Olaya, 2012, p. 26).

En el artículo "*Geographic information systems and cartography*" de la Revista Española de Investigación Criminológica, expresa que no existe un único concepto del SIG, este puede definirse por su funcionalidad ("un sistema para la entrada, almacenamiento, análisis y salida de información referenciada geográficamente"), su contenido ("un sistema que contiene información referenciada geográficamente"), o por su propósito ("un sistema de apoyo de la toma de decisiones espaciales") (Goodchild, 1990, p. 2).

En la investigación "Empleo de Sistemas de Información Geográfica en el estudio del Miedo al Delito" exploran las posibilidades de los SIG para el estudio de los aspectos espaciales relacionados con el miedo al delito en contextos urbanos, así pues, resulta sencillo ejemplificar la aplicabilidad de esta tecnología en el estudio del fenómeno delictivo, ya que su uso se halla muy extendido tanto en el ámbito académico como policial. Este sistema sirve para la elaboración de mapas del delito, que nos muestran cómo se distribuyen distintos tipos de delitos por la ciudad, y permiten relacionar ese patrón con otras variables. Asimismo, se utilizan para gestionar la respuesta policial en las llamadas de denuncia, o para planificar las necesidades de agentes en las distintas zonas de las ciudades (Sanz y Guillén, 2006: p. 2).

En la tesis "Análisis estadístico de las posibles zonas vulnerables de los delitos registrados en la ciudad de Riobamba, periodo 2015-2017" desarrollaron un análisis de los factores, perfiles y zonas vulnerables de los delitos utilizando los sistemas de información geográfica, mediante el cual se determinó que el 20% del delito robo a personas se dio en el circuito la Politécnica, el 18% en la Condamine, el 15% en el Terminal Terrestre, el 13% en la estación, siendo estos puntos el lugar en donde existe mayor número de locales comerciales, transeúntes, puntos de ventas y mercados comerciales, además estos sitios presentan poca iluminación, afluencia de estudiantes,

falta de control policial, mostrando así que los sitios donde se tiene una mayor probabilidad de ser víctima de asalto se ubican al norte y oeste de la Ciudad (Gavilanes, 2018, pp. 48-55).

El INEC en el 2011 presentó la encuesta de victimización y percepción de inseguridad donde se encargó de proveer información sobre la inseguridad con el fin de incorporar a sus estadísticas nacionales información sobre los niveles de delincuencia. Los resultados mostraron que Chimborazo es la octava provincia con mayor prevalencia criminal, siendo además la tercera con mayor número de robo parcial del automotor. Vale recalcar que en función del índice de percepción de inseguridad de las personas en la ciudad según provincias de empadronamiento un 73.4% se sentían muy inseguras, el 18.6% indiferentes y el 8% muy seguras, poniendo en evidencia la poca confianza de los ciudadanos en las entidades de seguridad dificultando la situación de seguridad (Flores et al., 2013: pp. 5-8).

En el artículo “Sistemas de Información Geográfica y su Análisis Aplicado en Zonas de Delincuencia en la Ciudad de México” crearon mapas con zonas de influencia que proveen modelos con incidentes geo-referenciados, a través de un sistema de información geográfico como herramienta principal. Mostraron tres puntos determinantes, el primero la posibilidad y viabilidad de la combinación de las tecnologías móviles, la infraestructura desarrollada en las zonas urbanas en materia de telecomunicaciones, el segundo que con los resultados obtenidos muestran planos cartográficos que permiten no solamente el asistir a los mismos usuarios de la aplicación móvil para prevenir el delito y sus zonas de influencia, sino también para advertir a las autoridades de los puntos en donde los delitos se cometen recurrentemente y el tercer punto es la flexibilidad de la implementación permite no solamente la creación de planos cartográficos y puntos donde la delincuencia se focaliza, sino también permite implementar diversos filtros que ayuden a la validación de la información (Espinoza et al., 2018: pp. 235-242).

En el artículo “Descripción del fenómeno delictivo en la ciudad de Murcia a partir de herramientas SIG” utilizaron mapas del delito para visualizar el fenómeno delictivo de una determinada zona y de esa forma analizar los índices de densidad para identificar los “Hot spots”, determinando que debe existir una relación de los puntos calientes que más sobresalen por sus números de delitos respecto a un mayor control policial de estas zonas, dándose un mayor despliegue de cuerpos de policía en barrios con mayor incidencia delictiva. Es por ello que toma especial relevancia la vinculación de la criminología con la geografía. Así pues, los mapas del delito elaborados mediante herramientas SIG constituyen una manera eficaz y efectiva para mejorar las estrategias de gestión de la seguridad ciudadana permitiendo a la policía disponer de una herramienta que mejore la distribución de sus efectivos y el análisis previo a su actuación (Albaladejo y Campos, 2017: pp. 216-225).

El artículo “Los Determinantes socio–económicos del delito en España” pretende ser un punto de partida en el estudio empírico de la delincuencia en España, examinaron mediante el uso de modelos econométricos de datos de panel los determinantes socio económicos, factores demográficos, renta per cápita y el nivel educativo para analizar si tienen un efecto positivo sobre los niveles de criminalidad, ya que la renta y los niveles de empleo ejercen una influencia directa sobre la delincuencia, por ello han adoptado medidas de política económica que favorezca el crecimiento económico, ya que la lucha contra la delincuencia debe de ser abordada no solamente desde una perspectiva macroeconómica sino también desde una perspectiva social (Rodríguez, 2003, pp. 5-25).

En el artículo académico “El análisis de umbral como identificador de patrones delictuales en varios niveles geográficos del cantón Cuenca, Ecuador año 2013 al 2016” se menciona que a través de técnicas estadísticas y el empleo de un software simple se puede llegar a detectar cuando está ocurriendo delitos e incidentes fuera de la norma o del comportamiento observado en el pasado. Es una técnica útil que ayuda a detectar cambios emergentes identificando parroquias con una significancia estadística donde los incidentes se han incrementado año a año en un 200%. Este tipo de análisis ayudan a determinar patrones delictuales o de incidencia en determinadas áreas geográficas, permitiendo llegar a determinar las posibles causas de fondo, para poder dar explicación a la baja o incremento de este tipo de delitos dentro de una jurisdicción (Casco, 2017, pp. 375-379).

Según la secretaría técnica de erradicación de la pobreza en Chimborazo más de la mitad de la población es considerada pobre. La provincia ha registrado el 64.9% de población pobre ya que nueve de los 10 cantones tienen mayor porcentaje de pobreza por necesidades básicas insatisfechas mientras que Guamote y Colta son cantones considerados pobres en un 90%. En la tesis “Plan de seguridad ciudadana, para reducir los índices de inseguridad existentes en el gobierno autónomo descentralizado municipal de la ciudad de Riobamba” mostró que el índice de delincuencia, de acuerdo a la información obtenida en la fiscalía y judicatura de Chimborazo presenta cifras alarmantes, este fenómeno social conlleva a la ruptura de las normas fundamentales de convivencia, esto debido a que Chimborazo no posee ningún Plan de Seguridad Ciudadana, lo que determina un incremento delincencial, esto sin duda ha generado ciudadanos temerosos puesto que la delincuencia constituye una de las amenazas permanentes que tiene que ser enfrentada no solamente por las instituciones encargadas de brindar protección y seguridad, sino también con las víctimas potenciales (Vallejo, 2015, pp. 91-97).

## **Planteamiento del Problema**

Los delitos en la provincia de Chimborazo es uno de los temas que más preocupa a la ciudadanía que nota como la inseguridad pone en riesgo no solo sus pertenencias sino también su integridad, por esta razón, y ante la falta de investigaciones enfocadas en esta línea de estudio que es el análisis estadístico de los delitos. Las empresas, organizaciones y la población en general piden una acción mucho más efectiva por parte de las autoridades para poder suprimir estas actividades que generan una gran pérdida económica. El Ministerio del Interior es consciente de la gravedad de la inseguridad, por lo se instauró una mesa de seguridad ciudadana con el objetivo de luchar y erradicar los delitos y problemas sociales, así como el mejoramiento de la infraestructura, de los medios logísticos y del recurso humano de la Policía Nacional. El Servicio Integrado de Seguridad ECU 911, junto con las entidades de seguridad han incrementado sus esfuerzos para reducir el número de delitos y análisis como estos pueden aportar información significativa para identificar geográficamente las parroquias y zonas más vulnerables y así tener una mejor respuesta por parte de las entidades encargadas en proteger a los ciudadanos.

### *Formulación del Problema*

¿Cuáles son las zonas geográficas, los horarios y los días en los que la Policía Nacional debe centrar los esfuerzos para reducir la inseguridad ciudadana en la provincia de Chimborazo?

## **Justificación**

En la actualidad, en una sociedad donde la tecnología y la información son las bases fundamentales para el conocimiento, los sistemas de información geográficas son, sin lugar a duda la insignia de la georreferenciación. Los SIG resultan en extremo útiles, ya que aproximadamente un 70% de la información que se maneja en cualquier tipo de disciplina tiene asignada una posición geográfica y ésta a su vez viene frecuentada de información adicional.

El análisis estadístico y los sistemas de información geográficos aportan de manera fundamental a la investigación de los delitos, ya que utiliza diferentes datos criminalísticos, es así que, en varios estudios como el *“Análisis geográfico de los patrones delincuenciales en la ciudad de Guayaquil”* (Rivera y Sánchez, 2019), en la tesis de grado *“Puntos calientes (hotspot) de robos en circuitos de la ciudad de Guayaquil”* (Borbor, 2014), en la investigación *“Aplicaciones del Sistema de Información Geo Referenciado en el Ecuador”* y en el *“Análisis delictivo en el cantón Cuenca, Ecuador aplicando técnicas espaciales apoyadas por SIG libre”* se aplican técnicas y análisis estadísticos como: Estimación y Densidad Kernel, Correlación y Autocorrelación Espacial, Interpolación Kriging, Análisis de Puntos Calientes y Contornos de Hotspot y que gracias estos

la información espacial puede ser aprovechada en mayor medida y en muchos casos pasa de ser una información inherente, a ser un elemento sumamente enriquecedor y clave para muchos análisis (Olaya, 2014, p. 6).

En la ciencia de la criminología, la estadística desarrolla un papel muy importante, pone en conocimiento las relaciones de causalidad entre las condiciones personales, ciertos eventos sociales y físicos, resaltando sus causas, mostrando así su incremento o disminución en las zonas de mayor conflicto delincriminal. De igual manera el uso de los SIG es determinante para identificar las zonas con mayor vulnerabilidad de los delitos, volviéndose pieza clave a fin de reconocer patrones para detectar alertas anticipadas y más precisas del lugar y la hora que se presentan estos incidentes, permitiendo realizar un enfoque más profundo del análisis espacial de la inseguridad ciudadana en toda la provincia de Chimborazo, en función de las variables de estudio.

Por tanto, esta investigación se enfoca en el análisis estadístico y en las herramientas SIG para identificar los delitos causantes de la inseguridad con el objetivo de aportar información confiable al ECU 911 para el desarrollo de sus proyectos, apoyando a instituciones gubernamentales como: Policía Nacional, Ministerio de Defensa Nacional, entre otras; los mismos pueden hacer uso de esta información para planificar sus actividades, tomar acciones y decisiones en aras de proteger a la ciudadanía.

## **Objetivos**

### *Objetivo General*

Analizar el comportamiento de los actos delictivos causantes de la inseguridad ciudadana en la provincia de Chimborazo para identificar las zonas con mayor riesgo y así estimar las tasas de los delitos más comunes en los diferentes cantones.

### *Objetivo Específico*

- Organizar y validar los datos proporcionados por el ECU 911.
- Realizar un análisis exploratorio de datos con el fin de identificar los delitos más frecuentes y zonas con mayor inseguridad ciudadana en la provincia de Chimborazo.
- Identificar patrones de comportamiento de los delitos más comunes y los parámetros principales.
- Simular el comportamiento de los delitos más comunes para estimar la tasa de delitos por cantones.

# CAPÍTULO I

## 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

### 1.1. Definiciones básicas

**Delito:** Es la acción u omisión voluntaria castigada por la ley con pena grave. Es una valoración de la conducta humana condicionada por el criterio ético de la clase que domina la sociedad (Machicado, 2010, p. 3). En este contexto es considerado todo aquello que ya sea por acto voluntario u omisión el legislador la considera como una conducta plenamente relevante merecedora de una pena. También se lo define como una acción antijurídica, típica, culpable y sancionada con una pena. Para considerarlo delito debe imperar el principio de legalidad, el cual situado en la parte General del COIP en el artículo 5 de los principios procesales numeral 1 Legalidad:” No hay infracción penal, pena, ni proceso penal sin ley anterior al hecho (Leonardo, 2018, p. 1).

**Víctima:** Individuo que ha sufrido las consecuencias de un daño o perjuicio, quedando afectado, aunque hayan sufrido distintos tipos de daño. La víctima puede haber sido robada sin ninguna consecuencia física, golpeada o lastimada en medio del robo o directamente puede haber fallecido como consecuencia del asalto (Redacción, 2019, p. 1).

**Victimario:** Individuo que debe infligir, realizar o causar un daño, mas no necesariamente por mano propia, pues la agresión puede recurrir a múltiples medios para materializarse (Aguirre, 2019, p. 1).

**Violencia contra la mujer y miembros del núcleo familiar:** La violencia intrafamiliar es uno de los factores más comunes que generan incapacidad o enfermedad a la integridad de otro miembro de familia, lesiona gravemente su estabilidad, ocasiona rupturas entre sus miembros, interrumpe la paz y el sosiego domésticos y afecta particularmente el desarrollo psicológico de los niños, niñas y adolescentes (García, 2020, p. 1).

**Hurto:** Según la RAE es tomar o retener con ánimo de lucro cosas muebles ajenas contra la voluntad de su dueño, sin intimidación en las personas ni fuerza en las cosas que concurren las circunstancias que caracterizan el delito de robo (Pérez, 2012, p. 1)

**Seguridad Ciudadana:** Es un avance y un redireccionamiento de la problemática, se refiere a un del proceso de la violencia, pero desde una connotación con carga positiva y no negativa. El concepto de seguridad ciudadana contiene a la violencia, pero no se agota en ella (Vallejo, 2007, p. 235-238).

**Exclusión mutua:** Cada manifestación elemental del fenómeno objeto de estudio debe asignarse a una sola categoría de la clasificación para que no haya superposición alguna (ONUDC, 2015, p. 12).

**Viabilidad estadística:** Es posible distinguir con eficacia, precisión y coherencia entre las categorías de la clasificación sobre la base de la información disponible (ONUDC, 2015, p. 15).

**Zona Rural:** Identifican al espacio geográfico de campo y de grandes espacios de cultivo donde se realizan varias actividades económicas dedicadas a la agricultura, cuenta con una población menor a diferencia de las zonas urbanas y su territorio geográfico es más extenso, en su mayoría predomina la naturaleza (Martínez et al., 2016: p. 12).

**Zona Urbana:** Espacio geográfico industrializado donde predominan las actividades económicas del sector secundario y terciario (García, 2020, p. 1).

**Parroquia:** Hacer referencia a la comunidad de fieles y a la región territorial que depende de una determinada jurisdicción (Pérez y Merino, 2010).

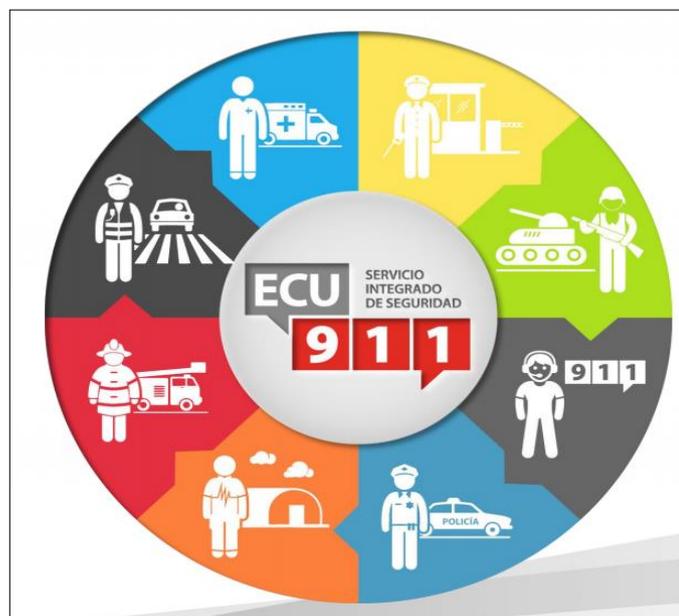
**Umbral:** Es la cantidad mínima necesaria de señal de una magnitud para poder ser registrada por un sistema (2019, p. 161).

**Cantón:** Es una división administrativa que subdividen a la provincia y está formada por parroquias.

## 1.2. Servicio Integrado de Seguridad ECU 911

El 29 de diciembre del 2011, Rafael Correa Delgado, presidente constitucional de la república del Ecuador presenta un decreto que tiene por objeto regular la implementación del servicio integrado de seguridad ECU-911, con la finalidad de regular la configuración de una cadena de autoridades a quienes corresponde la dirección estratégica-política, coordinadora y operativa.

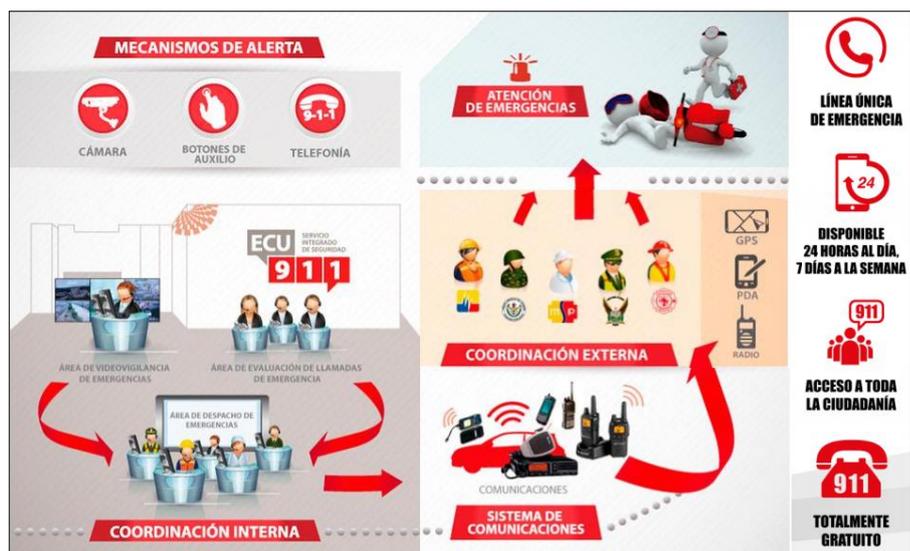
El servicio integrado de seguridad ECU-911 es el conjunto de actividades que a través de una plataforma tecnológica y en base a políticas, normativas y procesos, articula el servicio de recepción de llamadas y despacho de emergencias, con el servicio de emergencias que proveen las instituciones de carácter público, a través de sus dependencias o entes a su cargo. El servicio de emergencias incluye la asistencia en emergencias de salud, de seguridad ciudadana, de extensión de incendios y rescate, riesgos de origen natural y atópico y otros que pongan en riesgo la vida y seguridad de las personas, comunidades, pueblos, nacionalidades y colectivos (Correa, 2011, p. 1).



**Figura 1-1:** Entidades articuladas al servicio del ECU 911

**Realizado por:** Seguridad ECU 911, 2016

Coordinan la atención de los organismos de respuesta de la Policía Nacional, Fuerzas Armadas, Cuerpo de Bomberos, Comisión Nacional de Tránsito, Ministerio de Salud Pública, Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, Secretaría de Gestión de Riesgos, Cruz Roja Ecuatoriana y otros organismos locales se encargan en la atención y respuesta en caso de emergencias, a través de un número único: 9-1-1.



**Figura 2-1:** Modelo de gestión

Realizado por: Seguridad ECU 911, 2016

A través de este modelo se reemplaza a todos los números de emergencia que fragmentaban la atención en distintas instituciones de respuesta, logrando la cooperación articulada para soluciones integrales las 24 horas del día, los 365 días del año (Zapata, 2020, pp. 3-5).

### 1.3. Clasificación Internacional de Delito

La clasificación internacional de delitos con fines estadísticos fue elaborada por varias organizaciones internacionales como: UNODC, INEGI, OMS, PNUD y OEA. Esta lista mejora la comparabilidad de cifras sobre la delincuencia entre distintos países. Los conceptos y definiciones estandarizados permiten la recopilación, el análisis y la difusión sistemáticos de datos, y también permiten satisfacer la demanda de análisis e investigaciones a fondo sobre la delincuencia transnacional.

El enfoque utilizado en la clasificación internacional se basa en considerar los actos delictivos comprendidos en el derecho nacional e internacional como el universo de los actos. Sin embargo, la clasificación específica de esos actos está basada en descripciones del comportamiento y no en tipificaciones estrictamente jurídicas derivadas de la legislación penal (ONUDC, 2015, p. 8).

#### 1.3.1. Criterios para establecer la Clasificación Internacional

Los delitos pueden clasificarse desde múltiples ángulos: su repercusión en las víctimas, la manera en que se hayan cometido, la motivación del autor y la gravedad del delito. En esta lista se ha dado prioridad a criterios que sean particularmente pertinentes desde el punto de vista normativo y estas categorías deberían proporcionar información fácil de entender y que se pueda utilizar en

la elaboración de políticas de prevención del delito y justicia penal. En particular, se han utilizado los criterios siguientes para formar las categorías de la Clasificación Internacional:

- Ámbito normativo relacionado con el acto o hecho.
- Objetivo del acto o hecho.
- Gravedad del acto o hecho.
- Medio utilizado en la comisión del acto o hecho.

Sobre la base de esos criterios, las infracciones penales se pueden agrupar en 11 categorías homogéneas (ONUDC, 2015, pp. 9-14).

**Tabla 1-1:** Clasificación internacional del delito con fines estadísticos

<b>Secciones</b>	<b>Categorías</b>
Sección 01	Actos que causan la muerte o que tienen la intención de causar la muerte.
Sección 02	Actos que causan daños o que tienen la intención de causar daños a las personas.
Sección 03	Actos perjudiciales de naturaleza sexual.
Sección 04	Actos contra la propiedad que entrañan violencia o amenaza de violencia contra las personas.
Sección 05	Actos contra la propiedad solamente.
Sección 06	Actos relacionados con drogas sujetas a fiscalización u otras sustancias psicoactivas.
Sección 07	Actos que conllevan fraude, engaño o corrupción.
Sección 08	Actos contra el orden público, la autoridad y las disposiciones del estado.
Sección 09	Actos contra la seguridad pública y la seguridad del estado.
Sección 10	Actos contra el entorno natural.
Sección 11	Otros actos delictivos no clasificados en otra parte.

Fuente: ONUDC, 2015.

Realizado por: Gibbons Jonathan, 2015.

### ***1.3.2. Clasificación nacional de delitos con fines estadísticos en el Ecuador***

En el año 2015 el instituto nacional de estadísticas y censos de Ecuador realizó una clasificación de delitos basado en la legislación nacional con el uso del código orgánico integral penal dando paso a la creación de la clasificación nacional de delitos con fines estadísticos. Esta es una herramienta que sirve para agrupar y ordenar los delitos, se lo utiliza como marco referencial para establecer normas metodológicas y estadísticas para garantizar la coherencia y comparabilidad nacional e internacional del delito, promoviendo la armonización entre distintas instituciones del

sector de seguridad ciudadana diseñando políticas y programas en materia de prevención del delito (INEC, 2018, pp. 10-20).

#### **1.4. Bases Teóricas de la Estadística**

##### **1.4.1. Estadística**

Se suele utilizar como colección de datos numéricos con la descripción y el resumen de la información, de tal modo que se pueda emplear de forma coherente y sistemática, así como ciencia que consistente en formular generalizaciones a partir de una determinada población. Bajo este punto de vista, la estadística no estudia el comportamiento de un caso aislado, sino el de los grupos y a futuro se podría predecir el comportamiento de la población a través de la observación de la regularidad o estabilidad de todo el colectivo (Segura, 2009, p. 468).

##### **1.4.2. Estadística Descriptiva**

Es un conjunto de técnicas numéricas y gráficas que sirven para clasificar, presentar, describir, resumir y analizar un grupo de datos, a través de la construcción de tablas de distribución de frecuencias, elaboración de gráficas y las medidas descriptivas de tendencia central, dispersión y forma que permiten realizar la descripción de datos (Faraldo y Pateiro, 2013: p. 1).

##### **1.4.2.1. Variables**

Una variable estadística es el conjunto de valores que toma cierta característica o cualidad de la población. Dichos valores se caracterizan por poder medirse y describir a cada individuo de la muestra.

**Tabla 2-1:** Clasificación de las variables

<b>Variables Cualitativas</b>	
<b>Tipos</b>	<b>Definición</b>
<b>Nominal</b>	Variables cualitativas cuyas categorías no siguen ningún orden.
<b>Ordinal</b>	Son las variables categóricas con orden o jerarquía
<b>Binario o dicotómica</b>	Es un caso particular de variable nominal con solo dos categorías.
<b>Variables Cuantitativas</b>	
<b>Tipos</b>	<b>Definición</b>

<b>Discreta</b>	La variable solo puede tomar valores en número determinado de valores. En cada intervalo de valores la variable solo puede tomar un valor.
<b>Continua</b>	La variable puede adquirir cualquier valor dentro de un intervalo de valores determinado.

Fuente: Requena Serra Bernat, 2014.

Realizado por: Valdez Franklin, 2021.

**Tabla 3-1: Tipos de Frecuencia**

<b>Frecuencia</b>	<b>Descripción</b>	<b>Expresión</b>
Frecuencia Absoluta	Número de veces que aparece un determinado valor.	$f_i$
Frecuencia relativa	Cociente entre la frecuencia absoluta y el número total de datos.	$n_i = \frac{f_i}{N}$
Frecuencia acumulada	Suma de las frecuencias absolutas de todos los valores considerados.	$F_i$
Frecuencia relativa acumulada	Cociente entre la frecuencia acumulada y el número total de datos.	$N_i$

Fuente: Marta, 2020.

Realizado por: Valdez Franklin, 2021.

### 1.5. Análisis estadístico en criminología

La estadística criminal vierte conceptos y nociones jurídicos en un recipiente teórico al cual aplica la técnica matemática y una metodología apropiada (Gutiérrez, 1973, p. 101).

La criminología es una ciencia multidisciplinaria con distintos conocimientos sociales que abordan la delincuencia desde distintas perspectivas. En Argentina, entre los años 1885 y 1921 las estadísticas criminales provenientes de registros policiales eran más notables aún en sus primeros reportes. La interpretación de las primeras estadísticas criminales por parte de los criminólogos más reconocidos de la época fue una muestra de la disparidad de criterios, contradicciones y limitaciones que tenían estos reportes (Hernán, 2016, pp. 33-56).

En general, la metodología utilizada para la investigación criminal puede dividirse, aunque la delincuencia y la violencia tratan de analizar los distintos aspectos de la organización de las sociedades modernas que influyen en la misma. El interés actual de la criminología ha pasado del puramente clínico a querer saber más acerca de las causas que lo motivan, para así conocer la magnitud, evolución, desarrollo y sobre todo para optimizar recursos públicos (Segura, 2009, pp. 468-477).

## 1.6. Indicadores del Sistema Estadístico de Seguridad Ciudadana

Los indicadores se lograron obtener a partir de los registros administrativos de las operaciones estadísticas del Ministerio del Interior, como consta en el programa nacional de estadística del INEC. La correcta medición de los indicadores que caracterizan el crimen y la violencia resulta fundamental para la toma de decisiones en materia de seguridad ciudadana. Siendo la inseguridad un tema de especial importancia en la agenda gubernamental (Morillo, 2018, p. 1).

### A. Prevalencia del Delito

Es la población de 16 años y más de edad que fueron víctimas de algún delito, respecto a la población total investigada.

$$PD = \frac{NVi}{PI} * 100$$

**Donde:**

**NVi:** Número de personas víctimas.

**PI:** Población Investigada.

### B. Características del Delito

Se refiere a las características propias del delito al momento de cometerse.

**CD** = Frecuencia de los casos observados

### C. Tasa de homicidios/asesinatos (por cada 100.000 habitantes)

Número de defunciones, por causas relacionadas con homicidios/asesinatos, por cada 100.000 habitantes, en un período determinado.

$$THA = \frac{NDHA}{Pob} * 100.000$$

**Donde:**

**NDHA:** Número de defunciones por homicios o asesinatos.

**Pob:** Población en un periodo de tiempo.

### D. Tasa de la Incidencia del Delito

Es el total de sucesos delictivos hacia la población, respecto a la población total urbana expresado por 100.000 habitantes.

$$ID = \frac{TSD}{PTU} * 100.000$$

**Donde:**

**TSD:** Total de sucesos delictivos.

**PTU:** Población Total Urbana.

### **1.6.1. Indicadores sociales**

Son medidas que resumen las estadísticas de una sociedad. Permite a través de tasas, índices y porcentajes asignar un valor a una determinada población en un periodo de tiempo de forma clara y precisa.

#### **A. Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI)**

Identifica carencias de una población y por ende la pobreza. Se centra en áreas necesarias como: vivienda, servicios sanitarios, ingreso mínimo y educación.

Se considera que a una población con NBI que reúna alguna de estas condiciones:

- En una habitación vivan más de tres personas.
- Viviendas precarias.
- Vivienda sin un baño.
- Niño de 6 a 12 sin ir a la escuela

$$NBI = \frac{\text{Número de personas vs Hogares con alguna NBI}}{\text{Total de personas vs hogares}} * 100$$

#### **B. Nivel de analfabetismo**

Número de personas mayores de 15 años que no saber leer y/o escribir.

**% de analfabetismo**

$$= \frac{\text{Número de personas } > 15 \text{ que no sabe leer o escribir en el año } t}{\text{total de personas en el año } t} * 100$$

### **1.7. Análisis de umbral**

Es una técnica estadística multivariante cuantitativa que identifica los delitos y las áreas geográficas que han “cruzado el umbral” de actividad normal a excepcional, es muy útil para identificar patrones criminales en las áreas de gran conflicto, además permite determinar las

posibles causas de una baja o incremento de delitos, ya que si los delitos o incidentes con violencia son inusualmente muchos en la zona de estudio. El análisis observa con mayor detención cada uno de los incidentes para encontrar si los patrones han emergido (Casco, 2017, pp. 376-378).

### 1.7.1. Estadísticos delictivos

#### A. Promedio para los delitos

$$\mu = \frac{\sum_{j=1}^n x_j}{n}$$

**Donde:**

**n:** Número total de años del análisis.

**$\mu$ :** Media de ocurrencia de los delitos o incidentes en el periodo de análisis.

**$x_j$ :** El número de delitos o incidentes ocurridos en cada año.

#### B. Desviación estándar para los delitos

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (x_j - \mu)^2}{n}}$$

**Donde:**

**$\sigma$ :** Es la desviación estándar de los delitos o incidentes ocurridos en el periodo de análisis.

**$x_j$ :** El número de delitos o incidentes ocurridos en cada año.

**$\mu$ :** Media de ocurrencia de los delitos o incidentes en el periodo de análisis.

**n:** Número total de años del análisis.

#### C. Coeficiente de variación para los delitos

$$CV = \frac{\sigma}{\mu}$$

**Donde:**

**$\sigma$ :** Desviación estándar de los delitos o incidentes ocurridos en el periodo de análisis.

**$\mu$ :** Media de ocurrencia de los delitos o incidentes en el periodo de análisis.

#### D. Porcentaje de cambio para los delitos

$$Cambio = \frac{x_j - \mu}{\mu} * 100\%$$

**Donde:**

**Cambio:** Es la variación del comportamiento de los delitos e incidentes del año actual con el promedio de los años anteriores.

$\mu$ : Media de ocurrencia de los delitos o incidentes en el periodo de análisis.

### E. Puntaje o valor estándar (Z) para delitos

$$Z = \frac{x_j - \mu}{\sigma}$$

**Donde:**

$x_j$ : Número de delitos o incidentes ocurridos en cada año.

$\mu$ : Media de ocurrencia de los delitos o incidentes en el periodo de análisis.

$\sigma$ : Desviación estándar de los delitos o incidentes ocurridos en el periodo de análisis.

Los puntajes o valores estándar funcionan en una escala que va de negativa a positiva. La mayoría de los valores se encontrarán entre -1 y 1 y casi todos estarán entre -2 y 2. Por lo general, se puede interpretar los puntajes estándar como se muestra en la **Tabla 4-1**.

#### 1.7.2. Escala del análisis umbral

**Tabla 4-1:** Clasificación del valor Z

COLOR	ESCALA	VALOR Z
	Frío	Bajo -2
	Normal	-1 a 1
	Fresco	-1 a-2
	Templado	1 a 2
	Caluroso	Sobre 2

Fuente: Bruce C., 2012.

Realizado por: Velastegui Edy, 2017.

Interpretación de puntaje o valor estándar Z:

- **Bajo -2:** Se debe investigar qué factores pueden causar que este incidente esté disminuyendo, así se puede aplicar este logro en otro periodo de tiempo, otras áreas u otros delitos.
- **-1 a -2:** Algún factor puede estar influyendo en que baje, o quizá sea sólo una fluctuación aleatoria.
- **-1 a 1:** Esta dentro del rango que se espera en esta categoría.

- **1 a 2:** Un poco más de lo normal. Se debe poner un poco más de atención.
- **Sobre 2:** Algún factor externo influye en la categoría, a menudo un patrón o una serie que ocurra en el área. Estas categorías deben tener mayor atención para una mejor investigación y análisis (Velastegui, 2017, p. 377).

## 1.8. Series Temporales

Es la secuencia de observaciones ordenadas y equidistantes cronológicamente de un proceso estocástico realizadas secuencialmente en el tiempo sobre una característica de una unidad observable. Dicho análisis tiene como objetivo elaborar un modelo estadístico que describa adecuadamente la procedencia de dicha serie, de manera que las implicaciones teóricas del modelo resulten compatibles con las pautas muestrales observadas en la serie temporal (Mauricio, 2007, pp. 1-12).

### Representación matemática frecuente de series temporales univariantes:

$$y_1, y_2, \dots, y_N; (y_t)_{t=1}^N; (y_t: t = 1, \dots, N)$$

#### Donde:

$y_t$ : es la observación  $n^\circ t (1 \leq t \leq N)$  de la serie.

$N$ : es el número de observaciones de que consta la serie.

#### 1.8.1. Clasificación de las Series Temporales

1. Una serie es estacionaria si la media y la variabilidad se mantienen constantes a lo largo del tiempo.

$$E[X_t] = \mu \text{ Para todo } t.$$

$$Var(X_t) = \sigma^2 \text{ Para todo } t.$$

$$Cov(X_t, X_{t+k}) = \gamma_k \text{ Para todo } t \text{ y } k.$$

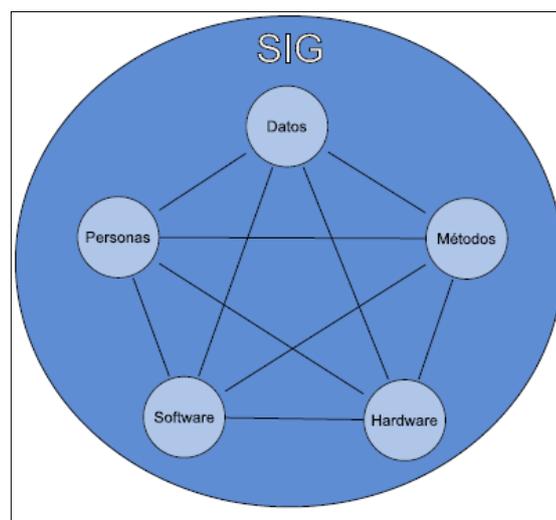
2. Una serie es no estacionaria si la media y/o la variabilidad cambian a lo largo del tiempo.
  - Pueden mostrar cambios de varianza.
  - Pueden mostrar una tendencia, es decir que la media crece o baja a lo largo del tiempo.

Además, pueden presentar efectos estacionales, es decir que el comportamiento de la serie sea parecido en ciertos periodos de tiempo (Alonso, 2013, pp. 10-19).

## 1.9. Sistemas de Información Geográficas

El término SIG está ampliamente difundido tanto en la geografía como en otras ciencias, en especial en aquellas vinculadas con la resolución de problemas socioeconómicos y ambientales, es de compleja definición habida cuenta de sus capacidades técnicas y analíticas y su carácter multipropósito (Lara et al., 2006: p. 789). En el área estadística los SIG son herramientas que permiten trabajar con bases georreferenciadas, facilita la visualización de los datos obtenidos mediante un mapa donde se refleja fenómenos geográficos y patrones espaciales, de esa forma se logra predicciones que ayuden a la gestión, toma de decisiones y destinación de recursos.

### 1.9.1. Componentes de un SIG



**Figura 3-1:** Elementos que conforman los SIG

**Fuente:** Olaya Víctor, 2014.

Los SIG lo componen 5 elementos básicos tradicionales:

**Datos:** Materia prima para trabajar en un SIG.

**Métodos:** Formulaciones y métodos a usarse en los datos.

**Software:** Aplicación informática que trabaja con los datos e implementa los métodos.

**Hardware:** Equipo necesario.

**Personas:** Encargada de manipular y diseñar el software.

La elaboración de un estudio SIG comprende cierto orden natural tal como aparece en la siguiente tabla:

**Tabla 5-1:** Fases típicas de un SIG

<b>Visualización</b>	<b>Gestión de datos</b>	<b>Recopilación de información</b> Revisión Bibliográfica Fuentes de información	<b>Captura de la información</b> Escaneado + Georreferenciación Tratamiento de imágenes Digitalización + Edición
		<b>Integración de la información</b> Cambios de formato digital Cambios de sistema de referencia geográfica	
		<b>Análisis alfanumérico</b> Consultas de tablas Consultas espaciales	
		<b>Análisis espacial</b> Análisis vectorial Análisis ráster	
		<b>Diseño de mapas</b>	

Fuente: Olaya Víctor, 2014.

**Visualización:** Se lo realiza constantemente a lo largo del proyecto, esto permite la visualización directa de los formatos.

**Diseño de mapas:** Último paso del proyecto SIG, se debe preparar el número de capas, sus tipos y orígenes. Así como la escala, símbolos, etiquetas, gráficos, leyendas y simbologías.

**Análisis alfanumérico:** Consiste en la obtención de información a partir de los atributos y de las entidades espaciales disponibles de las tablas de las capas.

**Gestión de datos:** Las capas necesitan el conjunto de todos los elementos que componen para ser funcionales.

**Cambios de formato:** En un proyecto de SIG se tiene la necesidad de manejar información en múltiples formatos.

**Georreferenciación:** Dotar coordenadas geográficas a un mapa escaneado.

**Digitalización y edición:** Permite crear capas y modificar elementos geográficos de tipo vectorial con información que sirve para crear mapas.

**Digitalización con GPS-PDA:** Se refiere al sistema de posicionamiento global y sus herramientas de digitalización.

**Análisis vectorial:** La fase de análisis espacial toma una mayor importancia en función de los objetivos del mismo.

**Análisis Ráster:** La representación de la realidad se realiza dividiendo la información en una serie de celdas en las que, a cada una de ellas se la asigna un valor.

**Análisis de Redes:** Permite resolver muchos problemas de transporte, sirve para encontrar la mejor ruta o el servicio más cercano.

**Tipología:** Estudia las relaciones espaciales entre elementos geográficos (Quintana et al., 2008: pp. 17-100).

### **1.9.2. Los mapas en los SIG**

Los mapas muestran colecciones lógicas de información en forma de capas constituyendo una metáfora eficaz para modelar y organizar los datos. La información geográfica se visualiza de forma efectiva por lo que el ser capaz de crear un plano y saber escoger el más adecuado permite al investigador tener el medio para la transmisión de resultados.

### **1.9.3. Mapas del delito**

Permite identificar una zona en espacio y tiempo para la descripción del comportamiento criminal y delincuencial. Los avances tecnológicos en los SIG, han producido grandes innovaciones teóricas en la seguridad ciudadana y han contribuido a que el mapa delictivo tenga un papel esencial en las políticas preventivas de seguridad, facilitando el análisis de naturaleza espacial, permitiendo vincular diferentes fuentes de información que apoyan a la optimización de los recursos policiales, mediante el mapeo y registro de la actividad policial (Vázquez y Soto, 2013: pp. 425-428).

### **1.9.4. Estimación de Kernel**

La estimación no paramétrica mediante el método Kernel permite estimar una función de densidad que no sigue un modelo conocido, puesto que es muy flexible para construir funciones de densidad en torno a valores muestrales.

$$\hat{f}(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x - X_i}{h}\right)$$

**Donde:**

***h***: Anchura de Ventana

**$X_1, \dots, X_n$** : Muestra

***n***: Tamaño Muestral

***K***: Kernel

Vale mencionar que la anchura de ventana, es un valor que representa el área de influencia que se le pretende dar a cada valor muestral. Su elección se le suele hacer depender de la dispersión de los valores.

#### 1.9.4.1. Algoritmo de radio de búsqueda predeterminado (ancho de banda)

El algoritmo que se usa para determinar el radio predeterminado de búsqueda, también conocido como ancho de banda, es el siguiente:

$$SearchRadius = 0.9 * \min \left( SD, \sqrt{\frac{1}{\ln(2)} * D_m} \right) * n^{-0.2}$$

**Donde:**

**SD:** Distancia Estándar

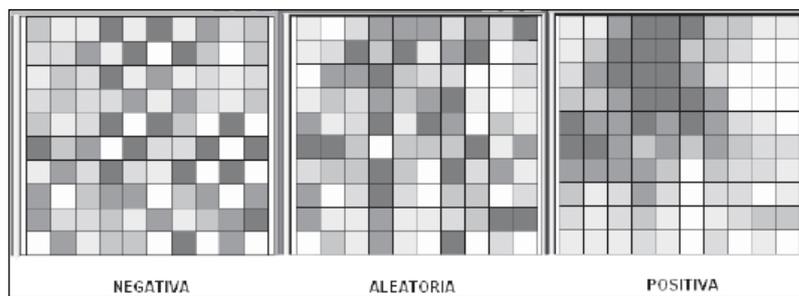
**$D_m$ :** Mediana de la Distancia

**$n$ :** Número de puntos cuando no se usa campo de población.

### 1.10. Autocorrelación Espacial

Este concepto permite comprender la variación de un fenómeno en un marco geográfico de análisis, si se agrupa en zonas uniformes tiende a conformar conglomerados o clústeres, entonces se evidencia la existencia de autocorrelación positiva. Por el contrario, si las medidas de la variable en las unidades colindantes son disímiles, la autocorrelación espacial es negativa (**Figura 4-1**). Este procedimiento geográfico proporciona información del tipo de asociación existente entre unidades espaciales vecinas (Siabato y Guzmán, 2018: p. 2-5).

La correlación que una misma variable tiene en diferentes unidades espaciales da lugar a una de las tres posibilidades:



**Figura 4-1:** Tipos de autocorrelación espacial

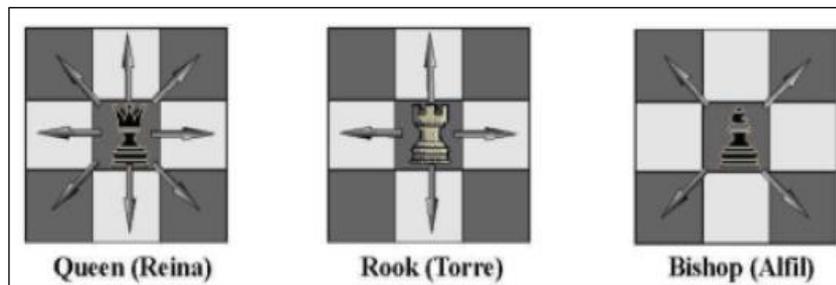
**Fuente:** Siabato W. y Manrique J., 2014.

- **Autocorrelación espacial positiva:** las unidades espaciales vecinas presentan valores próximos. Indica una tendencia al agrupamiento de las unidades espaciales.
- **Autocorrelación espacial negativa:** las unidades espaciales vecinas presentan valores muy disímiles. Indica una tendencia a la dispersión de las unidades espaciales.

- **Sin autocorrelación:** no ocurre ninguna de las dos situaciones anteriores. Por lo tanto, los valores de las unidades espaciales vecinas presentan valores producidos en forma aleatoria (Celemín, 2009, p. 14).

### 1.10.1. Matriz de conexiones

Para lograr esta matriz, también llamada matriz de contigüidad o de pesos espaciales es necesario fijar los tipos de vecinos que podría tener y sin lugar a duda esto influirá en gran medida en el cálculo de la autocorrelación espacial. Estas medidas o distancias de los valores  $i$  y  $j$  son las relaciones de vecinos próximos.



**Figura 5-1:** Tipos de contigüidad

Fuente: Celemín Juan, 2009.

### 1.10.2. Coeficiente de Moran

Es una medida de covarianza que se relaciona directamente con el coeficiente de correlación de Pearson con una matriz de pesos definida por el usuario que mantiene el rango entre -1 y 1. La estructura de  $I$  de Moran es la siguiente:

$$MC = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y}) / \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(y_i - \bar{y})^2}{n}} \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(y_i - \bar{y})^2}{n}}}$$

Y simplificada:

$$MC = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij}} \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

**Donde:**

$c_{ij}$ : Es el valor correspondido (0 o 1) en la matriz.

$n$ : cuenta el número de 1s en el numerador.

$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij}$ : Cuenta el número de 1s.

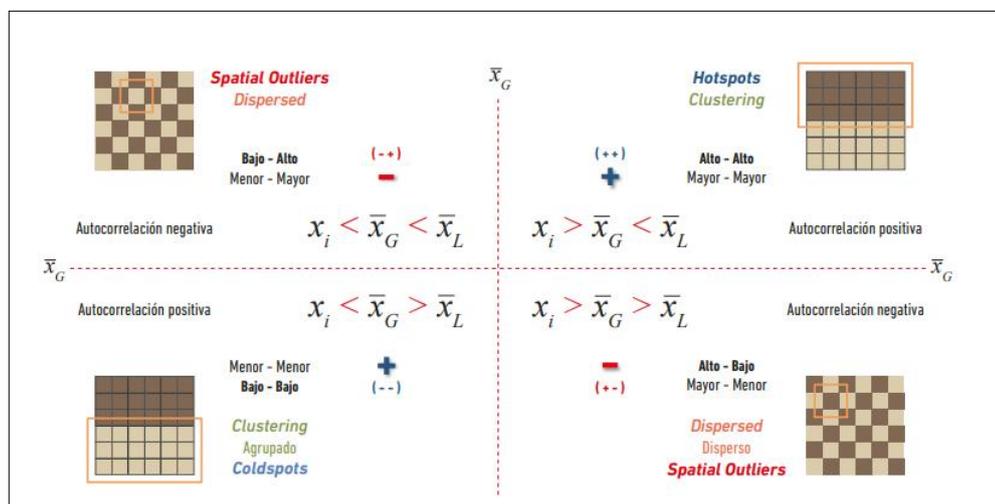
## Propiedades del coeficiente de Moran

- El rango no es de  $[-1,1]$ , y el valor central es  $-\frac{1}{n-1}$  en lugar de 0.
- La varianza para valores  $n \geq 25$  cuando es simétrica y  $n \geq 100$  cuando no es aproximadamente  $Var(MC) = \frac{2}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij}}$

### 1.10.3. Scatterplot de Moran

Es un diagrama que muestra parejas de valores de modo que se resume la relación entre observaciones que comprenden un conjunto de datos georreferenciados.

$$MC = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij}} \sum_{i=1}^n \left( \frac{(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(y_i - \bar{y})^2}{n}}} \right) \left( \sum_{i=1}^n c_{ij} \frac{(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(y_i - \bar{y})^2}{n}}} \right)$$



**Figura 6-1:** Cuadrantes de asociación espacial

Fuente: Siabato, 2018.

Este diagrama de dispersión puede analizar la autocorrelación espacial local, el primer cuadrante (+, +) permite identificar las zonas de agrupamiento, en el tercero (-, -) se ubican los coldspots. Ambos detectan agrupaciones de unidades espaciales con valores similares a los de sus vecinos. Por el contrario, en el segundo y cuarto cuadrante se ubican los valores atípicos espaciales que presentan un contexto mixto, unidades con valores bajos y vecinos con valores altos y viceversa.

### 1.10.4. Ratio de Geary

Es una medida de comparación de parejas que se relaciona directamente al gráfico de semivariograma utilizado en geoestadística.

$$GR = \frac{n-1}{2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij}} * \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 (\sum_{j=1}^n c_{ij})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} - \frac{n-1}{n} MC$$

Si  $MC + GR \approx 1$  entonces los datos tienen un buen comportamiento (Morales, 2018, pp. 1-5).

**Tabla 6-1:** Comparación de dominios del I de Moran y el C de Geary

Patrones Espaciales		
Autocorrelación espacial positiva	Autocorrelación espacial negativa	Ausencia de autocorrelación Patrón aleatorio
<b>I de Moran teórico</b>		
$I > 0$	$I < 0$	$I = 0$
<b>I de Morán en la práctica</b>		
$I > 0.35$	$I < -0.35$	$-0.35 \leq i \leq 0.35$
<b>C de Geary</b>		
0	2	1

**Fuente:** La autocorrelación espacial y el desarrollo de la geografía cuantitativa, 2018.

**Realizado por:** Siabato, 2018.

### 1.10.5. Medida de Intensidad

Representa el número promedio de puntos del proceso puntual situado en alguna región del espacio. La medida de intensidad  $\mu$  en  $R^d$  esta dada por:

$$\mu(B) = \mathbb{E}[N(B)] = \int_B \rho(u) du, \quad B \subseteq \mathbb{R}^2$$

**Donde:**

$\rho$ : Función de intensidad no negativa, se suele usar su estimación de intensidad en lugar de su media.

Ha sido posible observar un único patrón puntual  $X_w = x$  en una ventana acotada con área  $|W| > 0$ ; en el caso homogéneo el estimador de máxima verosimilitud MV es:

$$\rho = \frac{n(x)}{|W|}$$

## 1.11. Procesos Puntuales

Son modelos probabilísticos que tienen como objetivo el estudio de puntos y la dispersión de los mismos dentro de algún espacio y tiempo, mientras que cada punto representa un instante en el cual sucede algún evento determinado (Romero, 2018, pp. 1-3).

### 1.11.1. Patrones puntuales

Sea el espacio de búsqueda  $S = \{s_0, s_1, \dots, s_{n-1}\} \subset \mathfrak{R}^d$  y el patrón de búsqueda  $P = \{p_0, p_1, \dots, p_{k-1}\} \subset \mathfrak{R}^d$  dos conjuntos de puntos discreto en el espacio euclidiano de la dimensión  $d = 2$  o  $d = 3$  y asumiendo que el patrón no tenga más puntos en el espacio de búsqueda, es decir  $|S| = n \geq k = |P|$ .

Un emparejamiento es una función inyectiva  $\mu: P \rightarrow S$ , es decir, si  $P_i$  es diferente a  $P_j$  también  $\mu(P_i)$  es diferente a  $\mu(P_j)$  (Romero et al., 2007: pp. 97-99).

### 1.11.2. Conteo de cuadrantes

Es una prueba que se puede utilizar para comprobar si los puntos son completamente aleatorios desde el punto de vista espacial, es decir, si son uniformemente aleatorios en toda el área de interés (Garavito, 2019, p. 1).

### 1.11.3. Pruebas de conteo por cuadrantes para (CSR)

Este método consiste en dividir  $W$  en subregiones disjuntas denominadas cuadrantes de área  $a_1, \dots, a_m$ . Si los conteos de puntos  $n_j$  para  $j = 1, \dots, m$  son divididos por su correspondiente área, se obtiene un simple estimado de la función de intensidad. Una prueba estadística para homogeneidad, asumiendo que el proceso puntual es Poisson.

$H_0$ : La concentración es homogénea (CSR)

$H_1$ : La concentración no es homogénea

Si  $H_0$  es verdadera, entonces los  $n_j$  son realizaciones de variables aleatorias Poisson independientes (Quispe y de Castilla, 2017: p. 102).

**Prueba estadística  $\chi^2$**

$$\chi^2 = \sum_j \frac{(n_j - e_j)^2}{e_j} = \sum_j \frac{(n_j - \hat{\rho} a_j)^2}{\hat{\rho} a_j} \sim \chi^2_{(m-1)}$$

**Donde:**

$n = \sum_j n_j$ : Número de puntos

$n = \sum_j a$ : Área total de la venta

$\hat{\rho} = n/a$ : Intensidad estimada

**Distribución de Poisson**

Es una distribución de probabilidad discreta de la variable aleatoria que representa el número de resultados que suceden durante un intervalo de tiempo dado, o una región específica, con parámetro  $\lambda$ , que es el número promedio de eventos por unidad de tiempo  $k \in X$  (Arroyo et al., 2014: pp. 99-101).

**Función de probabilidad**

$$p(k, \lambda) := f(k) = \begin{cases} \frac{e^{-\lambda} \lambda^k}{k!}, & \text{Si } k = 0, 1, \dots; \lambda > 0 \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

La función de distribución acumulativa de Poisson  $F(k)$  permite determinar la probabilidad de que una variable aleatoria de Poisson  $X$  sea menor o igual a un valor específico  $k$ .

$$P(X \leq k) = F(k, \lambda) = \sum_{i=0}^k \frac{e^{-\lambda} \lambda^i}{i!}$$

**Propiedades de la distribución de Poisson**

La distribución de Poisson tiene la particularidad de que la esperanza  $E(X)$  y la varianza  $Var(X)$  son iguales:

$$E(X) = \lambda$$

$$Var(X) = \lambda.$$

La función generadora de momentos de la variable aleatoria de Poisson  $X$ , con valor esperado  $\lambda$ , es:

$$m_X(t) = e^{(\lambda(e^t - 1))}$$

## 1.12. Ajuste de un modelo de datos lineal mixto generalizado espacio-temporal con efectos principales espaciales y temporales

### Estructura y probabilidad de datos

La región de estudio comprende un conjunto  $k = 1, \dots, K$  unidades de área no superpuestas  $S = \{S_1, \dots, S_k\}$ , y para cada unidad de tiempo  $t = 1, \dots, N$  periodos de tiempo consecutivos. Por ello la matriz rectangular es  $K * N$  con  $K$  filas (unidades espaciales) y  $N$  columnas (periodo de tiempo). Los datos espacio temporales definen un proceso estocástico a partir de una sucesión indexada de la forma:

$$Y(\mathbf{s}, \mathbf{t}) = \{y(s, t) | (s, t) \in \mathfrak{R}^2 * \mathfrak{R}\}$$

Bajo el supuesto de que los datos siguen una distribución de Poisson pueden modelarse por:

$$Y(\mathbf{s}, \mathbf{t}) \sim \text{Poisson}(\lambda_{st})$$

Los datos de respuesta se expresan mediante  $Y = (Y_1, \dots, Y_N)$ , donde  $Y_t = (Y_{1t}, \dots, Y_{Kt})$  denotando el vector de observaciones para todas las  $K$  unidades espaciales en el periodo de tiempo  $t$ . Finalmente  $X_{kt} = (x_{kt1}, \dots, x_{ktp})$  es el vector con  $p$  covariables conocidas para la unidad de área  $k$  en el periodo de tiempo  $t$  (Núñez, 2020, pp. 165-168).

### Modelo lineal mixto generalizado

$$Y_{kt} | \mu_{kt} \sim f(y_{kt} | \mu_{kt}, \nu^2) \text{ para } k = 1, \dots, K \text{ y } t = 1, \dots, N$$

$$g(\mu_{kt}) = X_{kt}^T \beta + O_{kt} + M_{kt}$$

$$\beta \sim N(\mu_\beta, \Sigma_\beta)$$

El vector de parámetros de regresión se denota por  $\beta = \beta_1, \dots, \beta_p$  con media  $\mu_\beta$  y matriz de varianza  $\Sigma_\beta$ . Con  $M_{kt}$  siendo un componente latente para la unidad de área  $k$  y el periodo de tiempo  $t$ .  $M = (M_1, \dots, M_N)$ , donde  $M_t = (M_{1t}, \dots, M_{Kt})$  captura cualquier autocorrelación espacio temporal.

### Modelación por Poisson:

$$Y_{kt} \sim \text{Poisson}(\mu_{kt}) \text{ y } \ln(\mu_{kt}) = M_{kt} = \phi_k + \delta_t + \gamma_{kt}$$

## Modelos espacio temporales para $M_{kt}$

Los modelos inducen a la autocorrelación espacial para  $Y$  a través del componente latente  $M$ , que se obtiene mediante la matriz de vecindad temporal binaria  $D = (d_{tj})$  de tamaño  $N * N$ .

**Donde:**

$$d_{tj} = 1 \text{ si } |j - t| = 1 \text{ y } d_{tj} = 0 \text{ caso contrario}$$

**Los efectos aleatorios se descomponen en dos componentes:**

$\phi_k$ : Efecto aleatorio espacial

$\delta_t$ : Efecto aleatorio temporal

$$M_{kt} = \phi_k + \delta_t + \gamma_{kt}$$

$$\phi_k | \phi_{-k}, W \sim N \left( \frac{\rho_S \sum_{j=1}^K w_{kj} \phi_j}{\rho_S \sum_{j=1}^K w_{kj} + 1 - \rho_S}, \frac{\tau_S^2}{\rho_S \sum_{j=1}^K w_{kj} + 1 - \rho_S} \right)$$

$$\delta_t | \delta_{-t}, D \sim N \left( \frac{\rho_T \sum_{j=1}^N d_{tj} \delta_j}{\rho_T \sum_{j=1}^N d_{tj} + 1 - \rho_T}, \frac{\tau_T^2}{\rho_T \sum_{j=1}^N d_{tj} + 1 - \rho_T} \right)$$

$$\gamma_{kt} \sim N(0, \tau_I^2)$$

$$\tau_S^2, \tau_T^2, \tau_I^2 \sim \text{Inverse - Gamma}(a, b)$$

$$\rho_S, \rho_T \sim \text{Uniforme}(0, 1)$$

La autocorrelación espacio – temporal se modela por un conjunto común de efectos aleatorios espaciales  $\phi = (\phi_1, \dots, \phi_K)$  y un conjunto común de efectos aleatorios temporales  $\delta = (\delta_1, \dots, \delta_N)$  y ambos están modelados por CAR. Todos los efectos aleatorios están centrados en la media (Lee et al., 2016: pp. 2-9).

### 1.12.1. Método Monte Carlo

Genera muestras aleatorias de densidades para aproximar valores esperado, se utiliza para simular muestras bajo ciertos parámetros que no se pueden estimar de una variable aleatoria  $X$  definida sobre un espacio medible  $(X, Y)$  y una densidad  $\tilde{\pi}(x)$  definida sobre dicho espacio. Por la ley fuerte de los grandes números, si se dispone de una muestra independientes e idénticamente distribuida.

$$\{x_t\}_{t=1}^T \sim \tilde{\pi}(x)$$

Entonces la media muestral converge casi seguro a  $\mu$ , es decir,

$$\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T x_t \rightarrow \int x \tilde{\pi}(x) dx$$

Cuando  $T \rightarrow \infty$ . A medida que  $T$  crece, el estimador converge al valor real.

### 1.12.2. MCMC

Los MCMC emplean cadenas de Markov para generar muestras correladas de su densidad estacionaria, que es la densidad de interés de la cual se quiere muestrear. El remuestreo produce muestras correladas, que lleva a una pérdida de eficiencia de los estimadores. Sin embargo, su versatilidad al momento de generar muestras de cualquier densidad la vuelve muy ventajosa a diferencia de otras (Llorente et al., 2019: pp. 6-11).

Sea una cadena de Markov con densidad estacionaria  $\tilde{\pi}(x)$  y sea  $h(x)$  una función real con  $E_{\tilde{\pi}}[|h(x)|] < \infty$ . Entonces para cualquier inicial,  $\tilde{I}_t \rightarrow I$ .

### 1.12.3. Criterios de información para el modelo

#### DIC

El criterio de información de desviación (DIC) es una generalización del modelado del criterio de información de Akaike (AIC). Permite seleccionar modelos bayesianos donde las distribuciones se han obtenido mediante la simulación MCMC.

$$D(\theta) = -2 \log f(y|\theta) + 2 \log h(y)$$

Equivalente a:

$$DIC = D(\tilde{\theta}) + 2p_D$$

#### Donde:

$f(y|\theta)$ : es la función de verosimilitud del modelo paramétrico  $h(y)$  es un término de estandarización específico que es una función de los datos (Chan y Grant, 2016: pp. 3-5).

#### WAIC

Es una función de probabilidad logarítmica promedio sobre la distribución posterior inversa, se usa cuando se desea estimar la pérdida predictiva.

Los conocidos criterios de selección de modelos AIC y BIC se definen respectivamente por:

$$AIC = L_n(\hat{w}) + \frac{d}{n}$$

$$BIC = nL_n(\hat{w}) + \frac{d}{2} \log n$$

Si una distribución verdadera es realizable y regular para un modelo estadístico, entonces:

$$\mathbb{E}[AIC] = \mathbb{E}[\mathcal{G}] + o\left(\frac{1}{n}\right)$$

Esta relación puede generalizarse en modelos estadísticos singulares (Watanabe, 2013, pp. 886-893).

Se define WAIC:

$$WAIC = T_n + \frac{V_n}{n}$$

**Donde:**

$$T_n = -\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log p^*(X_i|w)$$

$$V_n = \sum_{i=1}^n \{\mathbb{E}_w[(\log p(X_i|w))^2] - \mathbb{E}_w[\log p(X_i|w)]^2\}$$

### 1.13. Software R Studio

R es un lenguaje y un entorno de programación libre cuyo objetivo son los análisis estadísticos. Es uno de los más utilizados en investigación por la comunidad estadística, sobre todo en los campos de la investigación. La posibilidad de cargar diferentes bibliotecas o paquetes con finalidades específicas de cálculo o gráfico y su orientación a objetivos ha contribuido enormemente al auge de este software (Sánchez, 2015, p. 1).

#### Principales librerías utilizadas

1. Sf: Es un soporte para las funciones simples y que permite codificar datos vectoriales espaciales de una forma estandarizada.
2. Ggplot2: Es un sistema que permite variables estéticas para construir gráficos a partir de unos pocos componentes iguales de forma declarativa.
3. Tmap: Permite generar gran flexibilidad con mapas temáticos. La sintaxis para crear gráficos es similar a la de ggplot2, pero adaptada a los mapas.
4. Spatstat: Permite analizar los patrones de puntos espaciales.
5. ST.CARanova: Ajusta un modelos mixto generalizado espacio temporal con efectos principales espaciales y temporales.

6. Spdep: Calcula la dependencia espacial, crea una lista de vecinos y ponderaciones espaciales para ajustar modelos de regresión espacial.
7. Rtsan: Implementa la inferencia estadística bayesiana a través de MCMC
8. Matrix: Crea una matriz a partir de un conjunto de valores.
9. Xlsx: Permite importar y exportar con archivos de Excel en formato .xlsx
10. Readxl: Lee archivos .xls y .xlsx
11. Tidyverse: Un conjunto de paquetes que permite visualizar y modelar la información.
12. Boot: Funciones y conjuntos de datos que permiten el Bootstrap.
13. Dplyr: Facilita la manipulación de las bases de datos.
14. CARBayes; Implementa un modelo mixto lineal generalizado espacial univariante.
15. Ggfortify: Son herramientas que facilitan el uso de las series de tiempo.
16. Tseries: Análisis de las series de tiempo.

## **CAPÍTULO II**

### **2. MARCO METODOLÓGICO**

#### **2.1. Tipo de investigación**

La investigación según:

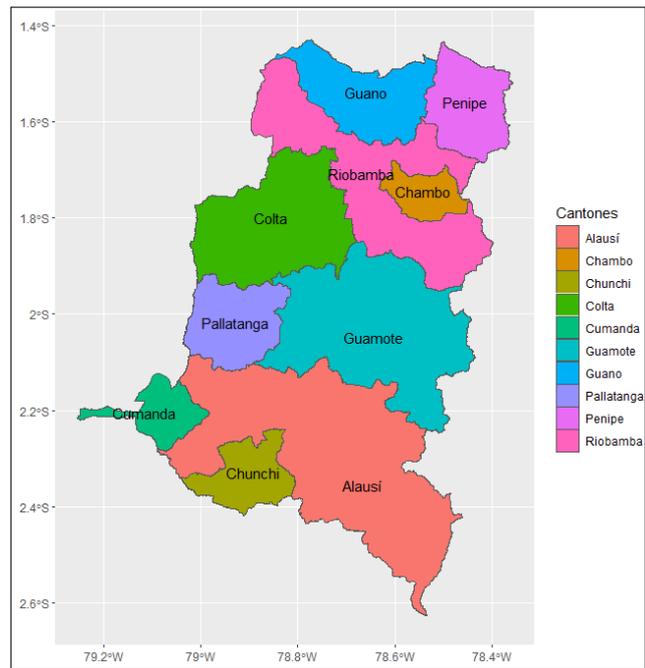
- El grado de abstracción es aplicada, ya que tiene como objetivo aplicar técnicas y métodos existentes para aportar información que optimice la toma de decisiones.
- El periodo es temporal transversal considerando que se maneja datos en un periodo de 5 años.
- La naturaleza de los datos es mixto puesto que las variables a utilizar son cuantitativas y cualitativas.
- El nivel de profundización en el objeto de estudio es explicativo dado que se pretende analizar el comportamiento delictivo en la provincia.
- No se manipuló las variables debido a que la información fue tomada de una base de datos ya existente.
- El tipo de inferencia es deductiva en vista que el análisis mostró en base a hechos y principios los resultados correspondientes.

#### **2.2. Diseño de la investigación**

Su diseño de investigación es cuantitativo correlacional, se trata de una técnica de diseño de investigación no experimental a consecuencia de que se basa en las observaciones del fenómeno tal y como ocurren sin intervenir en su desarrollo, ayudando a los investigadores a establecer una relación entre dos variables estrechamente relacionadas para tener conclusiones estadísticas e información procesable (Marroquín, 2009, pp. 4-9).

#### **2.3. Localización del estudio**

El presente estudio se ejecutó en la provincia de Chimborazo, situada al centro sur del país, en la zona geográfica conocida como región interandina o sierra. La misma cuenta con 10 cantones Alausí, Chambo, Chunchi, Colta, Cumandá, Guamote, Guano, Pallatanga, Penipe y Riobamba. Conformados por 61 parroquias, entre urbanas y rurales.



**Gráfico 1-2:** Mapa de la provincia de Chimborazo

**Realizado por:** Valdez Franklin, 2021

Las coordenadas geográficas de la provincia de Chimborazo en grados decimales son:

Longitud: -78,65

Latitud: -1,666667

#### **2.4. Población de estudio**

La población de estudio está constituida por 55949 delitos registrados en el ECU 911, durante el periodo 2015 - 2019 en los 10 cantones de la provincia de Chimborazo.

#### **2.5. Recolección de información**

Los datos para el estudio fueron proporcionados por el Servicio Integrado de Seguridad ECU 911, gestionado por medio del Tcn. Jorge Eduardo Uvidia Humanante, jefe del Centro Operativo Local 3 Riobamba y el Ing. Luis Cabezas, Analista Estadístico del COL ECU 911 Riobamba.

#### **2.6. Análisis estadístico**

En la presente investigación se trabajó con 55949 observaciones, cada una de ella representa un dato criminológico registrado en la provincia de Chimborazo entre los años 2015-2019.

Para el análisis estadístico se realizó una clasificación de los datos según normas internacionales con el fin de tener una visión más específica de los tipos de delitos presentes. Una vez clasificados se procedió a determinar los descriptivos criminológicas como: la media, la mediana, la moda,

etc. A partir de las series temporales y de las herramientas SIG se identificó los patrones y situaciones que vuelven a una zona más vulnerable que otra. El análisis de umbral sirvió para detectar los delitos con un alto valor estándar (valor Z). Por medio de las pruebas de conteo por cuadrantes (CSR) se probó la homogeneidad a fin de gestionar y analizar datos georreferenciados. A través de un ajuste de un modelo lineal mixto generalizado espacio – temporal con efectos principales y temporales en función de la covariable de necesidades básicas insatisfechas (NBI) se simuló la tasa de delitos, permitiendo extraer información representativa sobre las relaciones subyacentes entre los datos estudiados ayudando a tomar decisiones más inteligentes no solamente basados en las listas de atributos, sino gráficos y mapas que respaldan el trabajo de esta investigación.

## 2.7. Operacionalización de variables

**Tabla 1-2:** Operacionalización de variables

<b>Variable</b>	<b>Tipo</b>	<b>Escala</b>	<b>Descripción</b>
Número de habitantes	Cuantitativa	Discreta	Indica la población masculina y femenina de la Provincia.
Fecha del delito	Cuantitativa	Discreta	Indica la fecha de registro del delito.
Segmento	Cualitativa	Ordinal	Indica el segmento del día, puede ser mañana, tarde, noche o madrugada.
Hora del delito	Cuantitativa	Intervalo	Indica la hora en la que sucedió el delito.
Longitud	Cuantitativa	Continua	Expresa la distancia angular entre un punto dado de la superficie terrestre.
Latitud	Cuantitativa	Continua	Proporciona la localización de un lugar, en dirección Norte o Sur.
Tipo de delito	Cualitativa	Ordinal	Según su clasificación indica la sección a la que pertenece de acuerdo al delito.
Parroquia	Cualitativa	Nominal	División territorial de un cantón
Cantón	Cualitativa	Nominal	Unidad de división administrativa y territorial de la Provincia.
Necesidades Básicas Insatisfechas	Cuantitativa	Continua	Delimita los grupos de pobreza estructural y representa únicamente la insuficiencia de ingresos.
Nivel de analfabetismo	Cuantitativa	Continua	Personas mayores de 15 años que no saben leer ni escribir.

Realizado por: Valdez Franklin, 2021.

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

#### 3.1. Organización y validación de la información

En la presente investigación se contó con una base de 69021 registros, con 7 variables como: "año", "mes", "día", "longitud", "latitud", "delito/tipo" y "fecha", contenía información desde el año 2014 al 2020, por lo que se realizó un filtro, estableciendo que los datos correspondan al periodo de estudio. Una vez establecidos en el tiempo, se determinó la presencia de datos faltantes, existiendo 13 que no contaban con un tipo de delito.

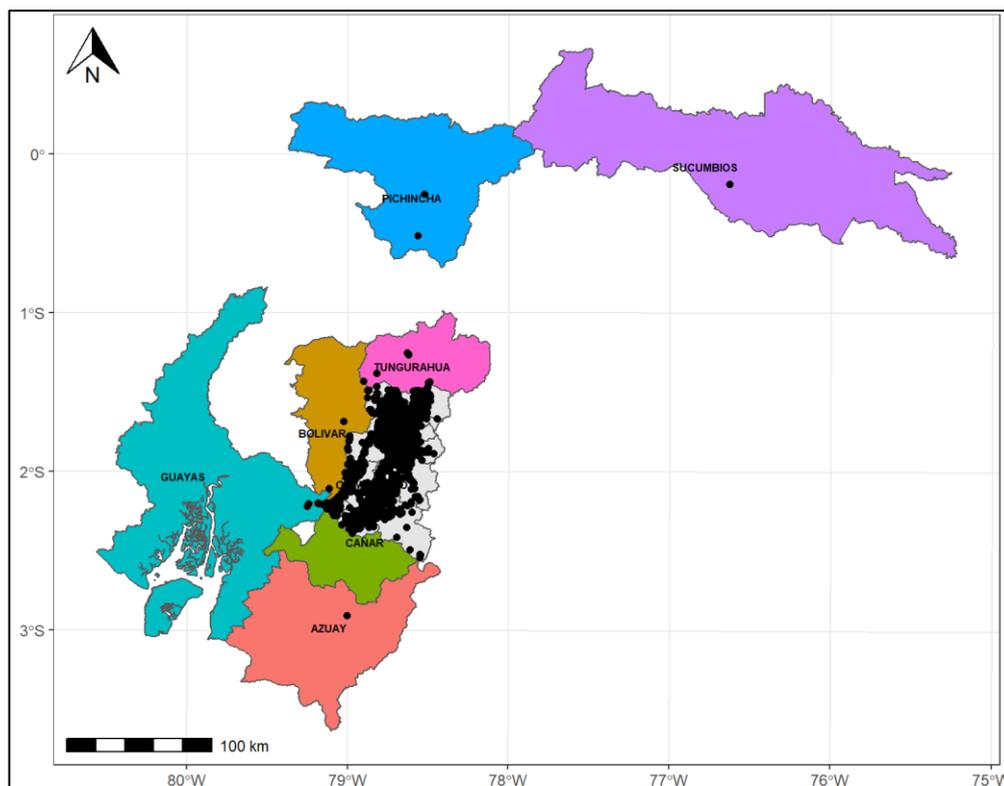
	AÑO	MES	DIA	LONGITUD	LATITUD	DELITO/TIPO	FECHA
7761	2015	ABRIL	LUNES	-78.91977	-2.288684	<NA>	2015-04-06 09:47:45
13610	2015	JUNIO	MARTES	-78.77843	-1.702832	<NA>	2015-06-16 15:55:10
13681	2015	JUNIO	MIÉRCOLES	0.00000	0.000000	<NA>	2015-06-17 13:23:32
13686	2015	JUNIO	MIÉRCOLES	-78.64683	-1.610607	<NA>	2015-06-17 13:47:50
14154	2015	JUNIO	LUNES	-78.68833	-1.646000	<NA>	2015-06-22 13:19:07
14243	2015	JUNIO	MIÉRCOLES	-78.84196	-2.180070	<NA>	2015-06-24 09:42:49
15411	2015	JULIO	MIÉRCOLES	-78.67134	-1.650547	<NA>	2015-07-08 13:54:50
15513	2015	JULIO	JUEVES	-78.68403	-1.656468	<NA>	2015-07-09 20:32:06
16972	2015	JULIO	MARTES	-78.67414	-1.644557	<NA>	2015-07-28 11:18:29
17186	2015	JULIO	VIERNES	-78.67153	-1.631835	<NA>	2015-07-31 19:53:55
27637	2015	DICIEMBRE	DOMINGO	-78.52900	-1.538205	<NA>	2015-12-06 18:23:34
28201	2015	DICIEMBRE	DOMINGO	0.00000	0.000000	<NA>	2015-12-13 13:30:17
29827	2015	Diciembre	Jueves	-78.77294	-1.742593	<NA>	2015-12-31 01:30:01

**Figura 1-3:** Matriz de datos

Realizado por: Valdez Franklin, 2021

Hay que destacar que el Software R Studio es muy sensible con los caracteres, todos deben llevar su formato, si los atributos de una variable están en minúscula o mayúscula todos deben ir igual, lo mismo pasa con las tildes, si se omite esta indicación esto puede ocasionar problemas en el análisis.

Una vez delimitado en tiempo se lo hizo en espacio, para lo cual se utilizó un *shapefile* de la provincia agregando los puntos en el mapa y mediante una unión entre estos se pudo obtener el cantón y la parroquia a la que pertenecían y de esa forma se pudo eliminar del registro a los datos con ubicaciones distintas a las deseadas (**Gráfico 1-3**). Al finalizar se analizó la variable "delito/tipo" y se encontró varios registros que no eran catalogados como delitos, más bien eran servicios que presta la Policía Nacional, razón por la cual no se los tomó en cuenta. Al final de todo esto se trabajó con 55949 datos registrados en la provincia de Chimborazo en los años 2015 – 2019.



**Gráfico 1-3:** Delitos registrados por el ECU 911 (2015-2019)

Realizado por: Valdez Franklin, 2021

**Tabla 1-3:** Número de delitos registrados por año

Años	Población	Delitos	$f_i$	$F_i$
2015	501584	29757	0,53	0,53
2016	506325	7269	0,13	0,66
2017	510935	5144	0,09	0,75
2018	515417	5468	0,10	0,85
2019	519777	8311	0,15	1,00
<b>Total</b>		<b>55949</b>	<b>1,00</b>	

Fuente: Registros del ECU 911, 2020.

Realizado por: Valdez Franklin, 2021.

En el periodo de estudio el ECU 911 ha registrado 55949 observaciones, siendo el 2015 el que mayor número presentó con 29757 que representa el 53% del total de la información. Es evidente la reducción en el número de delitos en el 2016, 2017 y 2018. Sin embargo, en el 2019 esta cifra se incrementó a diferencia de los 3 años anteriores (**Gráfico 7-3**).

Un rasgo particular cuando se trabaja con datos sobre incidentes delictivos es que no se hace un muestreo de la información, el universo está dado por la totalidad de los eventos registrados, adicionalmente cada punto representa un evento particular (Caudillo y Coronel, 2017: p. 4).

### 3.2. Análisis Estadístico

Se realizó una agrupación en base a la clasificación nacional de delitos con fines estadísticos desarrollada por el INEC en el año 2018. En base a los criterios establecidos y tomando como base la **Tabla 1-1**, se presenta a continuación el número de delitos cometidos en la provincia de Chimborazo.

**Tabla 2-3:** Clasificación nacional de los delitos periodo 2015 - 2019

Secciones	Años					$n_i$	$f_i$	$F_i$
	2015	2016	2017	2018	2019			
Sección 1	11	35	81	26	45	198	0,00	0,00
Sección 2	3124	3116	1436	1309	3104	12089	0,22	0,22
Sección 3	65	56	49	49	55	274	0,00	0,22
Sección 4	2668	1336	744	790	1173	6711	0,12	0,34
Sección 5	1259	2071	2279	3069	3515	12193	0,22	0,56
Sección 6	314	22	8	17	70	431	0,01	0,57
Sección 7	311	304	128	119	141	1003	0,02	0,59
Sección 8	8490	230	71	62	163	9016	0,16	0,75
Sección 9	2743	29	14	17	20	2823	0,05	0,80
Sección 10	76	23	15	10	25	149	0,00	0,80
Sección 11	300	47	319	0	0	666	0,01	0,81
Otro	10396	0	0	0	0	10396	0,19	1,00
<b>Total</b>	29757	7269	5144	5468	8311	55949	1,00	

Fuente: Registros del ECU 911, 2020.

Realizado por: Valdez Franklin, 2021.

**Tabla 3-3:** Resumen de estadísticas descriptivas de la sección de delitos

Secciones	Media	Mediana	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Suma
Sección 1	40	35	26	11	81	198
Sección 2	2418	3104	955	1309	3124	12089
Sección 3	55	55	7	49	65	274
Sección 4	1342	1173	782	744	2668	6711
Sección 5	2439	2279	881	1259	3515	12193
Sección 6	86	22	130	8	314	431
Sección 7	201	141	98	119	311	1003
Sección 8	1803	163	3739	62	8490	9016
Sección 9	565	20	1218	14	2743	2823
Sección 10	30	23	27	10	76	149
Sección 11	133	47	162	0	319	666
Otro	2079	0	4649	0	10396	10396

Realizado por: Valdez Franklin, 2021.

En base a la **Tabla 2-3** y **Tabla 3-3** en el año 2015 sobresalen dos secciones con mayor número de casos, la 8 “Actos contra el orden público, la autoridad y las disposiciones del Estado” con 8490 y con una media de 1803. La sección otro que son los pedidos de auxilio se encuentra presente solo en este año con 10396. Desde el 2016 al 2019 se observa un incremento notable en la sección 2 “Actos que causan daños o que tienen la intención de causar daños a las personas” y 5 “Actos contra la propiedad solamente”. La primera con 12089 registros y un promedio de 2418 por año y la segunda con 12193 y un promedio de 2439 delitos. Por otra parte en la sección 10 ocurre lo contrario con un registro de delitos de 149 y con un promedio de 30 delitos anuales (**Gráfico 8-3**).

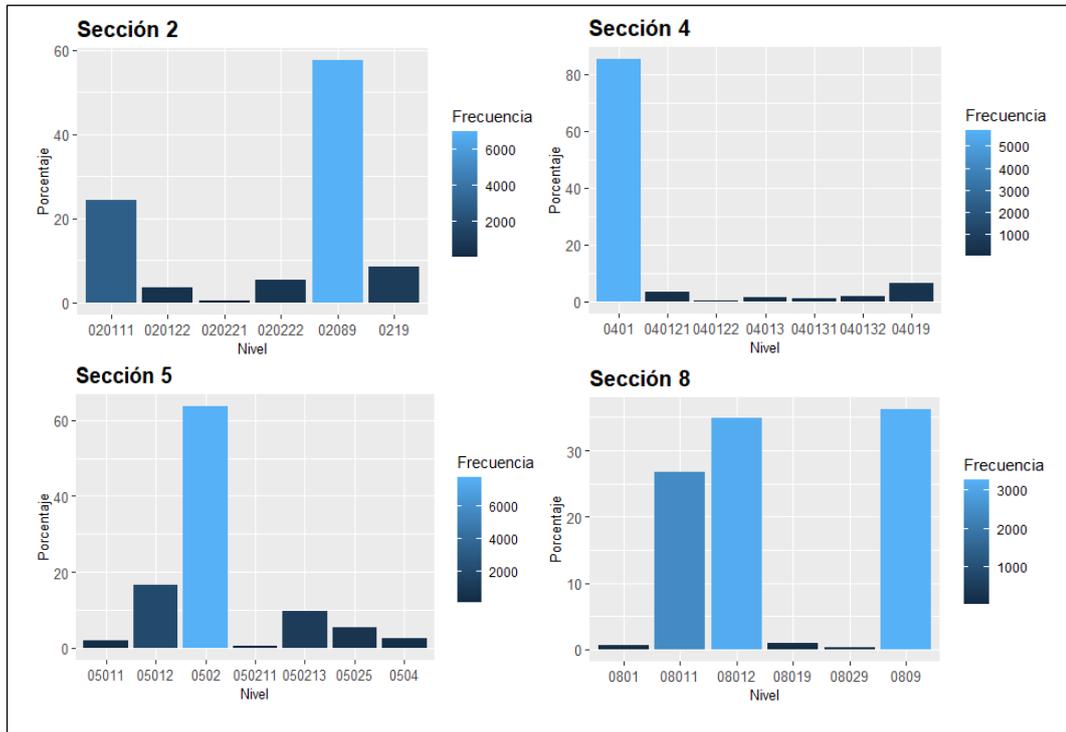
**Tabla 4-3:** Distribución estadística de los delitos del 2015 al 2019

Nivel	Delitos	2015	2016	2017	2018	2019	$n_i$	$f_i$	$F_i$
0101	Homicidio intencional	2	0	0	2	2	6	0,03	0,03
0102	Tentativa de homicidio intencional	1	4	2	0	0	7	0,04	0,07
01032	Homicidio culposo	2	1	0	4	1	8	0,04	0,11
010321	Homicidio por tránsito vehicular	0	0	0	0	16	16	0,08	0,19
0104	Suicidio asistido o incitación al suicidio	2	20	21	19	15	77	0,39	0,58
0106	Feticidio ilegal	1	3	0	1	0	5	0,03	0,60
0109	Muerte indeterminada	3	7	58	0	11	79	0,40	1,00
<b>Sección 1</b>		<b>11</b>	<b>35</b>	<b>81</b>	<b>26</b>	<b>45</b>	<b>198</b>	<b>1,00</b>	
020111	Agresión grave	1476	482	198	159	621	2936	0,24	0,24
020122	Agresión leve	33	234	180	0	0	447	0,04	0,28
020221	Amenaza grave	30	6	3	2	6	47	0,00	0,28
020222	Amenaza leve	192	95	14	0	369	670	0,06	0,34
020321	Trabajos forzados	0	0	0	1	1	2	0,00	0,34
0204	Trata de personas	1	1	0	0	0	2	0,00	0,34
02051	Extorsión o chantaje	1	1	1	0	1	4	0,00	0,34
02062	Negligencia profesional	0	0	0	0	1	1	0,00	0,34
02089	Inducir miedo o angustia emocional	1391	2297	1040	806	1421	6955	0,58	0,92
0219	Otros actos que causan daño	0	0	0	341	684	1025	0,08	1,00
<b>Sección 2</b>		<b>3124</b>	<b>3116</b>	<b>1436</b>	<b>1309</b>	<b>3104</b>	<b>12089</b>	<b>1,00</b>	
0301	Violencia sexual	0	0	0	4	1	5	0,02	0,02
03011	Violación	40	37	18	14	17	126	0,46	0,48
030122	Agresión sexual no física	22	19	28	30	35	134	0,49	0,97
0302	Explotación sexual	1	0	0	0	0	1	0,00	0,97
0309	Otros actos de naturaleza sexual	2	0	3	1	2	8	0,03	1,00
<b>Sección 3</b>		<b>65</b>	<b>56</b>	<b>49</b>	<b>49</b>	<b>55</b>	<b>274</b>	<b>1,00</b>	
0401	Robo	2537	973	527	690	998	5725	0,85	0,85
040121	Robo de automóviles	40	95	58	17	30	240	0,04	0,89
040122	Robo en carreteras	3	3	11	2	7	26	0,00	0,89
04013	Robo a establecimiento o instituciones	15	35	11	10	18	89	0,01	0,91
040131	Robo a instituciones financieras	0	2	1	25	51	79	0,01	0,92
040132	Robo a instituciones no financieras	23	46	37	6	10	122	0,02	0,94
04019	Otros actos de robo	50	182	99	40	59	430	0,06	1,00
<b>Sección 4</b>		<b>2668</b>	<b>1336</b>	<b>744</b>	<b>790</b>	<b>1173</b>	<b>6711</b>	<b>1,00</b>	
05011	Robo en locales comerciales	76	98	70	0	0	244	0,02	0,02
05012	Robo en domicilios particulares	331	490	402	360	433	2016	0,17	0,19
0502	Hurto	388	1058	1312	2422	2572	7752	0,64	0,82
050211	Hurto de vehículos	6	0	15	13	23	57	0,00	0,83
050213	Hurto de piezas de vehículos	129	307	280	137	322	1175	0,10	0,92
05022	Hurto de bienes personales	0	0	0	0	2	2	0,00	0,92
05025	Hurto de ganado	94	117	135	136	163	645	0,05	0,98
0504	Daños a la propiedad	234	0	65	1	0	300	0,02	1,00

05042	Daños a bienes personales	1	1	0	0	0	2	0,00	1,00
<b>Sección 5</b>		<b>1259</b>	<b>2071</b>	<b>2279</b>	<b>3069</b>	<b>3515</b>	<b>12193</b>	<b>1,00</b>	
060111	Posesión, adquisición o uso ilícito de drogas	8	16	8	2	22	56	0,13	0,13
06012	Tráfico, cultivo o producción ilícita de drogas no destinados al consumo personal	254	0	0	8	41	303	0,70	0,83
060121	Tráfico ilícito de drogas	30	6	0	7	7	50	0,12	0,95
06019	Otros actos ilícitos relacionados con drogas	22	0	0	0	0	22	0,05	1,00
<b>Sección 6</b>		<b>314</b>	<b>22</b>	<b>8</b>	<b>17</b>	<b>70</b>	<b>431</b>	<b>1,00</b>	
0701	Fraude	0	0	0	3	2	5	0,00	0,00
07019	Otros actos de fraude	220	101	54	54	55	484	0,48	0,49
07021	Falsificación de medios de pago	0	2	3	0	2	7	0,01	0,49
070211	Falsificación de medios de pago en efectivo	32	7	6	2	4	51	0,05	0,55
07023	Falsificación de documentos	6	1	2	2	2	13	0,01	0,56
07033	Abuso de funciones	53	193	62	53	76	437	0,44	0,99
07049	Otros actos de engaño	0	0	1	5	0	6	0,01	1,00
<b>Sección 7</b>		<b>311</b>	<b>304</b>	<b>128</b>	<b>119</b>	<b>141</b>	<b>1003</b>	<b>1,00</b>	
0801	Actos contrarios a las normas de conducta del orden público	52	0	0	0	0	52	0,01	0,01
08011	Alteración violenta del orden público	2417	0	0	0	0	2417	0,27	0,27
08012	Normas y preceptos sociales y religiosos	3155	0	0	0	0	3155	0,35	0,62
08019	Otros actos contrarios a las normas de conducta del orden público	81	0	0	0	0	81	0,01	0,63
08022	Delito de pornografía	0	0	0	0	1	1	0,00	0,63
08029	Actos contrarios a las normas de conducta sexual	17	0	0	2	11	30	0,00	0,64
08042	Actos contrarios a las disposiciones comerciales o financieras	1	0	0	0	0	1	0,00	0,64
08044	Contrabando de bienes	4	0	0	0	1	5	0,00	0,64
08045	Manipulación del mercado	9	0	0	0	0	9	0,00	0,64
08062	Incumplimiento de órdenes judiciales	1	1	0	0	0	2	0,00	0,64
0809	Otros aspectos contra el orden público	2753	229	71	60	150	3263	0,36	1,00
<b>Sección 8</b>		<b>8490</b>	<b>230</b>	<b>71</b>	<b>62</b>	<b>163</b>	<b>9016</b>	<b>1,00</b>	
09	Persona sospechosa	2568	0	0	0	0	2568	0,91	0,91
090111	Posesión o uso de armas explosivas	16	7	1	1	0	25	0,01	0,92
090122	Tráfico de armas o explosivos	4	1	0	0	0	5	0,00	0,92
090129	Otros actos relacionados con el tráfico de armas y explosivos	127	20	13	14	20	194	0,07	0,99
0904	Actos contra la seguridad del Estado	0	1	0	0	0	1	0,00	0,99
0905	Grupos delictivos organizados	26	0	0	2	0	28	0,01	1,00
09051	Participación en un grupo delictivo organizado	2	0	0	0	0	2	0,00	1,00
<b>Sección 9</b>		<b>2743</b>	<b>29</b>	<b>14</b>	<b>17</b>	<b>20</b>	<b>2823</b>	<b>1,00</b>	
1003	Comercio o posesión de especies protegidas o amenazadas de fauna y flora	22	1	1	1	2	27	0,18	0,18
10039	Otra forma de comercio de especies protegidas de fauna y flora	0	0	11	0	2	13	0,09	0,27
10091	Actos contra los animales	54	22	3	9	21	109	0,73	1,00
<b>Sección 10</b>		<b>76</b>	<b>23</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>25</b>	<b>149</b>	<b>1,00</b>	
110131	Homicidio o tentativa de causar muerte en conflictos armados	1	0	311	0	0	312	0,47	0,47
110134	Actos contra la libertad humana en conflictos armados	281	47	8	0	0	336	0,50	0,97

11021	Delitos en razón de menor de edad	18	0	0	0	0	18	0,03	1,00
<b>Sección 11</b>		<b>300</b>	<b>47</b>	<b>319</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>666</b>	<b>1,00</b>	
Otro	Pedido de auxilio	10396	0	0	0	0	10396	1,00	

Realizado por: Valdez Franklin, 2021.



**Gráfico 2-3:** Frecuencia de los delitos más comunes

Realizado por: Valdez Franklin, 2021

En la **Tabla 4-3** se aprecia una degradación de color rojo, esta tonalidad se la usó para observar de manera más específica el tipo y el número de delitos con mayor frecuencia en cada sección, sobresaliendo la 2, 4, 5 y 8. En el **Gráfico 2-3** se observa los tipos de delitos representados por su código, que no es un valor arbitrario, se basó en el CNDE para su análisis. En el primero sobresale el 02089 (inducir miedo o angustia emocional) con el 58%. En el segundo el 0401 (robo) con el 85%. En el tercero el 0502 (hurto) se destaca con el 64% y en la última el 0809 (los aspectos contra el orden público) y el 08012 (normas y perceptos sociales y religiosos) predominan con el 36% y el 35% respectivamente.

**Tabla 5-3:** Distribución estadística de la clasificación por cantones

Secciones	Alausí	Chambo	Chunchi	Colta	Cumandá	Guamote	Guano	Pallatanga	Penipe	Riobamba	$n_i$	$f_i$	$F_i$
Sección 1	20	3	5	12	3	11	19	5	5	115	<b>198</b>	0,00	0,00
Sección 2	501	317	207	347	299	432	938	202	157	8689	<b>12089</b>	0,22	0,22
Sección 3	13	6	5	5	11	7	18	7	3	199	<b>274</b>	0,00	0,22
Sección 4	137	47	40	159	129	101	327	69	43	5659	<b>6711</b>	0,12	0,34
Sección 5	258	141	81	252	165	172	812	121	108	10083	<b>12193</b>	0,22	0,56
Sección 6	6	1	5	2	21	8	4	3	2	379	<b>431</b>	0,01	0,57
Sección 7	35	10	9	20	10	33	42	13	8	823	<b>1003</b>	0,02	0,59
Sección 8	365	204	141	217	176	251	546	132	94	6890	<b>9016</b>	0,16	0,75
Sección 9	72	36	29	63	52	55	140	33	19	2324	<b>2823</b>	0,05	0,80
Sección 10	3	4	4	12	1	5	11	4	1	104	<b>149</b>	0,00	0,80
Sección 11	20	16	6	23	10	29	30	7	1	524	<b>666</b>	0,01	0,81
Otro	325	145	100	247	131	238	512	160	68	8470	<b>10396</b>	0,19	1,00
<b>TOTAL</b>	<b>1755</b>	<b>930</b>	<b>632</b>	<b>1359</b>	<b>1008</b>	<b>1342</b>	<b>3399</b>	<b>756</b>	<b>509</b>	<b>44259</b>	<b>55949</b>	1,00	

Fuente: Registros del ECU 911, 2020.

Realizado por: Valdez Franklin, 2021.

**Tabla 6-3:** Distribución estadística de los delitos de los cantones por año

Años	Alausí	Chambo	Chunchi	Colta	Cumandá	Guamote	Guano	Pallatanga	Penipe	Riobamba	$n_i$	$f_i$	$F_i$
2015	1001	529	341	781	498	752	1629	432	246	23548	<b>29757</b>	0,53	0,53
2016	244	141	96	177	157	205	572	96	85	5496	<b>7269</b>	0,13	0,66
2017	170	86	59	132	97	121	370	61	57	3991	<b>5144</b>	0,09	0,75
2018	136	62	57	103	105	96	390	72	37	4410	<b>5468</b>	0,10	0,85
2019	204	112	79	166	151	168	438	95	84	6814	<b>8311</b>	0,15	1,00
	<b>1755</b>	<b>930</b>	<b>632</b>	<b>1359</b>	<b>1008</b>	<b>1342</b>	<b>3399</b>	<b>756</b>	<b>509</b>	<b>44259</b>	<b>55949</b>	1,00	

Realizado por: Valdez Franklin, 2021.

**Tabla 7-3:** Resumen estadísticas descriptivas de los delitos por cantones

Estadísticas Descriptivas	Media	Mediana	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Suma
Alausí	351	204	366	136	1001	1755
Chambo	186	112	194	62	529	930
Chunchi	126	79	121	57	341	632
Colta	272	166	286	103	781	1359
Cumandá	202	151	168	97	498	1008
Guamote	269	168	274	96	752	1342
Guano	680	438	536	370	1629	3399
Pallatanga	151	95	158	61	432	756
Penipe	102	84	83	37	246	509
Riobamba	8852	5496	8288	3991	23548	44259

Realizado por: Valdez Franklin, 2021.

En la **Tabla 7-3** se observa que el cantón con mayor número de registros es Riobamba, con 44259 delitos una media de 8852 y una mediana de 5496 por año. En segundo lugar, se encuentra el cantón Guano con un total de 3399 una media de 680 y mediana de 438. En contraste a estos cantones, Penipe y Chunchi presentan registros de 509 y 632 respectivamente. Como se determinó en la **Tabla 5-3** las secciones 2, 4, 5, 8 y otros son las de mayor frecuencia en cada cantón, aunque en menor proporción. Sin embargo, estas agrupan el 91% de los delitos registrados.

### Análisis de las parroquias

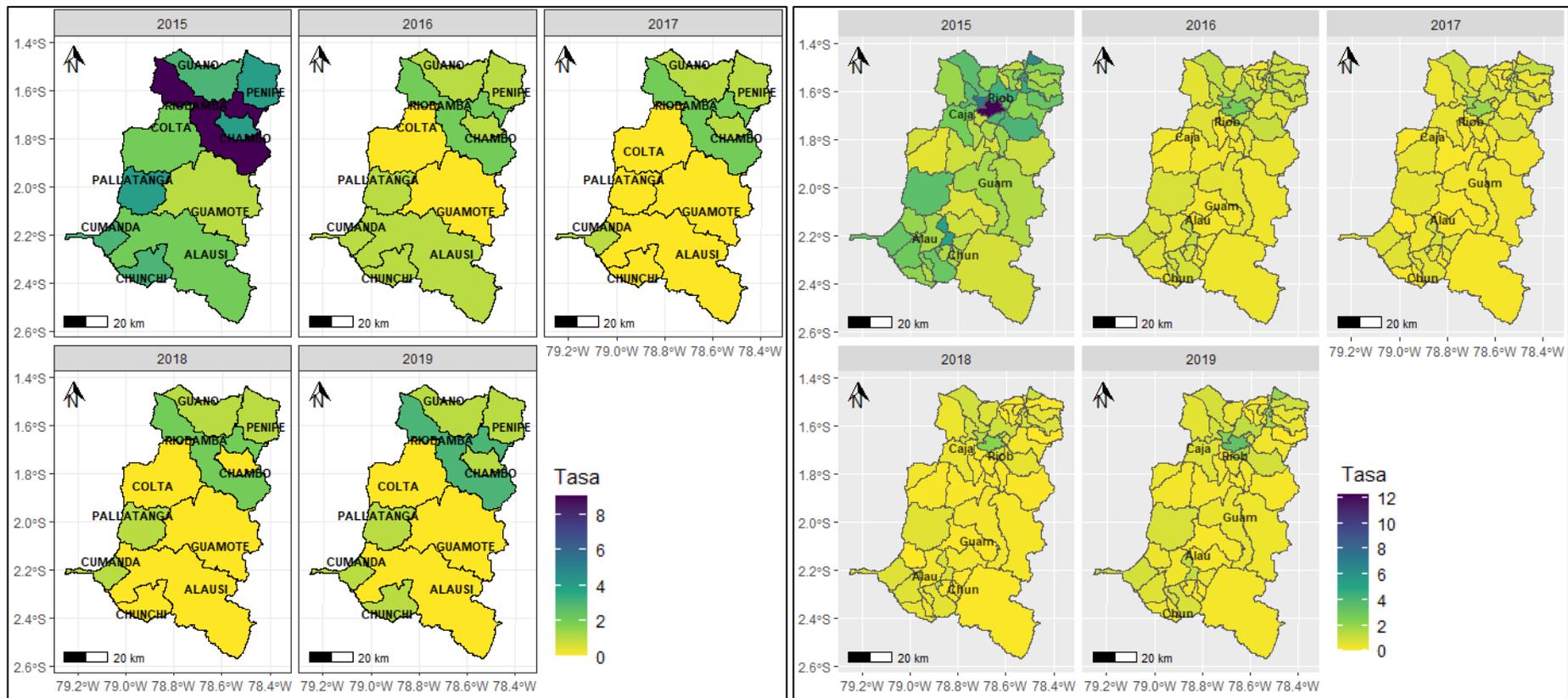
Chimborazo cuenta con 61 parroquias entre urbanas y rurales, en este estudio se trabajó con 55 que estaban debidamente georreferenciadas.

**Tabla 8-3:** Distribución de los delitos por parroquias

PARROQUIAS	ZONA	2015	2016	2017	2018	2019	$n_i$	$f_i$	$F_i$
Achupallas	Rural	91	34	16	7	20	168	0,10	0,10
Alausí	Urbana	550	122	87	75	124	958	0,55	0,64
Guasuntos	Rural	37	8	14	2	8	69	0,04	0,68
Huigra	Rural	72	13	15	15	15	130	0,07	0,75
Multitud	Rural	43	14	2	0	7	66	0,04	0,79
Pistishí	Rural	11	3	3	4	1	22	0,01	0,81
Pumallacta	Rural	14	4	4	0	1	23	0,01	0,82
Sevilla	Rural	13	2	1	2	1	19	0,01	0,83
Sibambe	Rural	67	19	13	9	10	118	0,07	0,90
Tixán	Rural	103	25	15	22	17	182	0,10	1,00
<b>Alausí</b>		<b>1001</b>	<b>244</b>	<b>170</b>	<b>136</b>	<b>204</b>	<b>1755</b>	<b>1,00</b>	
Capzol	Rural	23	8	6	4	7	48	0,08	0,08
Chunchi	Urbana	237	61	40	39	59	436	0,69	0,77
Compud	Rural	14	8	2	3	3	30	0,05	0,81
Gonzol	Rural	28	13	9	3	4	57	0,09	0,90
Llagos	Rural	39	6	2	8	6	61	0,10	1,00

<b>Chunchi</b>		<b>341</b>	<b>96</b>	<b>59</b>	<b>57</b>	<b>79</b>	<b>632</b>	<b>1,00</b>	
Cañi	Rural	8	3	1	2	3	17	0,01	0,01
Columbe	Rural	158	41	21	20	29	269	0,20	0,21
Juan De Velasco	Rural	21	8	18	4	9	60	0,04	0,25
Santiago De Quito	Rural	82	8	13	9	15	127	0,09	0,35
Villa La Unión Cajabamba	Urbana	512	117	79	68	110	886	0,65	1,00
<b>Colta</b>		<b>781</b>	<b>177</b>	<b>132</b>	<b>103</b>	<b>166</b>	<b>1359</b>	<b>1,00</b>	
Cebadas	Rural	145	30	27	14	32	248	0,18	0,18
Guamote	Urbana	506	143	74	71	115	909	0,68	0,86
Palmira	Rural	101	32	20	11	21	185	0,14	1,00
<b>Guamote</b>		<b>752</b>	<b>205</b>	<b>121</b>	<b>96</b>	<b>168</b>	<b>1342</b>	<b>1,00</b>	
Guanando	Rural	12	3	2	1	4	22	0,01	0,01
Guano	Urbana	782	276	163	172	229	1622	0,48	0,48
Ilapo	Rural	36	11	5	4	6	62	0,02	0,50
La Providencia	Rural	7	2	3	3	3	18	0,01	0,51
San Andrés	Rural	533	186	139	135	126	1119	0,33	0,84
San Gerardo De Pacaicaguán	Rural	93	40	20	37	40	230	0,07	0,90
San Isidro De Patulú	Rural	113	37	26	34	22	232	0,07	0,97
San José Del Chazo	Rural	28	10	5	2	4	49	0,01	0,99
Santa Fe De Galán	Rural	21	4	6	2	4	37	0,01	1,00
Valparaíso	Rural	4	3	1	0	0	8	0,00	1,00
<b>Guano</b>		<b>1629</b>	<b>572</b>	<b>370</b>	<b>390</b>	<b>438</b>	<b>3399</b>	<b>1,00</b>	
Bilbao	Rural	13	2	1	2	4	22	0,04	0,04
El Altar	Rural	23	15	5	6	6	55	0,11	0,15
La Candelaria	Rural	16	4	3	0	0	23	0,05	0,20
Matus	Rural	21	10	6	7	4	48	0,09	0,29
Penipe	Urbana	100	35	24	16	37	212	0,42	0,71
Puela	Rural	16	6	8	1	6	37	0,07	0,78
San Antonio De Bayushig	Rural	57	13	10	5	27	112	0,22	1,00
<b>Penipe</b>		<b>246</b>	<b>85</b>	<b>57</b>	<b>37</b>	<b>84</b>	<b>509</b>	<b>1,00</b>	
Cacha	Rural	41	8	5	4	7	65	0,00	0,00
Calpi	Rural	265	73	42	59	62	501	0,01	0,01
Cubijfes	Rural	89	31	13	18	23	174	0,00	0,02
Flores	Rural	39	13	6	7	6	71	0,00	0,02
Lican	Rural	653	210	159	117	215	1354	0,03	0,05
Licto	Rural	171	48	22	14	23	278	0,01	0,06
Pungala	Rural	70	27	14	6	11	128	0,00	0,06
Punín	Rural	103	32	23	11	27	196	0,00	0,06
Quimiag	Rural	130	34	21	12	18	215	0,00	0,07
Riobamba	Urbana	21286	4816	3548	4034	6158	39842	0,90	0,97
San Juan	Rural	157	44	30	28	46	305	0,01	0,97
San Luis	Rural	544	160	108	100	218	1130	0,03	1,00
<b>Riobamba</b>		<b>23548</b>	<b>5496</b>	<b>3991</b>	<b>4410</b>	<b>6814</b>	<b>44259</b>	<b>1,00</b>	
Pallatanga	Urbana	432	96	61	72	95			
Chambo	Urbana	529	141	86	62	112			
Cumandá	Urbana	498	157	97	105	151			

Realizado por: Valdez Franklin, 2021.



**Gráfico 3-3:** Tasa de delitos por cantón y parroquia

Realizado por: Valdez Franklin, 2021

Riobamba es por mucho el cantón con mayor número de delitos, registra el 79% de los ocurridos en la provincia, en menor densidad le sigue el cantón Guano con el 6%. En contraparte, Chunchi, Pallatanga y Penipe son cantones que registran el 1% de todo Chimborazo.

Se observa (**Tabla 8-3**) que el mayor número de delitos ocurre en las zonas urbanas de la provincia, vale mencionar que las parroquias urbanas por lo general llevan el mismo nombre del cantón, por lo que en este contexto Riobamba, Alausí, Chunchi, Cajabamba y Guamote concentran más del 50% de los delitos. Pallatanga, Chambo y Cumandá no establecen divisiones políticas de parroquias, por ende, en estos cantones no se realizó este análisis, sin embargo, los delitos tienden a agruparse en sus cabeceras cantonales.

El **Gráfico 3-3** muestra la tasa de delitos por cada 100 habitantes, que se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Tasa de delitos} = \frac{\text{Número de delitos}}{\text{Total habitantes}} * 100$$

Una consideración importante en esta tasa es que se vio reducida en los cantones y esto se debe a la cantidad de población existe en ellos y a la concentración de delitos en parroquias específicas. La disminución de la tasa de delitos en la provincia es evidente. La zona urbana de Riobamba conformada por Veloz, Velasco, Maldonado, Lizarzaburu y Yaruquíes, son las parroquias con mayor número de delitos; en el año 2015, 12 de cada 100 personas sufrieron algún tipo de delito, esta cifra se redujo a 4 personas en el año 2019. De las parroquias rurales sobresale Lican que, en el año 2015, 7 de cada 100 personas fueron víctimas de un delito y en el año 2019 ésta disminuyó a 3 por cada 100.

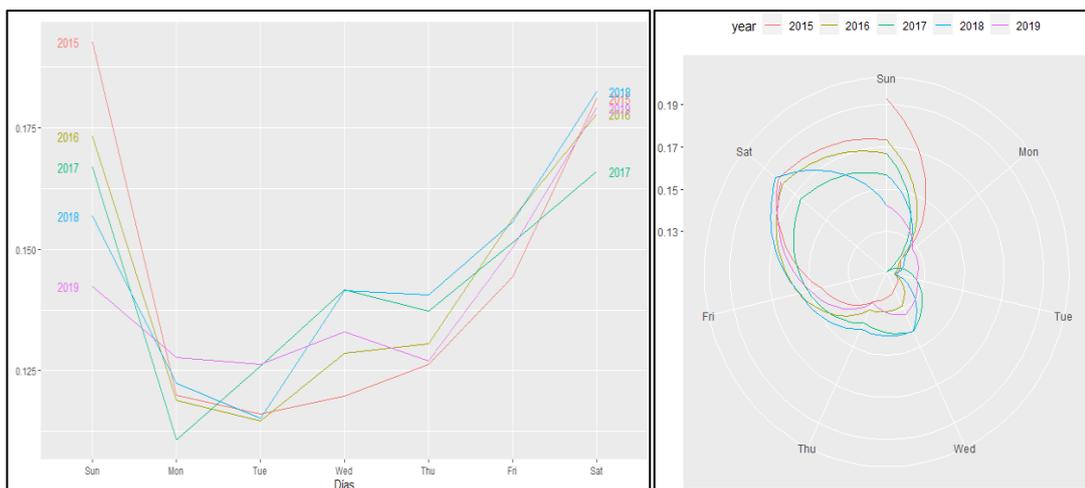
### Análisis Temporal

Se enfoca en el estudio estadístico de una sucesión de datos medidos y determinados en momentos establecidos ordenados de forma cronológica.

**Tabla 9-3:** Distribución estadística de frecuencia variable día

Días	2015	2016	2017	2018	2019	$n_i$	$f_i$	$F_i$
Lunes	3570	864	570	669	1061	6734	0,12	0,12
Martes	3454	834	648	630	1050	6616	0,12	0,24
Miércoles	3566	935	729	774	1105	7109	0,13	0,37
Jueves	3756	949	706	769	1055	7235	0,13	0,49
Viernes	4294	1136	779	851	1249	8309	0,15	0,64
Sábado	5386	1292	854	997	1488	10017	0,18	0,82
Domingo	5731	1259	858	778	1303	9929	0,18	1,00
<b>TOTAL</b>	<b>29757</b>	<b>7269</b>	<b>5144</b>	<b>5468</b>	<b>8311</b>	<b>55949</b>	<b>1,00</b>	

Realizado por: Valdez Franklin, 2021.



**Gráfico 4-3:** Frecuencias relativas de delitos por días

Realizado por: Valdez Franklin, 2021

Se realizó una distribución estadística de los días con el objetivo de determinar los que presentan una mayor frecuencia. En la **Tabla 9-3** se aprecia que los días viernes, sábados y domingos son los que presentan mayor cantidad de delitos con 8309, 10017 y 9929 respectivamente representando el 15%, 18% y 18% respectivamente, lo que se traduce a que en los fines de semana se ha registrado 28255 delitos que es el 50% del total. En el **Gráfico 4-3** se corrobora tal información, destacando que sin importar el año los delitos entre semana tienden a crecer siendo el sábado y domingo los puntos máximos (**Gráfico 10-3**).

Además, se determinó en qué medida, y cuál es su tasa de crecimiento anual semanal de los 5 años estudiados.

**Tabla 10-3:** Crecimiento semanal de los delitos

	2015	2016	2017	2018	2019
<b>Tasa de crecimiento</b>	0,61	0,46	0,51	0,16	0,23

Realizado por: Valdez Franklin, 2021.

**Tabla 11-3:** Resumen estadísticas descriptivas de la variable días

Estadísticas Descriptivas	2015	2016	2017	2018	2019
<b>Media</b>	82	20	14	15	23
<b>Mediana</b>	76	19	14	14	22
<b>Moda</b>	67	14	13	12	20
<b>Desviación estándar</b>	23	8	5	7	7
<b>Mínimo</b>	39	4	0	0	7
<b>Máximo</b>	178	68	29	37	46
<b>Suma</b>	29757	7269	5144	5468	8311
<b>Cuenta</b>	365	365	365	365	365

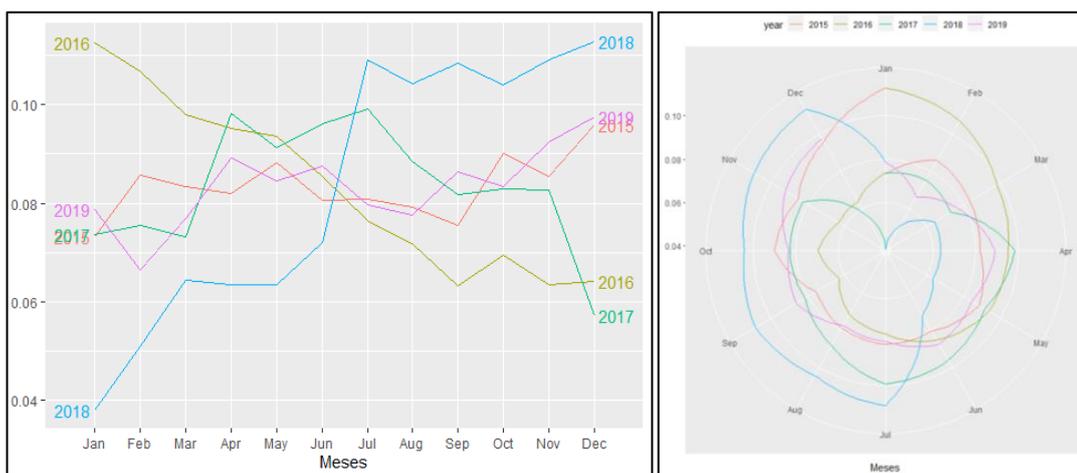
Realizado por: Valdez Franklin, 2021.

Como se puede observar en la **Tabla 10-3** y **Tabla 11-3** el año 2015 registró en promedio 82 delitos por día, con una mediana de 76 y con una tasa de crecimiento del 61%. En contraste, el año 2017 presentó un total de 5144 delitos, con una media y una mediana de 14 y con una tasa de crecimiento del 51%.

**Tabla 12-3:** Distribución estadística de frecuencias variable mes

Mes	2015	2016	2017	2018	2019	$n_i$	$f_i$	$F_i$
Enero	2176	819	379	207	654	4235	0,08	0,08
Febrero	2553	777	388	278	552	4548	0,08	0,16
Marzo	2480	713	376	352	638	4559	0,08	0,24
Abril	2438	692	506	347	741	4724	0,08	0,32
Mayo	2629	681	470	347	702	4829	0,09	0,41
Junio	2400	621	495	394	728	4638	0,08	0,49
Julio	2407	555	510	597	662	4731	0,08	0,58
Agosto	2355	522	455	570	645	4547	0,08	0,66
Septiembre	2246	459	420	593	718	4436	0,08	0,74
Octubre	2680	505	426	569	692	4872	0,09	0,82
Noviembre	2541	460	425	597	768	4791	0,09	0,91
Diciembre	2852	465	294	617	811	5039	0,09	1,00
<b>Total</b>	<b>29757</b>	<b>7269</b>	<b>5144</b>	<b>5468</b>	<b>8311</b>	<b>55949</b>	<b>1,00</b>	

Realizado por: Valdez Franklin, 2021.



**Gráfico 5-3:** Frecuencias relativas de delitos por meses

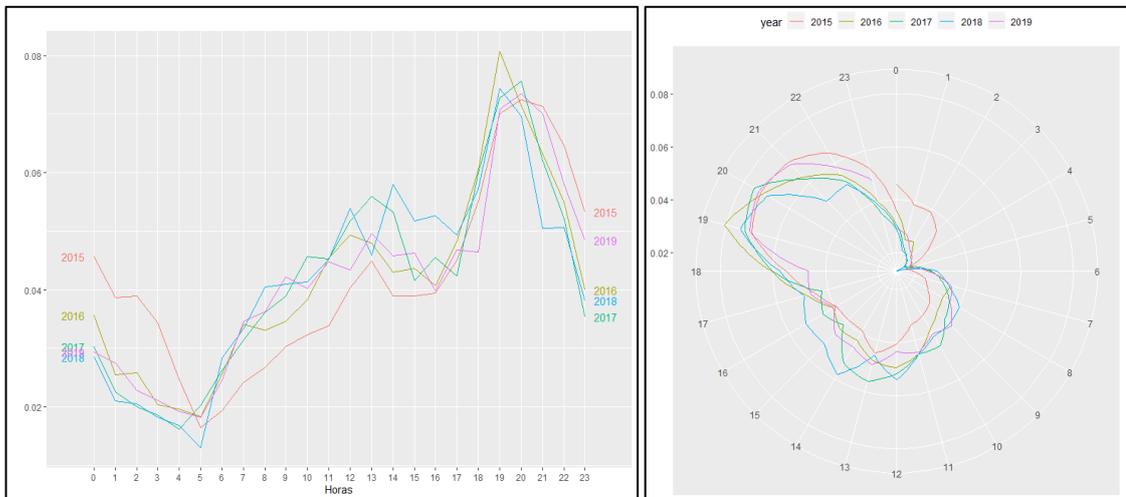
Realizado por: Valdez Franklin, 2021

En la **Tabla 12-3** se muestra que las frecuencias relativas son muy similares con una variación del 1% entre ellos. Es decir, los meses no influyen en el aumento o disminución de este fenómeno social. En el **Gráfico 5-3** se observa que los años 2016 y 2017 comienzan con una alta frecuencia relativa en los delitos y termina con una reducción, mientras que los años 2015, 2018 y 2019 ocurre lo contrario, hubo un incremento en la frecuencia de los delitos llegando a su punto máximo en el mes de diciembre (**Gráfico 9-3**).

**Tabla 13-3:** Distribución estadística de frecuencias variable hora

Hora	2015	2016	2017	2018	2019	$n_i$	$f_i$	$F_i$
0:00	1358	259	156	156	244	2173	0,04	0,04
1:00	1152	185	116	115	229	1797	0,03	0,07
2:00	1158	188	103	112	189	1750	0,03	0,10
3:00	1021	148	96	100	176	1541	0,03	0,13
4:00	735	143	83	92	160	1213	0,02	0,15
5:00	489	133	104	71	151	948	0,02	0,17
6:00	578	186	135	155	204	1258	0,02	0,19
7:00	720	248	162	182	288	1600	0,03	0,22
8:00	796	241	186	221	301	1745	0,03	0,25
9:00	903	252	200	224	351	1930	0,03	0,29
10:00	963	278	235	226	334	2036	0,04	0,32
11:00	1009	330	233	247	372	2191	0,04	0,36
12:00	1199	359	266	295	361	2480	0,04	0,41
13:00	1337	349	288	251	412	2637	0,05	0,45
14:00	1159	313	274	317	381	2444	0,04	0,50
15:00	1158	317	214	283	385	2357	0,04	0,54
16:00	1175	296	234	288	331	2324	0,04	0,58
17:00	1341	350	218	270	389	2568	0,05	0,63
18:00	1637	440	309	313	386	3085	0,06	0,68
19:00	2085	587	374	407	589	4042	0,07	0,75
20:00	2156	519	389	381	611	4056	0,07	0,83
21:00	2121	459	319	276	582	3757	0,07	0,89
22:00	1922	399	268	277	482	3348	0,06	0,95
23:00	1585	290	182	209	403	2669	0,05	<b>1,00</b>
	<b>29757</b>	<b>7269</b>	<b>5144</b>	<b>5468</b>	<b>8311</b>	<b>55949</b>	<b>1,00</b>	

Realizado por: Valdez Franklin, 2021.



**Gráfico 6-3:** Frecuencias relativas de delitos por horas

Realizado por: Valdez Franklin, 2021

Tomando como referencia la **Tabla 13-3** se aprecia que a primeras horas de la mañana ocurren muy pocos delitos, pero a medida que avanza el tiempo estos se incrementan. Específicamente las 05:00 es el punto mínimo de partida, llegando a su punto máximo a las 19:00 y 20:00 que es donde se registra mayor número de delitos (**Gráfico 6-3**).

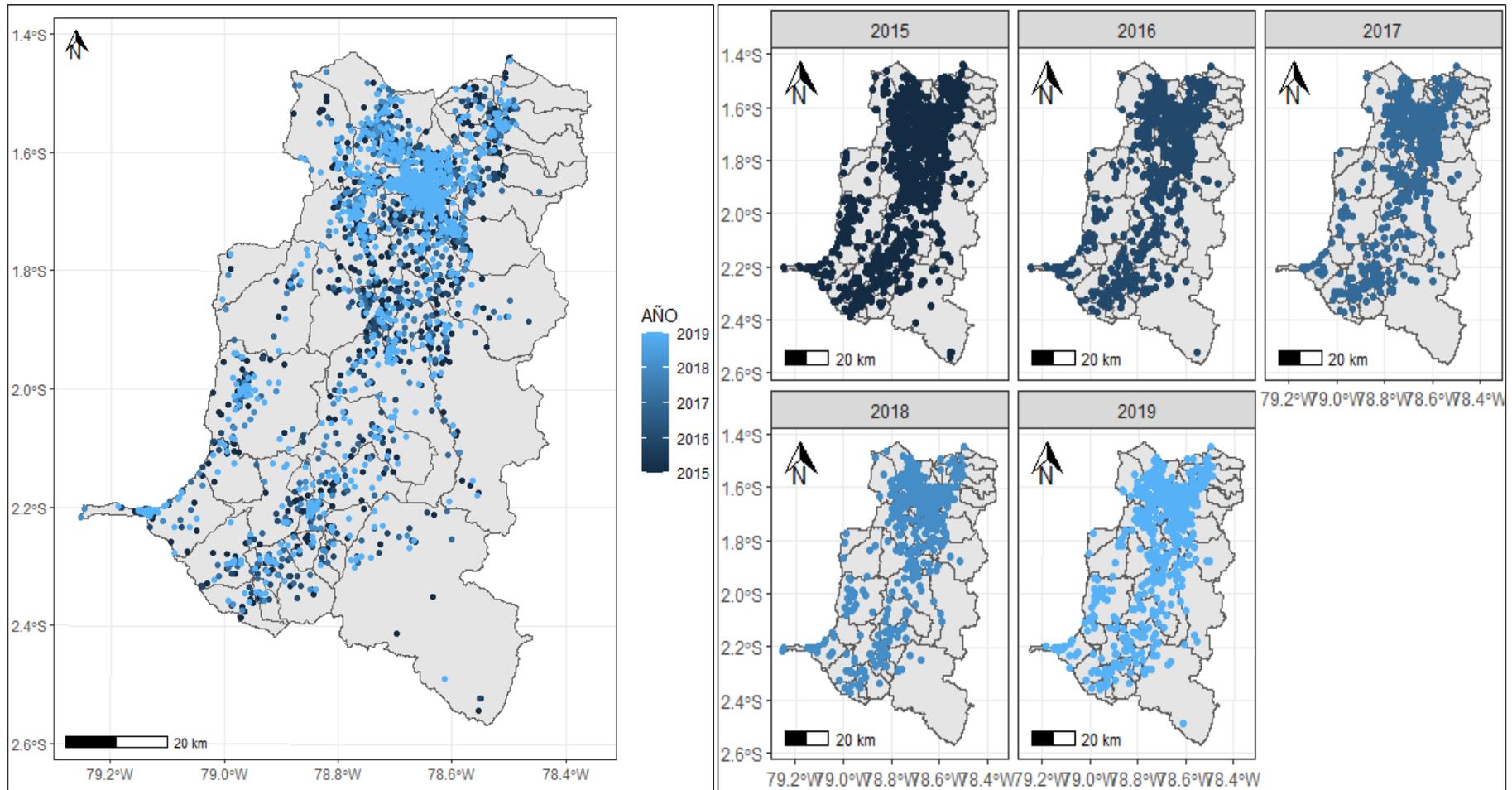
Para tener una idea más específica se realizó una clasificación por partes del día, obtenido la siguiente tabla:

**Tabla 14-3:** Distribución estadística de frecuencia por segmento del día

	<b>Hora</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b><math>n_i</math></b>	<b><math>f_i</math></b>	<b><math>F_i</math></b>
Madrugada	0:00 a 06:00	5913	1056	658	646	1149	9422	0,17	0,17
Mañana	06:00 a 12:00	4969	1535	1151	1255	1850	10760	0,19	0,36
Tarde	12:00 a 18:00	7369	1984	1494	1704	2259	14810	0,26	0,63
Noche	18:00 a 24:00	11506	2694	1841	1863	3053	20957	0,37	1,00
		<b>29757</b>	<b>7269</b>	<b>5144</b>	<b>5468</b>	<b>8311</b>	<b>55949</b>	<b>1,00</b>	

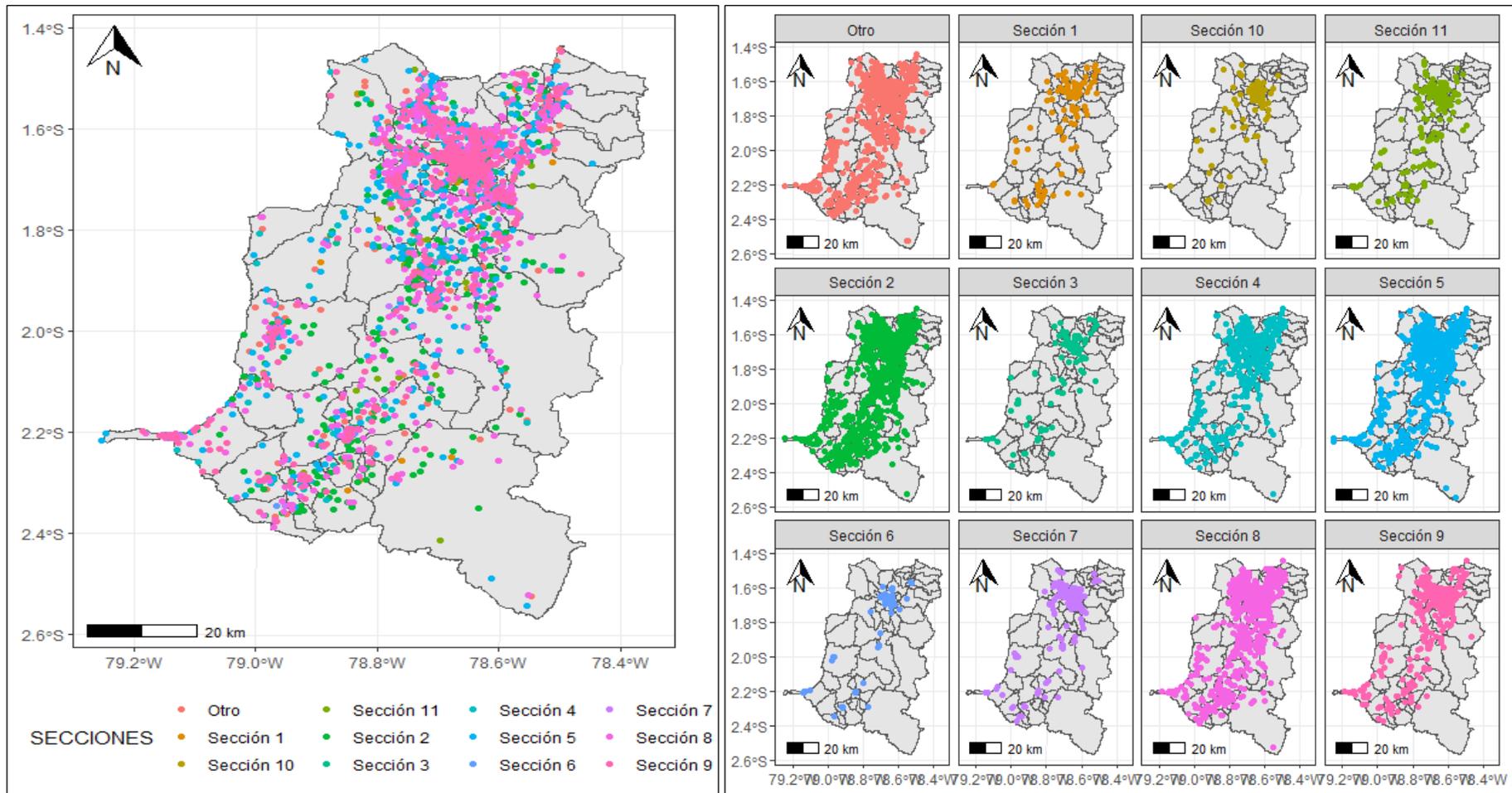
**Realizado por:** Valdez Franklin, 2021.

Para establecer un horario se representó los datos en la **Tabla 14-3**, donde se observa que es en la tarde y noche que se llega al punto máximo de los delitos con el 26% y 37% respectivamente, por tal motivo las entidades de seguridad ciudadana deberían centrar sus esfuerzos en estas horas.



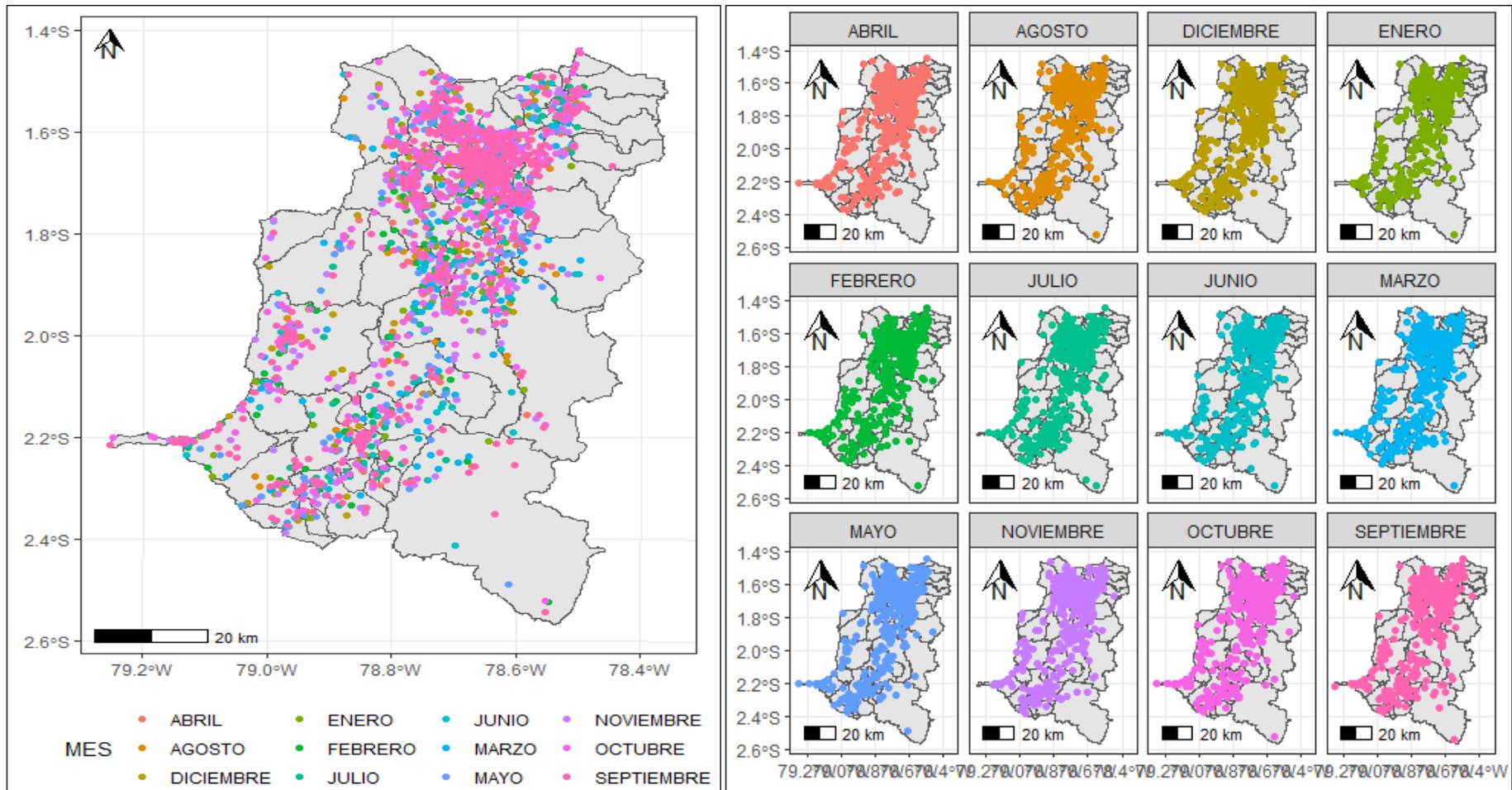
**Gráfico 7-3:** Distribución espacial de delitos por año

Realizado por: Valdez Franklin, 2021



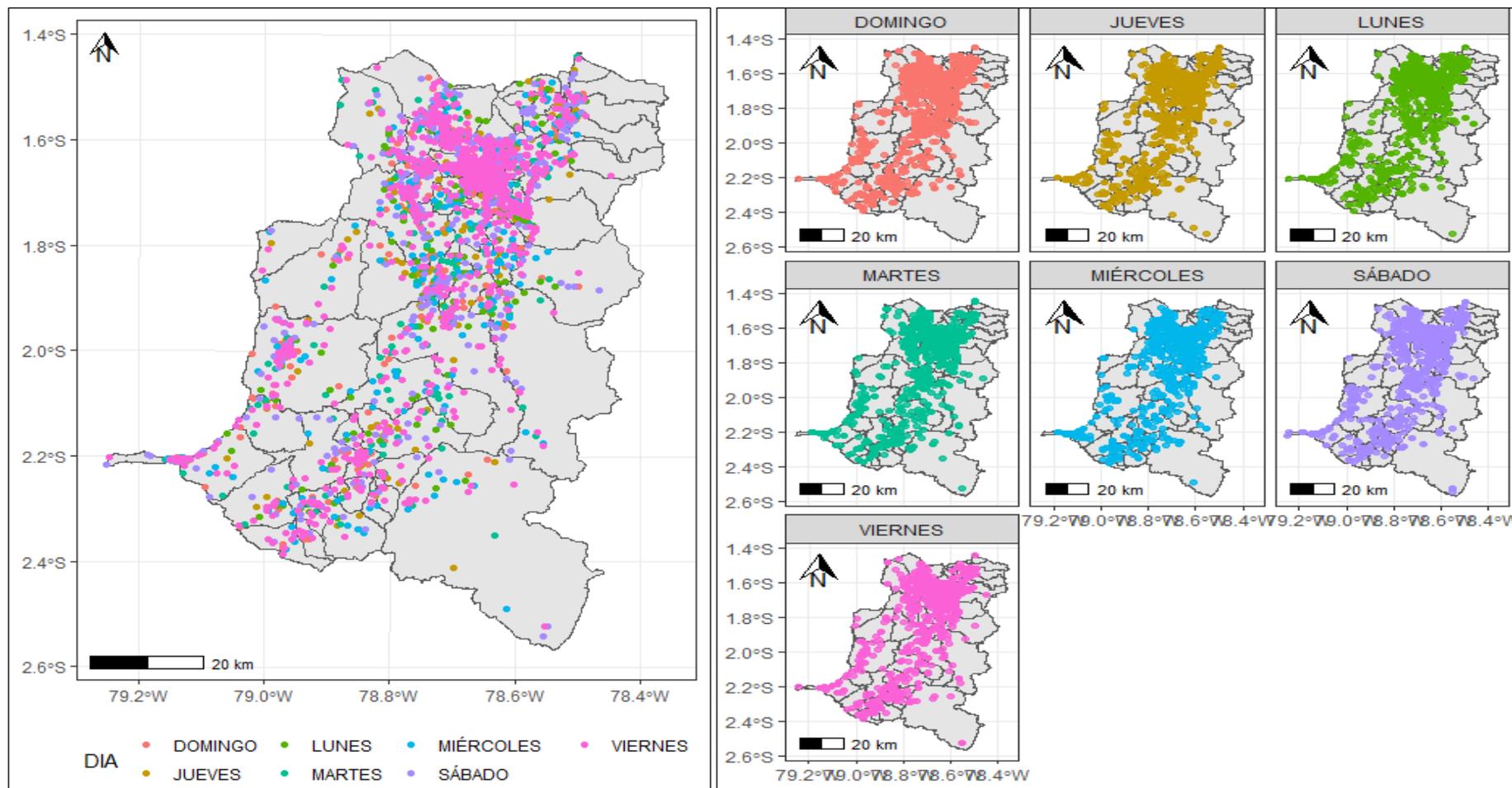
**Gráfico 8-3:** Distribución espacial de delitos por secciones

Realizado por: Valdez Franklin, 2021



**Gráfico 9-3:** Distribución espacial de delitos por meses

Realizado por: Valdez Franklin, 2021



**Gráfico 10-3:** Distribución espacial de delitos por días

Realizado por: Valdez Franklin, 2021

### 3.3. Análisis umbral

Se utilizó el análisis umbral para identificar patrones delictuales en la sección, el tipo de delito, el cantón y la hora para detectar alguna variación significativa en estas variables. Dado que se cuenta con bases históricas, el análisis se lo realizó en función de los 4 años comparándolo con el quinto.

**Tabla 15-3:** Análisis umbral de las secciones de la clasificación del delito

Secciones	Promedio (2015-2018)	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	2019	Cambio	Valor Estándar (Z)	Escala
Sección 1	38	30,17	0,79	45	17,65%	0,22	Normal
Sección 2	2246	1010,26	0,45	3104	38,19%	0,85	Normal
Sección 3	55	7,59	0,14	55	0,46%	0,03	Normal
Sección 4	1385	896,92	0,65	1173	-15,28%	-0,24	Normal
Sección 5	2170	743,82	0,34	3515	62,02%	1,81	Templado
Sección 6	90	149,28	1,65	70	-22,44%	-0,14	Normal
Sección 7	216	106,33	0,49	141	-34,57%	-0,70	Normal
Sección 8	2213	4185,21	1,89	163	-92,64%	-0,49	Normal
Sección 9	701	1361,52	1,94	20	-97,15%	-0,50	Normal
Sección 10	31	30,47	0,98	25	-19,35%	-0,20	Normal
Sección 11	167	166,41	1,00	0	-100,00%	-1,00	Fresco
Otro	2599	5198,00	2,00	0	-100,00%	-0,50	Normal

Realizado por: Valdez Franklin, 2021.

El valor estándar en la sección 5 “Actos contra la propiedad solamente” es 1,81 (Tabla 15-3) esto es equivalente a una escala templada lo que indica que se debe poner un poco más de atención en este tipo de delitos ya que esta cantidad está fuera de lo normal. La sección 11 presenta un valor fresco, lo que significa que algún factor puede estar influyendo en que baje o quizás es solo la fluctuación aleatoria. Un coeficiente de variación con valores cercanos a cero indica una mínima diferencia entre los datos como en la sección 3, mientras que si presenta un valor cercano a uno da a entender una variedad significativa estadística en el tipo de incidente. Para observar de mejor manera se analizó la sección 5 mediante este método.

**Tabla 16-3:** Análisis umbral de la sección 5 “Actos contra la propiedad solamente”

Delitos	Promedio (2015-2018)	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	2019	Cambio	Valor Estándar (Z)	Escala
Robo en locales comerciales	61	42,41	0,70	0	-100,00%	-1,44	Fresco
Robo en domicilios particulares	396	69,26	0,18	433	9,41%	0,54	Normal
Hurto	1295	846,41	0,65	2572	98,61%	1,51	Templado
Hurto de vehículos	9	6,86	0,81	23	170,59%	2,12	Caluroso

Hurto de piezas de vehículos	213	93,38	0,44	322	51,00%	1,16	Templado
Hurto de ganado	121	19,71	0,16	163	35,27%	2,16	Caluroso
Daños a la propiedad	75	110,28	1,47	0	-100,00%	-0,68	Normal
Daños a bienes personales	1	0,58	1,15	0	-100,00%	-0,87	Normal

Realizado por: Valdez Franklin, 2021.

Como en la tabla anterior, nuestros resultados se realizaron en función del valor estándar, el hurto de vehículos y el hurto de ganado presentan una escala calurosa (**Tabla 16-3**), esto indica que algún factor externo influye en el aumento de estos delitos, por lo tanto, se deben tener una atención especial con ellos. El hurto y el hurto de piezas de vehículo presentan una escala templada, lo que indica que han aumentado un poco más de lo normal. En contraste los robos en locales comerciales han disminuido y la efectividad del protocolo para la seguridad en locales comerciales debe ser aplicada en las demás.

El análisis umbral se lo realizó para los 10 cantones, obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 17-3:** Análisis umbral de los delitos en los cantones de la provincia

Cantones	Promedio (2015-2018)	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	2019	Cambio	Valor Estándar (Z)	Escala
Alausí	388	411,31	1,06	204	-47%	-0,45	Normal
Chambo	205	218,85	1,07	112	-45%	-0,42	Normal
Chunchi	138	136,35	0,99	79	-43%	-0,43	Normal
Colta	298	323,27	1,08	166	-44%	-0,41	Normal
Cumandá	214	191,03	0,89	151	-30%	-0,33	Normal
Guamote	294	309,20	1,05	168	-43%	-0,41	Normal
Guano	740	599,43	0,81	438	-41%	-0,50	Normal
Pallatanga	165	178,43	1,08	95	-43%	-0,39	Normal
Penipe	106	95,22	0,90	84	-21%	-0,23	Normal
Riobamba	9361	9479,07	1,01	6814	-27%	-0,27	Normal

Realizado por: Valdez Franklin, 2021.

**Tabla 18-3:** Análisis umbral de los segmentos del día

Hora	Promedio (2015-2018)	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	2019	Cambio	Valor Estándar (Z)	Escala
0:00 a 06:00	2068	2570,24	1,24	1149	-44,45%	-0,36	Normal
06:00 a 12:00	2228	1834,85	0,82	1850	-17,95%	-0,21	Normal
12:00 a 18:00	3138	2827,97	0,90	2259	-28,01%	-0,31	Normal
18:00 a 24:00	4476	4703,45	1,05	3053	-32,79%	-0,30	Normal

Realizado por: Valdez Franklin, 2021.

Los 10 cantones se encuentran en una escala normal (**Tabla 17-3**), es decir, está dentro del rango que se espera para esta categoría. No existe una disminución ni un aumento considerable, al igual que la hora en la que se comete el delito (**Tabla 18-3**).

### 3.4. Intensidad de Delitos

**Tabla 19-3:** Intensidad de los delitos por año

Años	Frecuencia de puntos	Área de $W$ ( $km^2$ )	Intensidad (puntos $km^2$ )
2015	29757	5999	4,96
2016	7269		1,21
2017	5144		0,86
2018	5468		0,91
2019	8311		1,39

Realizado por: Valdez Franklin, 2021.

La **Tabla 19-3** muestra que, en la provincia de Chimborazo, en el año 2015 se registró alrededor de 5 delitos por kilómetro cuadrado, pero en los años siguientes esta cifra se redujo notablemente llegando a ocurrir tan solo 1, lo que en perspectiva es muy bueno.

**Tabla 20-3:** Intensidad de puntos por parroquia

Parroquias	Frecuencia promedio de puntos	Área de $W$ ( $km^2$ )	Intensidad (puntos $km^2$ )
Riobamba	7968	59,05	134,94
Lican	271	26,94	10,05
San Luis	226	29,27	7,72
San Gerardo De Pacaicaguán	46	6,40	7,19
San Antonio De Bayushig	22	3,90	5,74
Guano	324	90,29	3,59
Alausí	192	54,78	3,50
Cubijíes	35	12,54	2,78
Calpi	100	53,53	1,87
San Andrés	224	159,60	1,40
Penipe	42	30,61	1,39
Cumandá	202	159,04	1,27
Chambo	186	163,73	1,14

Realizado por: Valdez Franklin, 2021.

Riobamba es la parroquia con mayor número de delitos por kilómetro cuadrado (**Tabla 20-3**), con 135. Le sigue en menor proporción Lican con 10 y San Luis con 8. A las demás parroquias no se les consideró, pues no registran un mayor de 1 delito por kilómetro cuadrado.

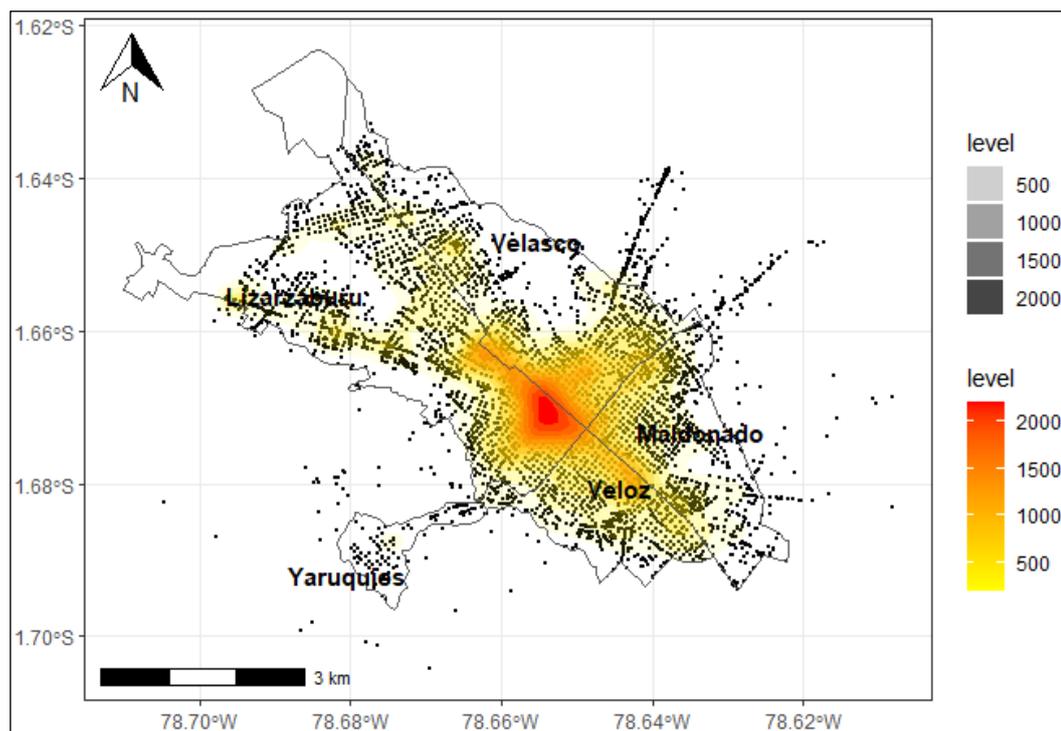
### 3.5. Sistemas De Información Geográfica En R Studio

Los SIG constituyen en la actualidad una de las herramientas más utilizadas para la toma de decisiones, permite al usuario contar con una herramienta más potente para el análisis, esto debido a la componente geográfica de la misma. Brinda un mantenimiento más dinámico de la información y pretende ser útil para el estudio y búsqueda de soluciones de problemas del mundo real, trabajando sobre un modelo cartográfico de dicha realidad (Sanz y Guillén 2006, p. 2)

#### 3.5.1. Mapas de densidad

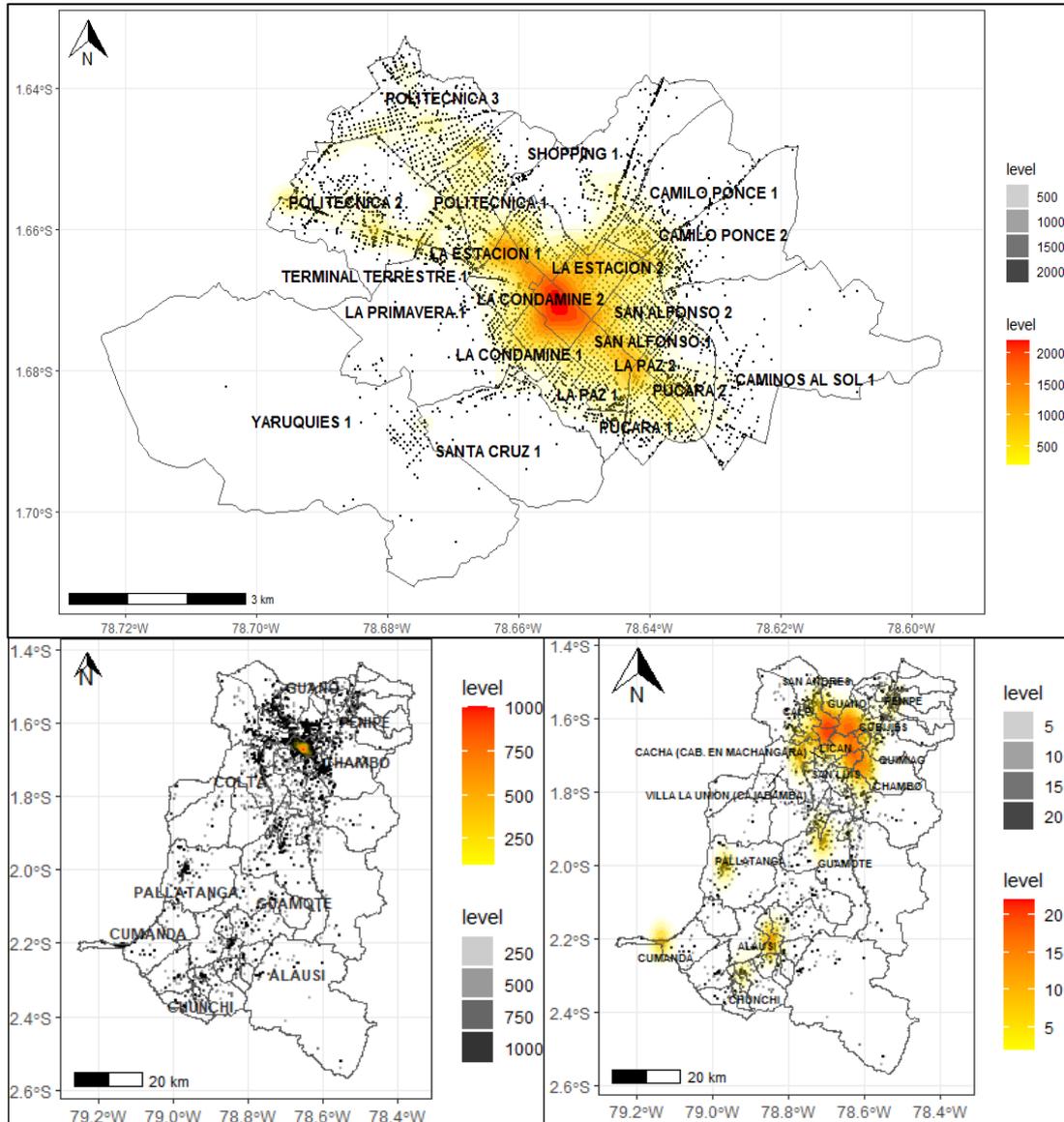
Se utilizó estos mapas para desvelar los patrones o concentraciones relativas que particularmente se quedan ocultos en un mapa por la superposición de las marcas. Mediante estos mapas se puede identificar ubicaciones con una concentración mayor número de puntos de datos. El análisis de densidad expande a través del paisaje

Para el cálculo de la densidad se utilizó la función *stat\_density2d*, desde *ggplot2* v1.0.1 que dibuja líneas de contorno y bandas de contorno rellenas.



**Gráfico 11-3:** Intensidad de delitos en Riobamba

Realizado por: Valdez Franklin, 2021



**Gráfico 12-3:** Intensidad de delitos en la provincia de Chimborazo

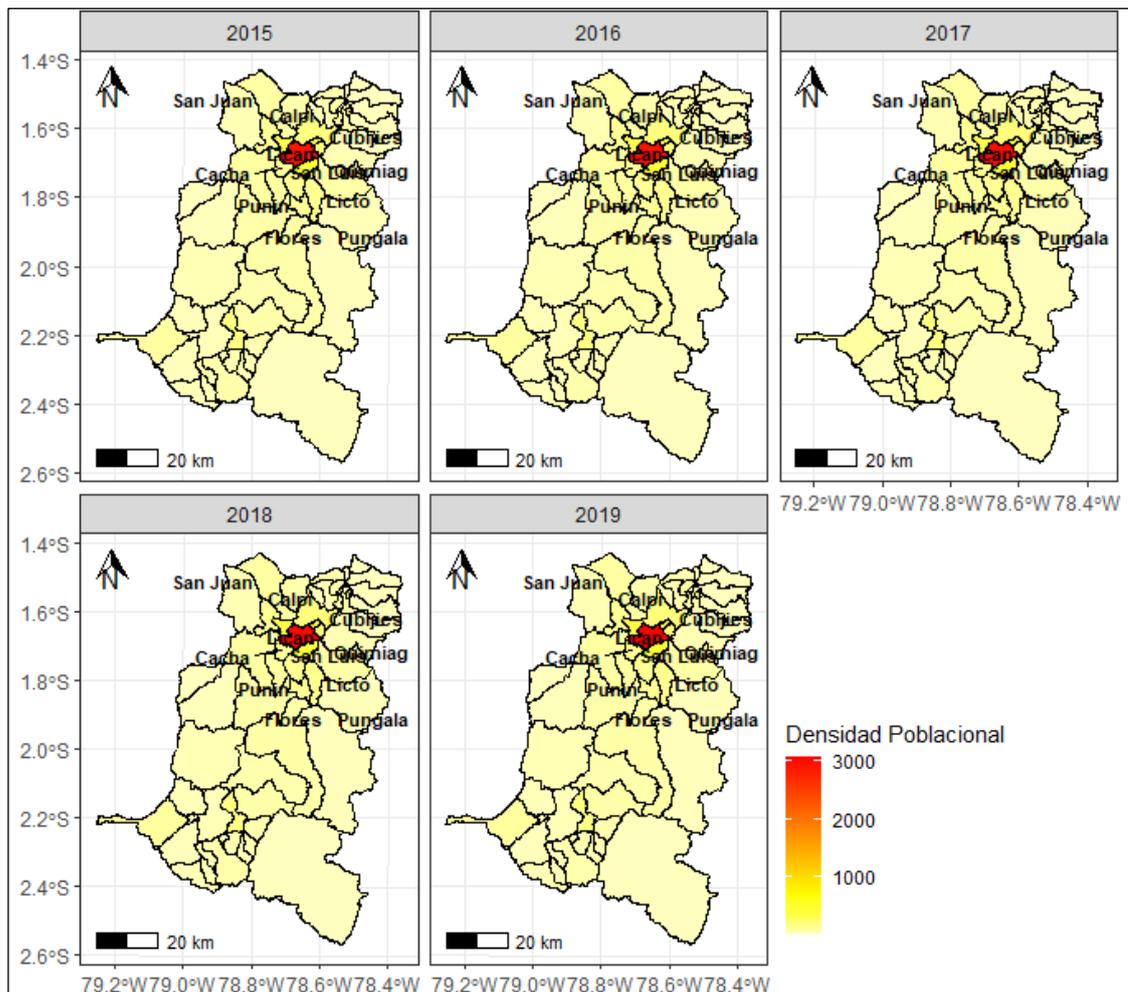
Realizado por: Valdez Franklin, 2021

Mediante una estimación de densidad se muestra en el mapa inferior izquierdo (**Gráfico 12-3**) la concentración de puntos en toda la provincia. Sin embargo, solamente una pequeña zona sobresale en el cantón Riobamba. El mapa superior muestra la concentración de puntos y sus contornos en las parroquias Lizarzaburu, Velasco, Maldonado y Veloz por lo que este lugar es el principal foco de la delincuencia en todo Chimborazo, con más de 2000 delitos registrados, específicamente el subcircuito La Condamine 2. El mapa inferior derecho muestra una segunda estimación de densidad, sin considerar a estas cuatro parroquias, destacándose: Lican, Calpi, Cubijés, Guano, San Luis y Cacha. Además, se crean nuevos focos de la delincuencia esparcidos por el Cantón Guamate, Pallatanga, Cumandá y Alausí.

### 3.5.2. Densidad Poblacional

Es el promedio de habitantes de la provincia de Chimborazo en relación a la unidad de superficie dada en el territorio. Esta mide el número de habitantes por kilómetro cuadrado y su cálculo se da de la siguiente manera:

$$\text{Densidad Poblacional} = \frac{\text{Población}}{\text{Superficie}}$$



**Gráfico 13-3:** Densidad poblacional (2015-2019)

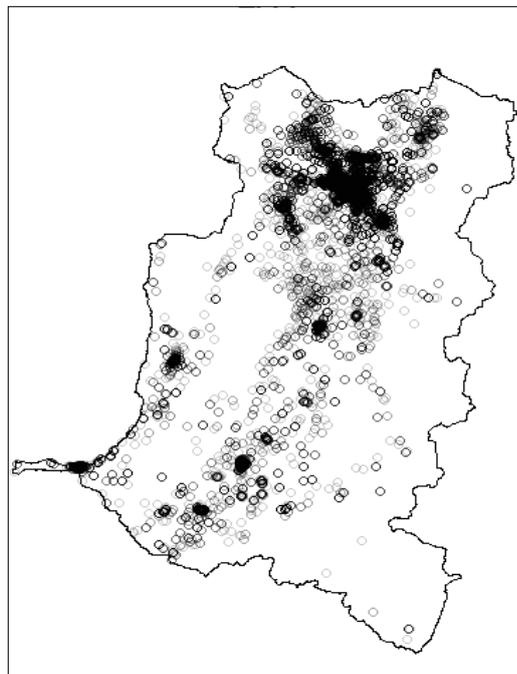
Realizado por: Valdez Franklin, 2021

La zona urbana de la parroquia de Riobamba revela una alta densidad poblacional presente en los 5 años, con alrededor de 3000 habitantes por kilómetro cuadrado, lo que la convierte en la parroquia con mayor densidad poblacional de toda la provincia. Debido a este fenómeno las demás parroquias se ven opacadas, no obstante, San Luis, San Gerardo, Lican, San Antonio de Bayushig, Cubijíes, Guano y Alausí son después de Riobamba, las parroquias con mayor número de habitantes.

Un hecho interesante de la naturaleza humana es que tienden a vivir y a agruparse cerca de las grandes ciudades, y es por eso, que el análisis de la población humana de cualquier fenómeno no va a ser más que una representación de la densidad poblacional.

### 3.6. Análisis y modelado de patrones de puntos espaciales

Para el análisis de los datos se utilizó el paquete *spatstat*, la metodología estadística utilizada para determinar los patrones de puntos espaciales se basó en el supuesto de que los procesos no pueden ser coincidentes, bajo este supuesto también se habla de una aleatoriedad donde el patrón de puntos es una serie de eventos en un área determinada y cada punto representa un evento y lleva consigo características, como fecha, tipo de delito, etc.



**Gráfico 14-3:** Distribución de puntos en la provincia  
Realizado por: Valdez Franklin, 2021

En primera instancia se calculó la duplicidad de los puntos por medio de la función *duplicated* en el software R. (**Gráfica 14-3**) En el mapa sobresalen con una tonalidad negra y acentuada los puntos que se superponen.

```
> any(duplicated(base))  
True
```

Al ser la condición verdadera indica la presencia de puntos duplicados. Existen varios métodos para la eliminación de los puntos, sin embargo, en este caso no se las tomó en cuenta, puesto que esto significa perder información en zonas que presentan altos niveles de inseguridad. Para este análisis se consideró que los puntos sean idénticos en coordenadas (longitud y latitud), ya

que si son datos abiertos estos tienden a ajustarse al más cercano y en el peor de los casos esto hace que la cantidad se infle, pues cada punto puede tener muchos delitos cerca y se codifican en la misma ubicación.

**Tabla 21-3:** Puntos superpuestos

<b>Puntos superpuestos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Número de coordenadas</b>
>1	49865	9734
>10	37512	1401
>20	27990	674
>50	12695	144
>100	5044	32
>200	1135	4
>300	701	2

Realizado por: Valdez Franklin, 2021.

Tras haber calculado los puntos que se superponen (**Tabla 21-3**) se sabe que existen 49865 de 55949 puntos que presentan las mismas ubicaciones, es decir, el 89% de los delitos siguen un patrón espacial. En este contexto se puede decir que, a medida que se aumentó el número de puntos superpuestos la cantidad se redujo y por ende sus coordenadas también.

En el **Gráfico 15-3** se muestra las 32 ubicaciones donde se han registrado más de 100 delitos por cada una, con un total de 5044. Siendo la zona centro de la ciudad de Riobamba la más afectada.

### 3.6.1. Recuento de cuadrantes

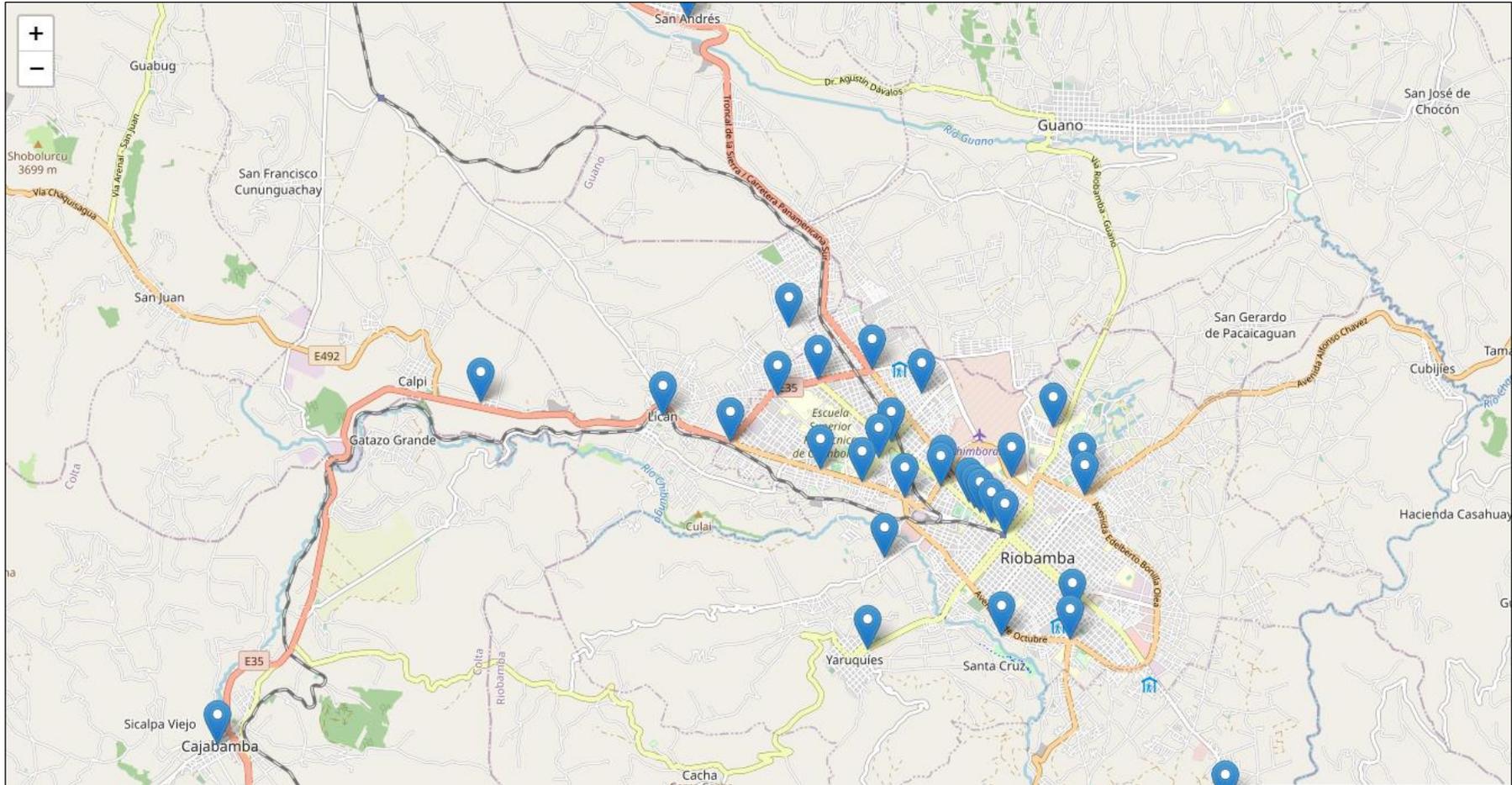
Otra alternativa para la detección de patrones de puntos es mediante el uso del recuento de cuadrantes, donde lo que se pretende es dividir al espacio y contar la cantidad de puntos en cada cuadrante, para esto se consideró 5 para X y para Y, de esa forma se realizó un trazado estándar en cada cantón.

#### **Aleatoriedad espacial completa (CSR)**

Bajo este supuesto, los puntos son independientes entre sí y tiene la misma propensión a encontrarse en cualquier lugar.

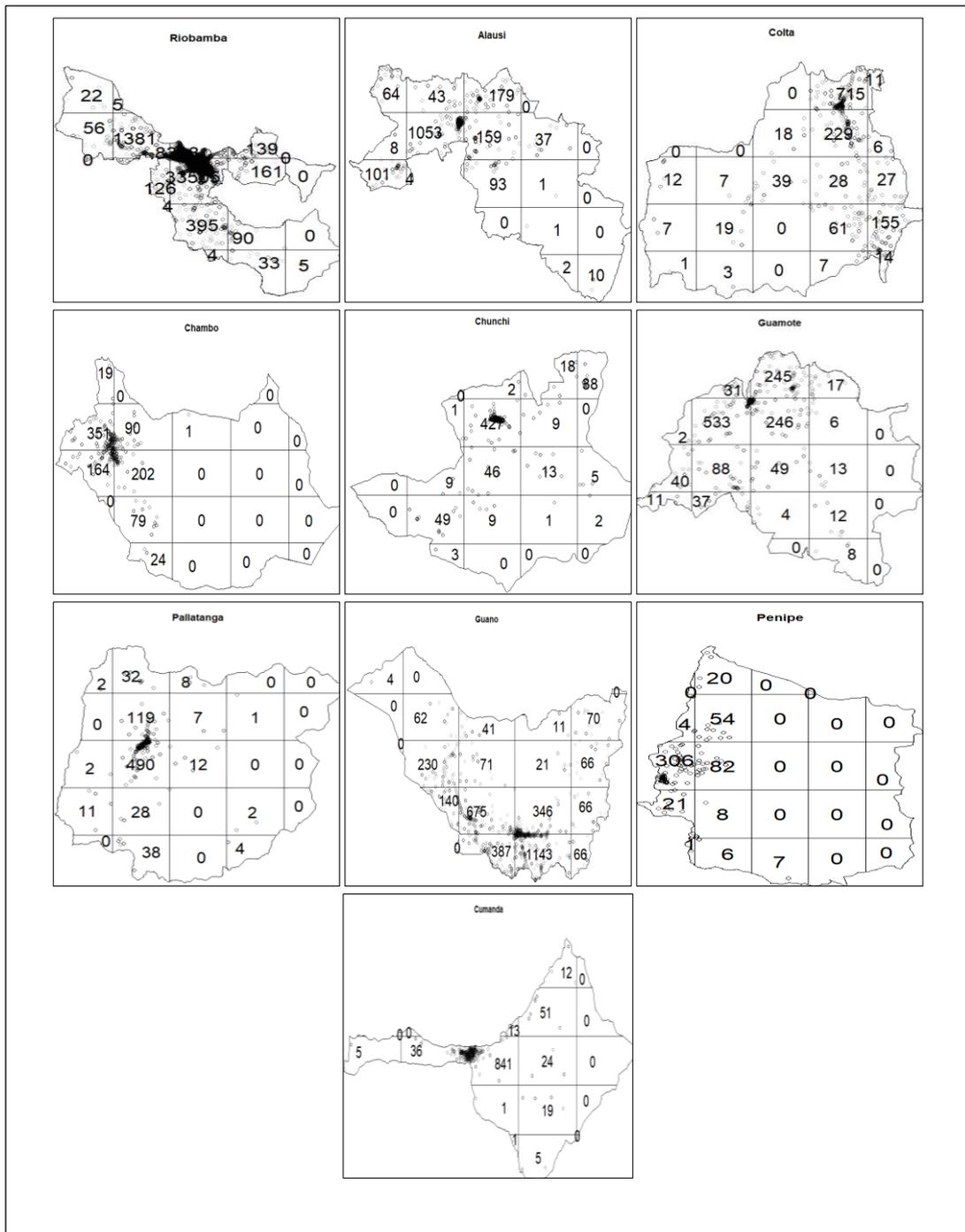
**$H_0$** : La concentración es homogénea (CSR)

**$H_1$** : La concentración no es homogénea (CSR)



**Gráfico 15-3:** Puntos superpuestos en la provincia

Realizado por: Valdez Franklin, 2021



**Gráfico 16-3:** Recuento de cuadrantes dividido por cantones

Realizado por: Valdez Franklin, 2021

Mediante la aleatoriedad espacial completa (CSR) se utilizó la densidad de puntos para describir el proceso puntual que ocurre dentro de la región de estudio de manera aleatoria. Con ello se determinó si es igualmente probable que los eventos que ocurren en un determinado sitio puedan ocurrir en otro sin interacción entre sí.

**Tabla 22-3:** Prueba Chi cuadrado para un proceso de Poisson homogéneo

<b>Cantón</b>	<b>Numero Cuadrantes</b>	<b><math>\chi^2</math></b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>p-valor</b>
Riobamba	19	25977,3	18	2,20E-16
Alausí	19	7443,9	18	2,20E-16
Colta	23	7700,6	22	2,20E-16
Chambo	22	3440,9	21	2,20E-16
Chunchi	22	3273,3	21	2,20E-16
Guamote	21	3071,1	20	2,20E-16
Guano	21	6295,6	20	2,20E-16
Pallatanga	24	5104,2	23	2,20E-16
Penipe	24	4285,8	23	2,20E-16
Cumandá	18	6317,4	17	2,20E-16

Realizado por: Valdez Franklin, 2021.

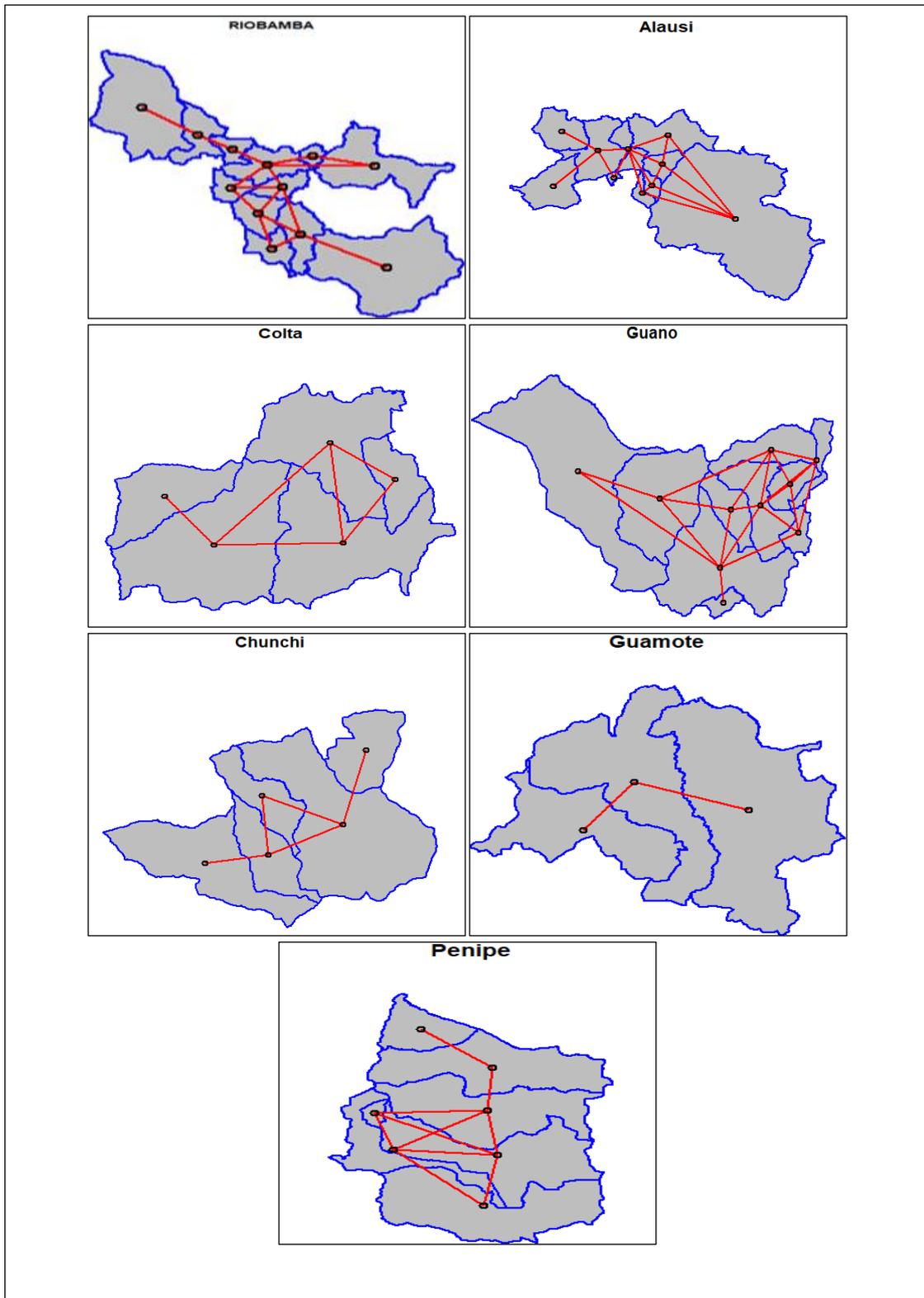
$$p < \alpha: H_0 \text{ se rechaza}$$

En base a los resultados de la distribución de puntos espaciales y al test Chi cuadrado de CSR con un alfa de 0,05 y dado que el p-valor  $< 0,05$  en cada uno de los cantones de Chimborazo se rechaza la hipótesis nula. Es decir, existe suficiente evidencia estadística para aseverar que el patrón de puntos de hechos delictivos es una realización de un proceso de Poisson no homogéneo en cada región de estudio. De forma gráfica eso se puede visualizar en el **Gráfico 16-3** donde gran parte de los cuadrantes presentan valores de 0 y eso es debido al fenómeno de la no aleatoriedad.

### 3.7. Autocorrelación espacial

“Todas las cosas están relacionadas, pero las cosas cercanas están más relacionadas que las distantes”(Bohórquez y Ceballos, 2008)

A través de esta estadística espacial se calculó la correlación existente entre valores en función de la proximidad de la ubicación del lugar proveniente de los datos, esto indica si hay agrupamiento o dispersión en un mapa, permitiendo ubicar la presencia de conglomerados. La autocorrelación espacial se la representó de forma global y local, de forma global se creó una medida que represente todos los datos, mientras que de la forma local permitió explorar las agrupaciones en el espacio.



**Gráfico 17-3:** Red topológica de los centroides de las parroquias

Realizado por: Valdez Franklin, 2021

Se representó a siete cantones de la provincia de Chimborazo debido a que Chambo, Cumandá y Pallatanga no tienen parroquias establecidas, razón por la cual es imposible trazar la red topológica. Esta red conecta los centroides de las parroquias con bordes comunes de cada cantón,

siendo Riobamba el que mayor número de vecinos tiene, generando entre ellos 32 enlaces con una media de 3 enlaces por parroquia. Le sigue Alausí y Guano con 10 vecinos cada uno y con un total de 32 y 40 enlaces respectivamente. Guamate tan solo presenta 3 vecinos y 4 enlaces entre ellos (**Tabla 22-3**).

### 3.7.1. Matriz de pesos

Aquí se reflejó la intensidad de la relación geográfica entre las observaciones. Es una matriz cuadrada y en su diagonal presentan valores de cero, ya que un área no puede ser vecina de sí misma. Se le asigna el 1 en el caso de ser vecino de otro y 0 si no lo es.

[,1]	[,2]	[,3]	[,4]	[,5]	[,6]	[,7]	[,8]	[,9]	[,10]	[,11]	[,12]
0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1
1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0
1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Gráfico 18-3:** Matriz de vecindad

Realizado por: Valdez Franklin, 2021

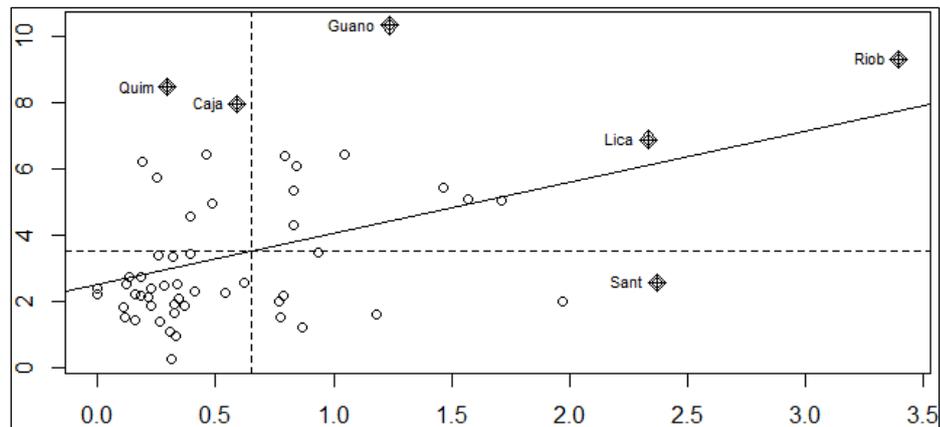
**Tabla 23-3:** Características de las listas de pesos

Cantón	Lista de vecinos	Total de enlaces	Porcentaje de ponderaciones	Número medio de enlaces	I de Moran	C de Geary
<b>Riobamba</b>	12	32	22,22	2,67	0,16	0,18
<b>Alausí</b>	10	32	32,00	3,20	-0,37	2,25
<b>Penipe</b>	7	20	40,82	2,59	-0,17	1,50
<b>Colta</b>	5	12	48,00	2,40	-0,45	2,85
<b>Chunchi</b>	5	10	40,00	2,00	-0,21	1,23
<b>Guamate</b>	3	4	44,44	1,30	-0,49	1,50
<b>Guano</b>	10	40	40,00	4,00	0,10	0,30

Realizado por: Valdez Franklin, 2021.

Dado que el índice de Moran se limita a valores de [-1, 1] y el C de Geary de [0, 2]. Riobamba y Guano presentan una autocorrelación espacial positiva, lo que significa que las parroquias con hechos delictivos similares se agrupan en estos sectores formando un conglomerado. Los demás cantones tienen una autocorrelación negativa, es decir, los valores disímiles se agrupan en estos cantones.

### 3.7.2. Scatterplot de Moran

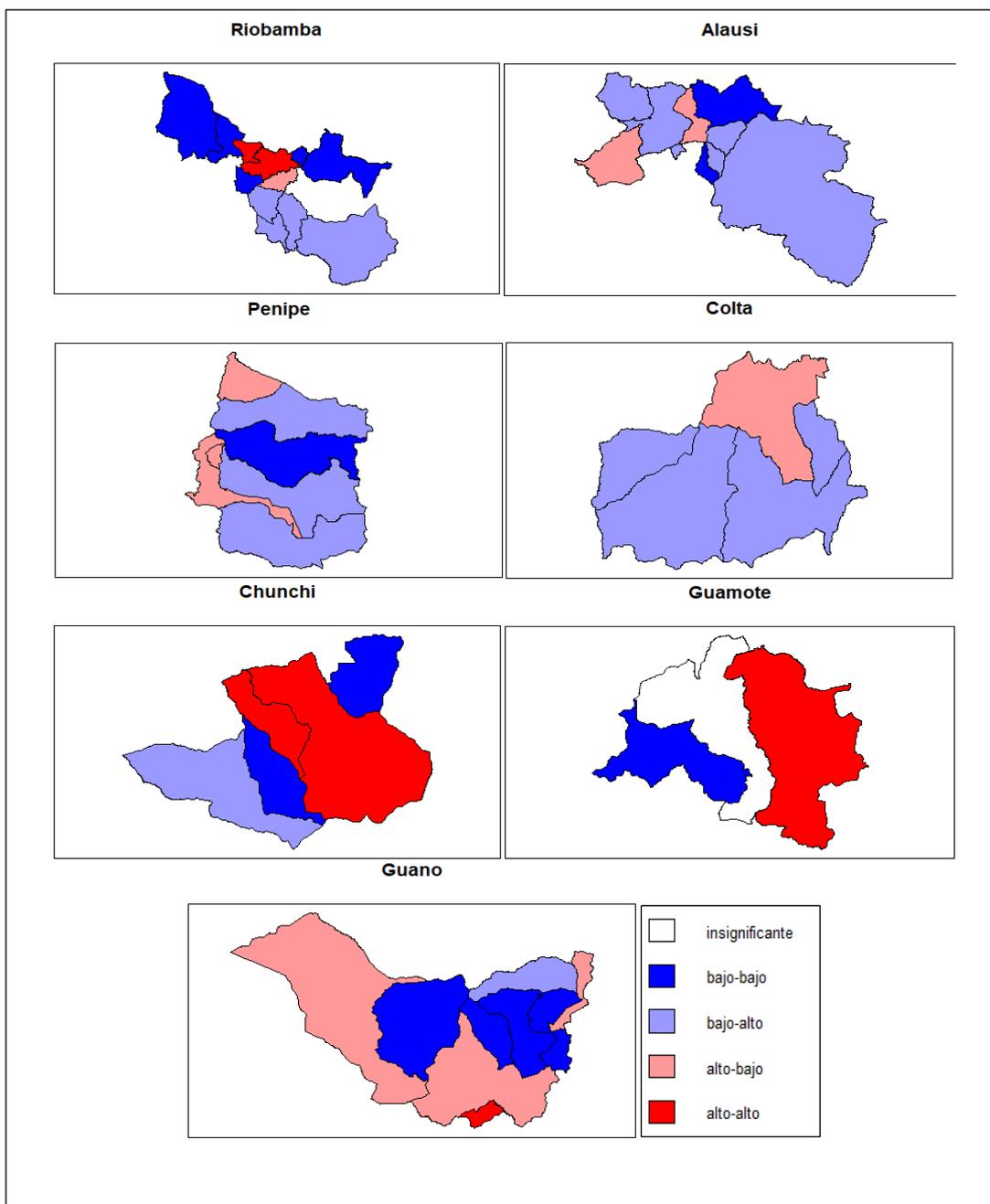


**Gráfico 19-3:** Correlación de Moran

Realizado por: Valdez Franklin, 2021

Este gráfico es un diagrama de dispersión dividido en cuatro cuadrantes. En el eje de las  $X$  aparecen los valores estandarizados de los delitos y en el eje  $Y$  el valor promedio del recuento de los delitos en las áreas consideradas como vecinas. Con base en la **Figura 6-1** e identificando a aquellas parroquias con un valor significativo se puede decir que, en este caso, el primero cuadrante (Alto- Alto) pertenece a las parroquias con un alto nivel de delitos rodeadas por parroquias con un nivel de delitos superior al de la media como es el caso Guano, Lican y Riobamba formando hotspots. En el tercer cuadrante (Bajo – Bajo) se encuentran la mayoría de parroquias, se caracteriza por tener bajos niveles de delincuencia y estar rodeadas por parroquias con niveles de delincuencia por debajo de la media representando coldspots. En estos dos cuadrantes se representa la base del análisis espacial por asociación espacial ya que permite identificar la presencia de agrupaciones, a diferencia el segundo y cuarto cuadrante muestran valores atípicos espaciales, zonas que están rodeadas por parroquias con características muy diferentes a las de ellos. En el segundo cuadrante se encuentra San Antonio de Bayushig rodeada por parroquias altas – bajas. Y en el cuarto cuadrante se encuentra Quimiag y Cajabamba que están rodeadas por parroquias bajas – altas.

Con dicha información se sugiere mayores acciones y una intervención policial más constante en estas parroquias para reducir el número de delito, debido a que hay escasa evidencia de que, al producirse mayores acciones policiales en una zona específica, el crimen sencillamente se desplaza hacia otra área, es más, no solamente dicho desplazamiento del crimen no se produce, sino que existe fuertes pruebas de que hasta incluso las áreas cercanas se benefician de los resultados de los programas policiales en las zonas calientes (Weisburd, 2013, p. 2).



**Gráfico 20-3:** Indicadores locales de asociación espacial por cantón

Realizado por: Valdez Franklin, 2021

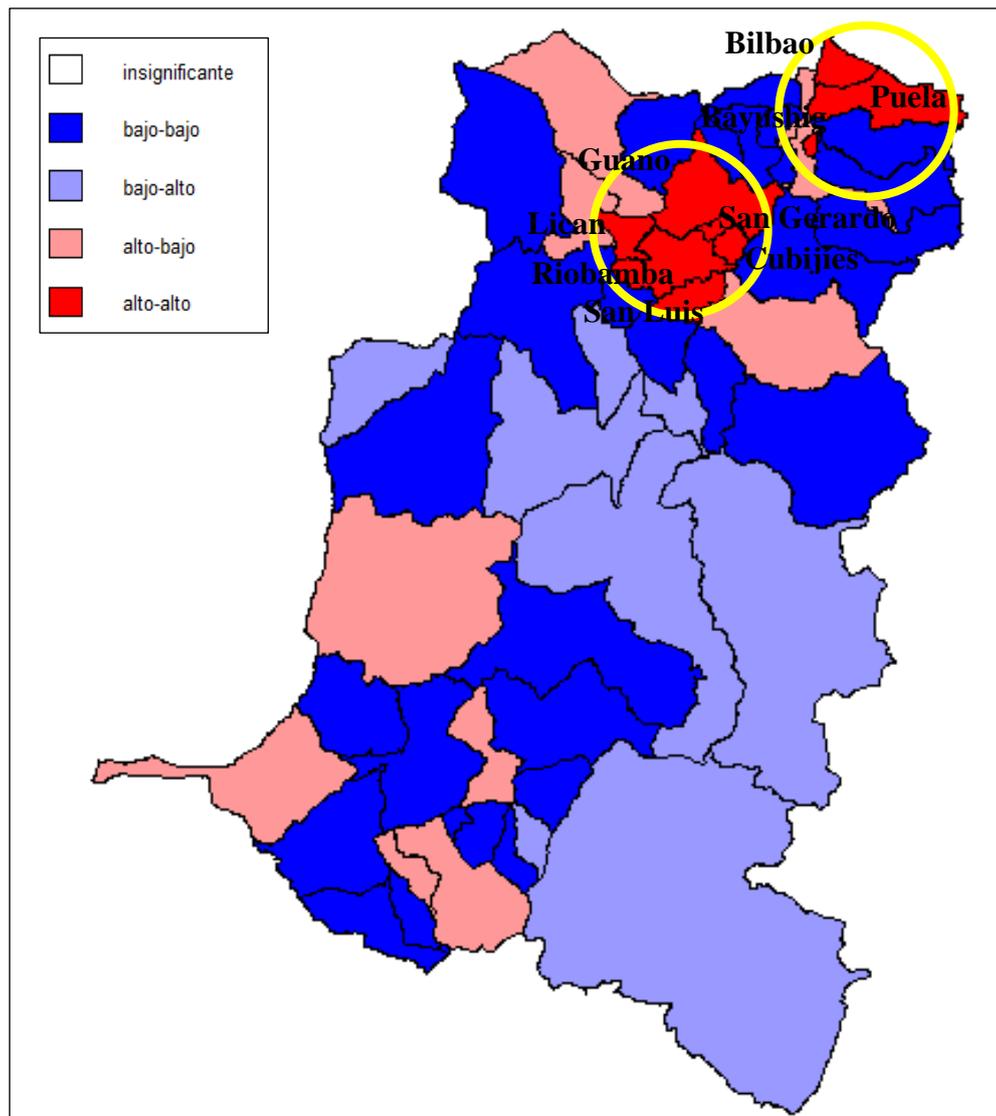
Mediante la función *localmoran()* se calculó las medidas para cada observación como: el delito estandarizado, el puntaje de retaso espacial y  $(Pr(Z > 0))$ . En base al **Gráfico 19-3** se asignó un valor a la parroquia según el lugar que se encontró. Es fácil identificar como el **Gráfico 20-3** revela la presencia específica de aglomeraciones para cada cantón analizado. Los aglomerados alto-alto muestra un alto nivel delictivo de color rojo intenso, mientras un bajo nivel delictivo de color azul representa un nivel bajo - bajo. En el cantón Riobamba las parroquias Yaruqués, Velasco, Maldonado, Lizarzaburu, Veloz y Lican forman el primer conglomerado delictivo. En Chunchi, Capzol y Chunchi forman un segundo conglomerado. En Guamote y Guano las

parroquias de Cebadas y San Gerardo de Pacaicaguán presentan valores altos de delitos a diferencia de sus parroquias vecinas.

**Tabla 24-3:** Condiciones para la asignación

Delito estandarizado	Retraso espacial	(Pr(Z > 0))	Indicador de asociación
> 0	> 0	≤ 0,05	Alto - Alto
≤ 0	≤ 0	≤ 0,05	Bajo - Bajo
> 0	≤ 0	≤ 0,05	Alto - Bajo
≤ 0	> 0	≤ 0,05	Bajo - Alto

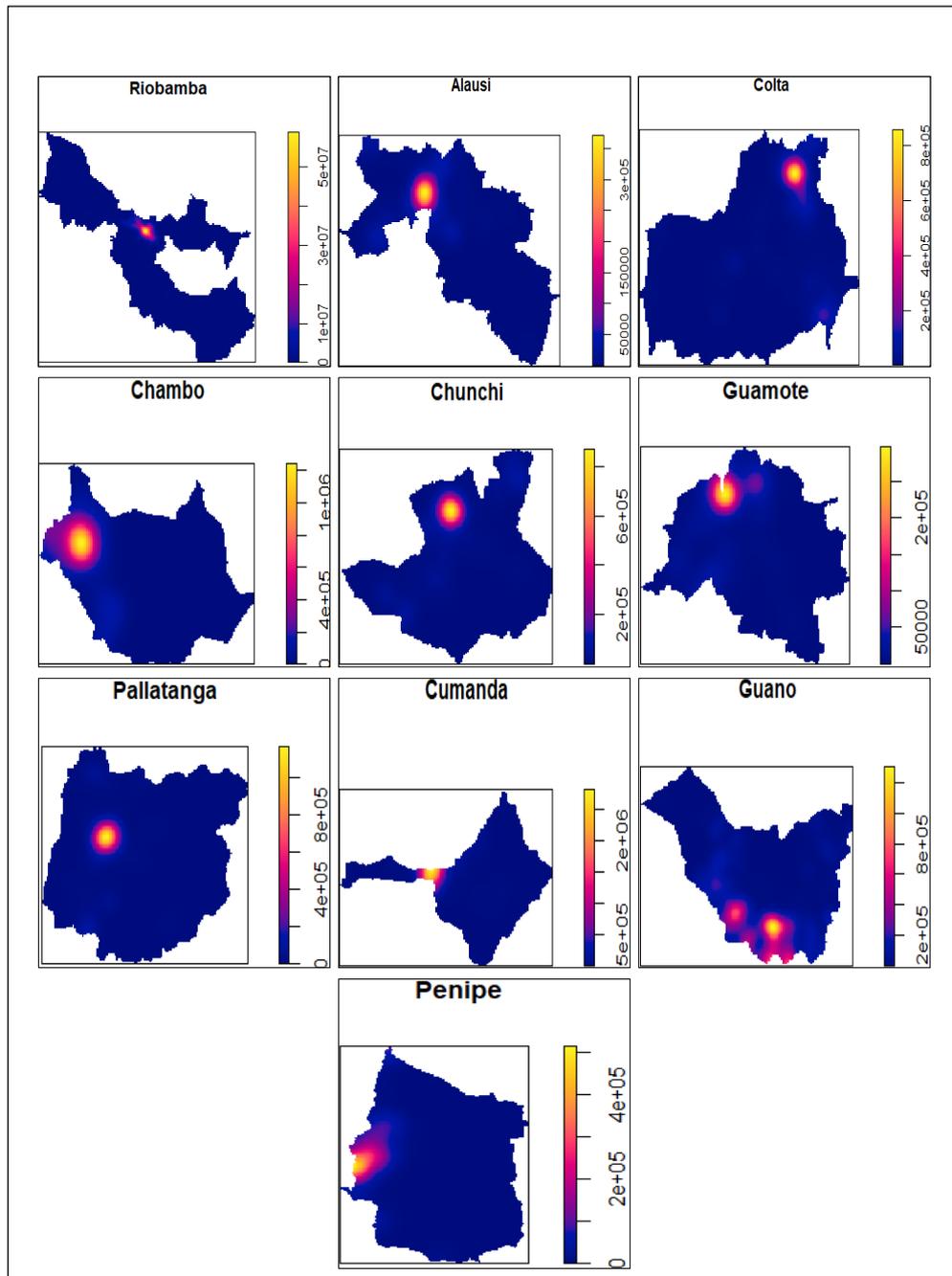
Realizado por: Valdez Franklin, 2021.



**Gráfico 21-3:** Indicadores locales de asociación espacial en la provincia

Realizado por: Valdez Franklin, 2021

El primer clúster está formado por Lican, Riobamba, San Luis, Cubijíes, Guano, San Gerardo de Pacaicaguán. El segundo clúster o conforman 3 parroquias del cantón Penipe, entre ellas Bilbao, Puela y San Antonio de Bayushig (**Gráfico 21-3**).



**Gráfico 22-3:** Densidad de Kernel

Realizado por: Valdez Franklin, 2021

Para este análisis se aplicó la función Kernel a cada cantón, donde se promedió la ubicación de cada punto con respecto a la ubicación de los demás. En primer lugar, se definió el ancho de banda de la estimación de densidad que básicamente determina el área de influencia, para esto no existe una regla establecida, ya que si el ancho de banda es muy alto la estimación puede perder elementos del patrón de puntos debido al exceso de suavizado, y en cambio, si es demasiado pequeño, la estimación resultaría ruidosa. Por tal motivo se utilizó un  $h=0,00253$  ya que produce un valor más apropiado en este tipo de conglomerados estrechos (**Gráfico 22-3**).

En cada cantón sobresale una zona determinada, esto representa el lugar de concentración de estos puntos, es decir, estadísticamente son conglomerados que muestra un valor atípico muy por encima de la media global de cada cantón. Esto se corrobora con la máxima densidad de puntos que sobresale en los lugares que muestran una alta intensidad (**Gráfico 12-3**) mostrando a detalle los sectores específicos con una alta concentración de delitos.

### 3.8. Estimación de la tasa de delitos

Se simuló el número de delitos en las parroquias de la provincia de Chimborazo a través del ajuste de un modelo de datos lineal mixto generalizado espacio-temporal, con efectos principales espaciales y temporales. Para el cálculo del modelo se tuvo que considerar a una matriz de observaciones espacio temporales de un conjunto de  $K$  unidades de área durante  $N$  períodos de tiempo consecutivos, produciendo una matriz rectangular. El modelado estadístico para estos datos se basó en la autocorrelación espacial, a sabiendas que, las observaciones de unidades de área geográficamente cercanas y temporalmente cercanas en periodos de tiempo tienden a tener valores similares que las unidades y los periodos de tiempo más lejanas. Cuando los datos se relacionan con el mismo conjunto de individuos durante un periodo de tiempo consecutivo ocurre la autocorrelación temporal, mientras que la autocorrelación espacial surge mediante los efectos del vecindario, donde el comportamiento de los individuos en la unidad de área está influenciado por individuos en unidades adyacentes.

#### Modelo espacio temporal

$$Y(s, t) = \{y(s, t) | (s, t) \in \mathfrak{R}^2 * \mathfrak{R}\}$$

$y(s, t)$  representa el número observado de delitos en las parroquias, siendo  $s$  las 55 parroquias de Chimborazo y  $t$  los meses entre el 2015 y 2019. El número de delitos en las parroquias de Chimborazo, pueden modelarse bajo el supuesto que los datos se comportan siguiendo una distribución Poisson dada por:

$$Y(s, t) \sim \text{Poisson} (\lambda_{st})$$

Para determinar estos modelos se basó en dos covariables obtenidas de la página del Ministerio Coordinador de Desarrollo Social, a través del sistema integrado de Conocimiento y Estadística Social del Ecuador (SiCES) con información correspondiente al último censo del Ecuador.

**X1:** Personas que habitan en hogares con al menos una necesidad básica insatisfecha (NBI).

**X2:** Nivel de analfabetismo.

### 3.8.1. Configuración del modelo

$$B_{st} = \beta_0 + \phi_k + \delta_t$$

$$K = 55 \quad N = 60, \beta_0 = E(B_{st})$$

La función *ST.CARanova* () permitió ajustar un modelo similar a los efectos principales espaciales y temporales con un ajuste a datos de Poisson, con un número de muestra de 700 y con un número de muestras MCMC de 350 para descartar como periodo de quemado. Se obtuvo los siguientes modelos:

**Tabla 25-3:** Resumen modelo 1

	Mediana	2,50%	97,50%	n.effective	n.sample	% accept	Geweke.diag
Intercepto	0,58	0,56	0,65	6,10	70,00	36,00	6,40
X1	-0,08	-0,14	-0,06	12,10	70,00	36,00	-0,34
tau2.S	12,88	9,94	18,12	70,00	70,00	100,00	0,00
tau2.T	0,08	0,06	0,12	194,80	70,00	100,00	-2,70
rho.S	1,00	1,00	1,00	NA	NA	NA	NA
rho.T	0,98	0,95	1,00	64,10	70,00	64,10	1,40

Realizado por: Valdez Franklin, 2021.

$$B_{st} = 0,58 - 0,08(X1 = NBI)$$

$$\tau_S^2 = 12,88, \tau_T^2 = 0,08, \rho_S = 1,00, \rho_T = 0,98$$

**Tabla 26-3:** Resumen modelo 2

	Mediana	2,50%	97,50%	n.effective	n.sample	% accept	Geweke.diag
Intercepto	0,58	0,56	0,64	11,50	70,00	40,70	0,40
X2	-2,81	-2,88	-2,64	1,20	70,00	40,70	-5,20
tau2.S	39,00	26,17	60,78	161,80	70,00	100,00	0,00
tau2.T	0,08	0,06	0,12	240,90	70,00	100,00	-0,20
rho.S	1,00	1,00	1,00	NA	NA	NA	NA
rho.T	0,98	0,95	1,00	70,00	70,00	59,60	-0,40

Realizado por: Valdez Franklin, 2021.

$$B_{st} = 0,58 - 2,81(X2 = Analfabetismo)$$

$$\tau_S^2 = 39,00, \tau_T^2 = 0,08, \rho_S = 1,00, \rho_T = 0,98$$

**Tabla 27-3:** Resumen modelo 3

	Mediana	2,50%	97,50%	n.effective	n.sample	% accept	Geweke.diag
Intercepto	0,60	0,54	0,62	5,70	70,00	39,70	-1,30
X1	0,35	0,21	0,38	1,00	70,00	39,70	-38,70
X2	0,40	0,37	0,47	2,80	70,00	39,70	-0,60
tau2.S	11,21	7,98	15,44	43,90	70,00	100,00	9,50
tau2.T	0,08	0,05	0,13	70,00	70,00	100,00	-1,10
rho.S	1,00	1,00	1,00	NA	NA	NA	NA
rho.T	0,98	0,95	1,00	70,00	70,00	63,90	-0,20

Realizado por: Valdez Franklin, 2021.

$$B_{st} = 0,60 + 0,35(X1 = NBI) + 0,40(X2 = Analfabetismo)$$

$$\tau_S^2 = 11,21, \tau_T^2 = 0,08, \rho_S = 1,00, \rho_T = 0,98$$

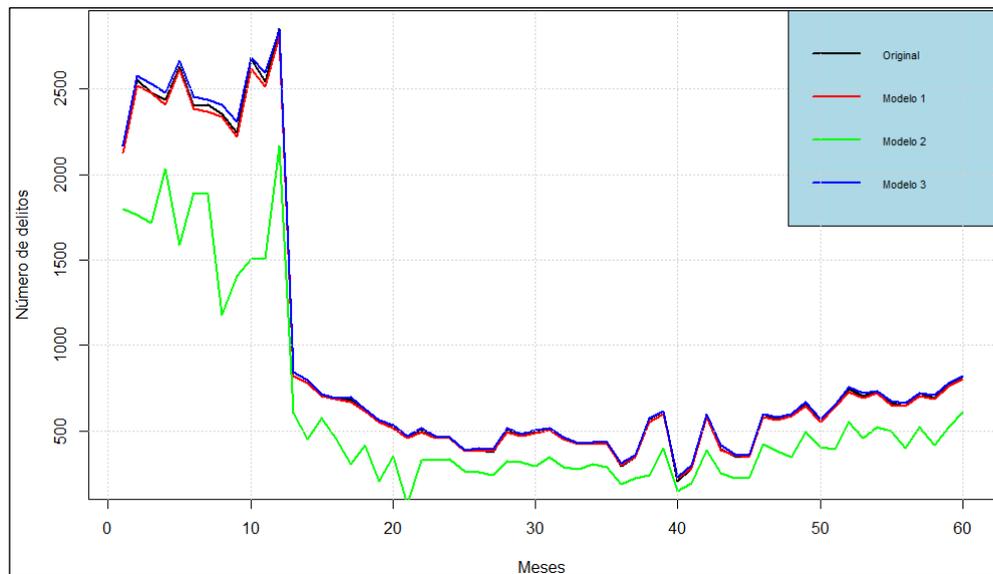
**Tabla 28-3:** Criterios de información

	DIC	p.d	LMPL	WAIC	p.w	loglikelihood
Modelo 1	11796,74	181,87	-6110,54	12107,67	354,76	-5716,51
Modelo 2	11850,77	207,96	-6366,55	12817,65	707,80	-5717,42
Modelo 3	11852,80	208,85	-6320,10	12483,20	542,61	-5717,55

Realizado por: Valdez Franklin, 2021.

Analizando el criterio de información de desviación (DIC) que es útil en la selección de modelos bayesianos donde las distribuciones se han obtenido mediante MCMC, el DIC más pequeño pertenece al modelo que mejor se ajusta a un conjunto de datos replicados que tiene la misma estructura que la observada actualmente, en el mismo espíritu que el criterio de información de Watanabe-Akaike (WAIC). En términos generales las diferencias de más de 10 descartan definitivamente el modelo con el DIC más elevado y en base a la probabilidad predictiva logarítmica marginal el modelo final es elegido minimizando el (LMPL).

### 3.8.2. Gráfico de los modelos



**Gráfico 23-3:** Datos reales vs modelos

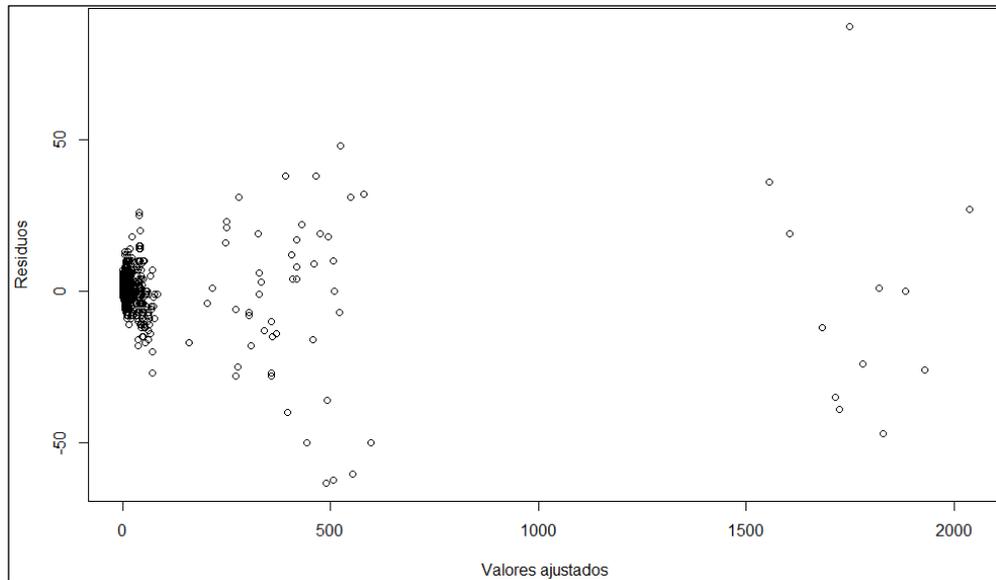
Realizado por: Valdez Franklin, 2021

### 3.8.3. Comparación y diagnóstico de modelos

#### Calculo del residuo

$$e_i = y_i - \hat{y}_i$$

Se lo calculó en base a un vector de valores ajustados para cada área y periodo de tiempo.

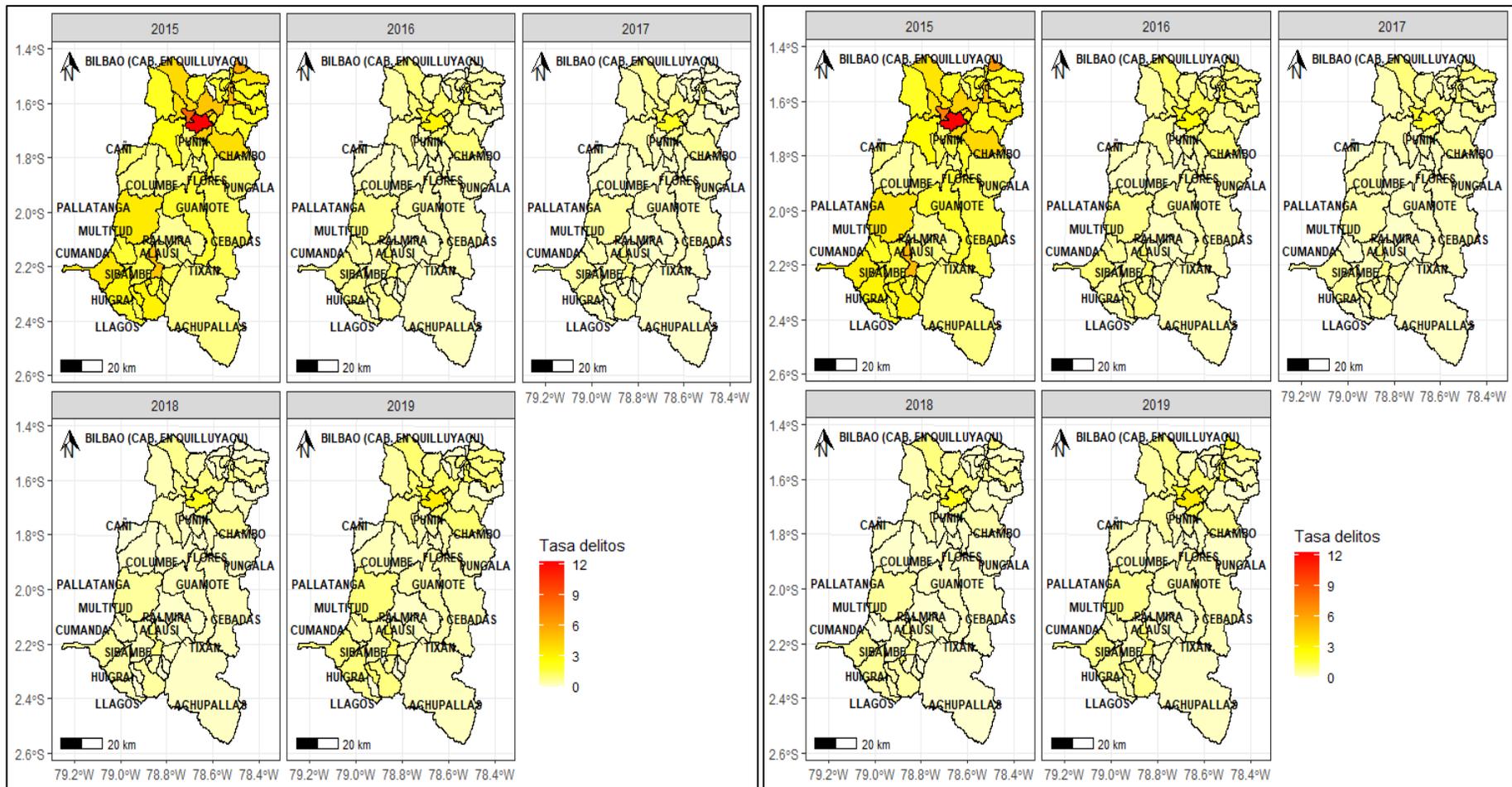


**Gráfico 24-3:** Análisis de los residuos

**Realizado por:** Valdez Franklin, 2021

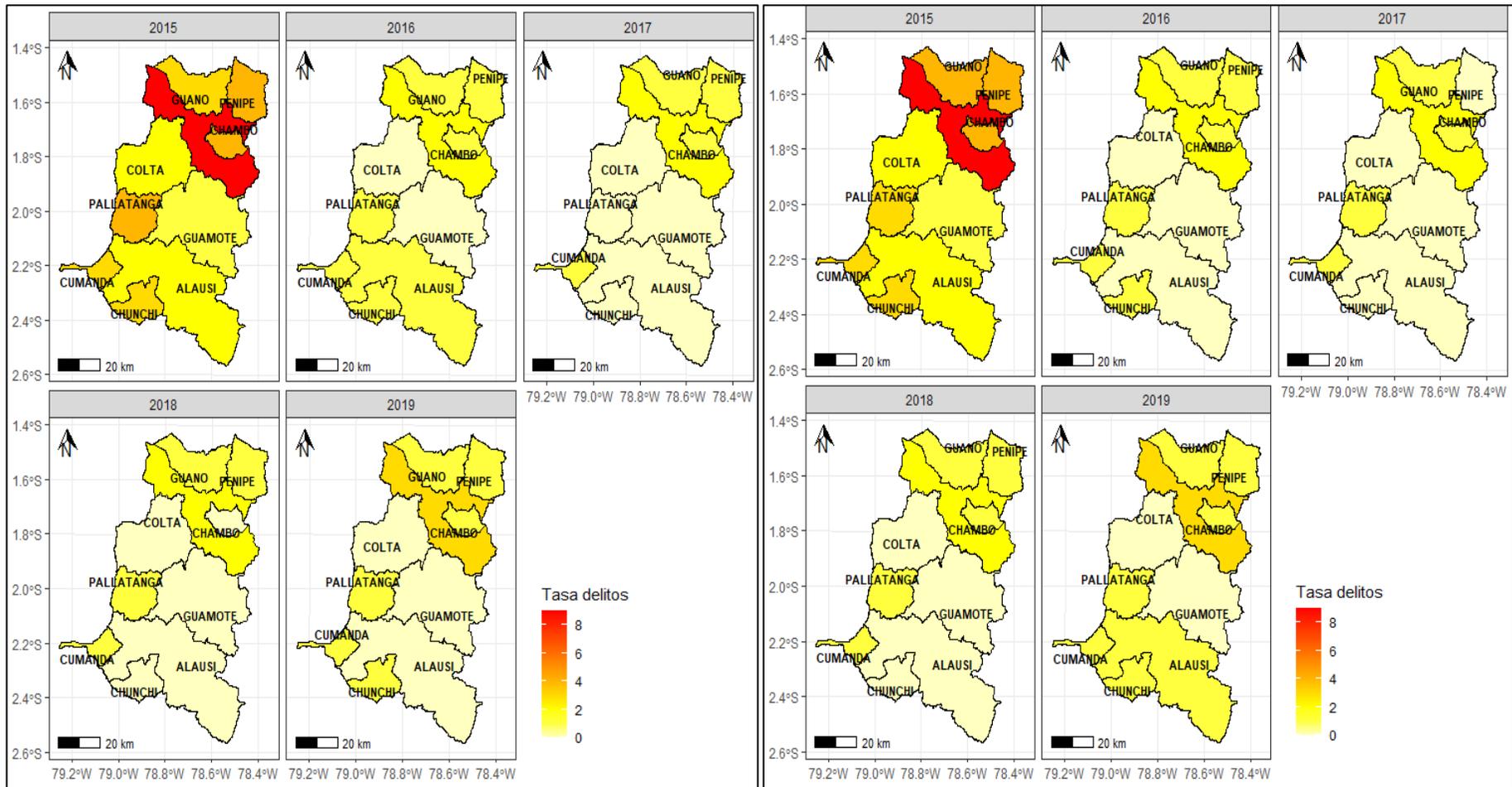
En el **Gráfico 24-3** se evidencia que existe problemas de dispersión irregular, esto quiere decir que la varianza de los residuos aumenta con los valores ajustados, lo que indica que la variabilidad de los errores crece al aumentar su media. Además, se muestra que a medida que el número de delitos crece también la variación de los residuos lo hace.

Se nota un vacío entre los valores mayores a 600 y menores que 1500 debido a que el espacio que se analizó presentó una numerosa concentración de delitos en lugares determinados como es el caso de Riobamba y Lican (**Gráfico 25-3**) con concentración de delitos muy altas, a diferencia de las demás parroquias que registraron una concentración menor. No obstante, el número de delitos simulados a través del primer modelo presentó mínimos errores y tasas de delitos muy similares a las originales con una ligera variación de 1 persona por cada 100 habitantes en las tasas de delitos por cantones.



**Gráfico 25-3:** Tasa de delitos por parroquias (original vs predicho)

Realizado por: Valdez Franklin, 2021



**Gráfico 26-3: Tasa de delitos por cantones (original vs predicho)**

Realizado por: Valdez Franklin, 2021

## CONCLUSIONES

Los planes de la policía en materia de seguridad han sido efectivos en la disminución de delitos, sin embargo, existe zonas donde el delito es redundante y sigue un patrón de comportamiento como se detalla a continuación:

- Se organizó y se validó toda la información en una base de datos mediante el software R Studio eliminando los registros de delitos que no se establecieron en el espacio y periodo de análisis. Añadiendo información adicional como la ubicación por cantones y parroquias, así como una sección que los clasifica en función del objetivo y la gravedad del mismo, excluyendo del registro a los que no figuran como hechos delictivos. De esa manera solamente se consideró a los ocurridos dentro de la provincia de Chimborazo, entre enero del 2015 y diciembre del 2019 obteniendo un total de 55949 datos específicos.
- Mediante las estadísticas descriptivas, tablas de frecuencias y diagramas de barras se identificó a los delitos más frecuentes tales como: el inducir miedo o angustia emocional a las personas, las agresiones graves, el hurto y los robos a domicilios son los de mayor frecuencia en toda la provincia con el 58%, 24%, 64% y 17% respectivamente de cada sección a la que pertenecen. A través del análisis umbral que es una técnica estadística multivariante cuantitativa se identificó al hurto y al hurto de piezas de vehículos en una escala “templada” registrando un incremento del 99% y 51% respectivamente, por lo que es recomendable ponerles más atención ya que puede empeorar. De la misma forma, el hurto de ganado y el hurto de vehículos presentan un incremento estadístico significativo del 35% y del 171% en el año 2019, esto sucede porque algún factor externo influye en la categoría y la atención en esta debe ser inmediata. Las zonas con mayor inseguridad se analizaron mediante el uso de herramientas SIG, identificando a Riobamba como el cantón con un alto número de delitos, con un registro de 44259 casos, sin embargo, el 90% de estos ocurrieron en Yaruquíes, Velasco, Maldonado, Lizarzaburu y Veloz, las mismas que presentan una tasa delictiva superior al de la provincia. De igual manera ocurre con su intensidad llegando a ocurrir 135 por km<sup>2</sup>. Estas cifras pueden parecer alarmantes, sin embargo, por el número de delitos registrados en años anteriores y por medio del análisis umbral estos valores se han vuelto tan comunes que están dentro del rango que se esperaría para esta categoría, además considerando que el estudio de los efectos sociales no suele ser más que una representación de la densidad poblacional se esperaría que exista mayor número de habitantes, lo que es evidente, ya que cuenta con alrededor de 3000 habitantes por km<sup>2</sup> superando por mucho a las demás parroquias. No obstante, son cifras alarmantes a nivel provincial. Si bien no existe un punto de comparación, después de la zona urbana de Riobamba son las parroquias Lican, San Luis,

San Gerardo de Pacaicaguán, San Antonio de Bayushig y Guano las que presentaron un elevado nivel de inseguridad ya que 3 personas por cada 100 habitantes han sido víctimas de algún hecho o acto delictivo.

- Se identificó patrones temporales con el uso de estadísticas descriptivas, tablas de distribución y gráficos radiales donde se determinó que el número de delitos tiende a crecer conforme pasan los días y son precisamente los fines de semana los que registran el 50% del total de delitos, con una tasa de crecimiento anual positiva que ha disminuido del 61% en el 2015 al 23% en el 2019. De igual forma este incremento coincide con el de las horas, donde su punto más bajo y de partida es a las 05:00 y sus puntos máximos son de 18:00 a 20:00 y en menor proporción de 12:00 a 14:00. El horario más inseguro es la noche, registrando el 37% de los delitos, seguido de la tarde con el 26%. El comportamiento se determinó mediante el análisis y modelado de puntos espaciales donde se destaca la superposición en la ubicación de 49865 registros. A través del test Chi-Cuadrado para un proceso de Poisson se descartó la hipótesis de que la concentración es homogénea existiendo suficiente evidencia estadística para aseverar la no aleatoriedad espacial, justamente por la presencia de zonas específicas en las que se concentra el delito. Por medio del I de Moran y el C de Geary se destacó la autocorrelación espacial positiva en el cantón Riobamba y Guano con el 0,16 y el 0,10 respectivamente. En base al diagrama de dispersión de Moran se observó que las parroquias de Lican, Guano y Riobamba presentan altos niveles delictuales a diferencia de las demás, esto incidió positivamente mediante el método LISA en la detección de 2 clúster que corroboran el enunciado de la autocorrelación espacial. El primero formado por las parroquias Lican, Riobamba, San Luis, Cubijés, Guano, San Gerardo de Pacaicaguán y el segundo lo conforman 3 parroquias del cantón Penipe que son Bilbao, Puela y San Antonio de Bayushig. Determinando que debe existir una relación de las zonas señaladas que sobresalen por los numerosos delitos registrados respecto a un mayor control policial.
- El comportamiento de los delitos se los simuló por medio de un modelo lineal mixto generalizado espacio temporal con efectos principales espaciales y temporales, designando como covariables al nivel de analfabetismo y al porcentaje de personas que habitan en hogares con al menos una necesidad básica insatisfecha (NBI). Llegando a obtener mejores resultados con el uso solamente de la última covariable en mención, ya que con ese modelo existe mínimos errores y se logró un mejor ajuste a las observaciones reales. Destacando la relación de que a mayor porcentaje de NBI mayor número de delitos.

## RECOMENDACIONES

- Se debería recolectar información que detalle y especifique el delito como por ejemplo: si sucede un robo, especificarlo, de qué tipo, con qué medio, de qué, además de datos demográficos, puesto que a partir de ello se podría realizar mejores estudios que ayuden a la policía a tomar mejores y más acertadas medidas de prevención.
- La producción de información estadística de calidad sobre la delincuencia es uno de los retos de los entes encargados en recopilar esta información y se debe manejar más precisión en las ubicaciones geográficas para de esa forma evitar la inflación de puntos.
- El análisis se podría mejorar utilizando mapas con una mayor precisión, limitando a un estudio por cada cantón en donde se vea de manera objetiva la situación de este, sin involucrar a alguna entidad ajena a su dependencia.
- Dar continuidad a esta investigación debido a su importancia para la ciudadanía en general, así como para las entidades de seguridad, ya que puede ayudar de manera más efectiva en la toma de decisiones y de distribución de recursos para cada cantón en función de sus necesidades optimizando el trabajo de las entidades de seguridad.
- Se recomienda emplear modelos de procesos puntuales espacios temporales para modelar los hechos delictivos considerando una mayor especificación en el tipo de delito para que de esa manera se pueda predecir los patrones delictivos en un determinado espacio geográfico.
- Los SIG requieren herramientas particulares que van más allá de las tradicionales técnicas estadísticas y, por tanto, los softwares libres permitirían afrontar las particularidades de los datos espaciales, de modo que el docente y estudiante se beneficiarían de una metodología en estadística inferencial para la geografía.
- Se debería profundizar en la enseñanza y en el aprendizaje de la estadística espacial en la carrera de estadística debido a la capacidad de aportar soluciones de gran valor a distintas disciplinas. Por sus métodos y técnicas se puede realizar análisis vinculados a diferentes ramas de las ciencias.

## BIBLIOGRAFÍA

**AGUIRRE, J.** "Victimario: la víctima desconocida del conflicto armado colombiano. Análisis de su reparación en torno al principio de igualdad". *Revista Derecho del Estado* [en línea], 2019, (Colombia), 43, pp. 291-320. [Consulta: 28 octubre 2020]. DOI 10.18601/01229893.n43.11. Disponible en: <https://uexternado3.metarevistas.org/index.php/derest/article/view/5914>.

**ALBALADEJO, J.; & CAMPOS, M.** "Descripción del fenómeno delictivo en la ciudad de Murcia a partir de herramientas SIG". *Investigaciones Geográficas* [en línea], 2017, (España), 67, pp. 215-227. ISSN 0213-4691. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=17651756012>.

**ALONSO, A.** *Introducción al Análisis de Series Temporales* [en línea]. España: 2013. [Consulta: 9 diciembre 2020]. Disponible en: <https://www.yumpu.com/es/document/view/14510717/introduccion-al-analisis-de-series-temporales>.

**ARROYO, I.; et al.** "Distribuciones Poisson y Gamma: Una Discreta y Continua Relación". *Prospectiva* [en línea], 2014, 12, pp. 99-107. [Consulta: 22 enero 2021]. ISSN 1692-8261. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1692-82612014000100012&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-82612014000100012&nrm=iso).

**BOHÓRQUEZ, I.; & CEBALLOS, H.** Algunos conceptos de la econometría espacial y el análisis exploratorio de datos espaciales. *Ecos de Economía: A Latin American journal of applied economics*, 12 (27), (2008), pp. 9-2. ISSN 2462-8107.

**BORBOR, J.** Puntos calientes (hotspot) de robos en circuitos de la ciudad de Guayaquil [en línea] (Tesis). (Magíster en Sistemas de Información Geográfica) Universidad San Francisco de Quito, Quito, Ecuador, 2014. pp. 1-58. [Consulta: 6 febrero 2021]. Disponible en: <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/3211>.

**CAUDILLO, C.; & CORONEL, C.** "Densidad Kernel" [en línea], 2017, (México), pp. 1-12, S.l.: s.n. Disponible en: <http://centrogeo.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1012/168>. Geografía

**CELEMÍN, J.** "Autocorrelación espacial e indicadores locales de asociación espacial. Importancia, estructura y aplicación. En: Bahía Blanca, Argentina". *Revista Universitaria de Geografía* [en línea], 2019, (Argentina) vol. 18, pp. 11-31. [Consulta: 21 enero 2021]. ISSN 0326-

8373 Publisher: Universidad Nacional del Sur. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=383239099001>.

**CORREA, R.** *Decreto Ejecutivo N° 988* [en línea], 29 diciembre 2011. S.l.: s.n. [Consulta: 4 diciembre 2020]. Decreto 988. Disponible en: <https://www.ecu911.gob.ec/TransparenciaArchivo/ENERO2015/Anexos%20a2/DECRETO-988.pdf>.

**CHAN, J.; & GRANT, A.** "Fast Computation of the Deviance Information Criterion for Latent Variable Models" *Computational Statistics & Data Analysis* [en línea], 2016, 100, pp.1-25. [Consulta: 15 enero 2021]. ISSN 0167-9473. Disponible en: <https://opus.lib.uts.edu.au/bitstream/10453/118199/4/Fast%20Computation%20of%20the%20Deviance%20Information.pdf>.

**ESPINOZA, A.; et al.** "Sistemas de Información Geográfica y su Análisis Aplicado en Zonas de Delincuencia en la Ciudad de México". *Información tecnológica*, vol. 29, (2018), pp. 235-244. ISSN 0718-0764.

**FARALDO, P.; & PATEIRO, B.** *Estadística Descriptiva. Estadística y metodología de la investigación*. España: s.n., 2013, p. 15.

**FLORES, V.; et al.** "ENCUESTA DE VICTIMIZACIÓN Y PERCEPCIÓN DE INSEGURIDAD 2011 INFORME DE EVALUACIÓN FINAL", INEC, 2013, (Ecuador), pp. 1-33. [Consulta: 22 enero 2021], Ecuador: Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). 1.

**GARAVITO, D.** *Estadística Espacial. RPubS - AMESP 9. Patrones Puntuales* [blog]. 9 de marzo 2019. [Consulta: 22 enero 2021]. Disponible en: <https://rpubs.com/bogotan/AMESP9PatronesPuntuales>.

**GARCÍA, J.** *VIOLENCIA CONTRA LA MUJER Y MIEMBROS DEL NÚCLEO FAMILIAR*. DerechoECUADOR.com [blog], 11 de febrero 2020. [Consulta: 24 noviembre 2020]. Disponible en: <https://www.derechoecuador.com/violencia-contr-la-mujer-y-miembros-del-nucleo-familiar>.

**GAVILANES, V.** Análisis estadístico de las posibles zonas vulnerables de los delitos registrados en la ciudad de Riobamba, periodo 2015-2017. [en línea] (Trabajo de titulación) (Pregrado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2018. pp. 48-55. [Consulta: 24 octubre 2020] Disponible en: <http://dspace.espech.edu.ec/handle/123456789/9232>.

**GOODCHILD, M.** "Geographic information systems and cartography". *Cartography* [en línea], 1990, 19 (1), pp. 1-13. [Consulta: 25 noviembre 2020]. ISSN 0069-0805. DOI 10.1080/00690805.1990.10438482. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/00690805.1990.10438482>.

**GUTIÉRREZ, G.** "Estadística y Criminalidad". *Revista de planeación y desarrollo*, vol. 2, n° 1 (1973), pp. 99-123.

**HERNÁN, O.** "Surgimiento de las estadísticas criminales en Argentina. La influencia de los discursos criminológicos en la producción y análisis de datos de la Ciudad de Buenos Aires (1885-1921)". *Delito y Sociedad*, vol. 2, no. 40 (2015) pp. 31-62.

**INEC.** CLASIFICACIÓN NACIONAL DE DELITOS CON FINES ESTADÍSTICOS. [en línea]. Estadístico. Ecuador: Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), 2018. [Consulta: 28 octubre 2020]. Disponible en: <https://www.cepal.org/sites/default/files/presentations/septima-reunion-gtci-clasificacion-nacional-delitos-con-fines-estadisticos-inec-ecuador.pdf>.

**LARA, E.; et al.** "Los sistemas de informacion geográfica", *En Rodríguez García, J. y Collado Machuca, JC (eds.). Andalucía en el umbral del Siglo XXI. Congreso de Ciencia Regional de Andalucía (1. 1997. Jerez de la Frontera)*, Universidad de Cádiz, 1998 pp. 789-804.

**LEE, D.; et. al.** "CARBayesST version 2.2: An R package for spatio-temporal areal unit modelling with conditional autoregressive priors". 2016. pp.1- 17. [Consulta: 18 diciembre 2020]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Duncan\\_Lee/publication/295906974](https://www.researchgate.net/profile/Duncan_Lee/publication/295906974).

**LEONARDO, J.** *DELITO Y LA PENA* [blog]. [Consulta: 18 diciembre 2020]. Disponible en: <https://derechoecuador.com/delito-y-la-pena>.

**LUNA, A.** *Alto índice de inseguridad preocupa a la ciudadanía* [en línea]. Televisión. 10 diciembre 2020. S.l.: s.n. 2020. [Consulta: 18 diciembre 2020]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=g2SqZAnZLL0>.

**LLORENTE, F.; et al.** Breve estudio de métodos MCMC avanzados (Trabajo de titulación) (Maestría). Universidad Carlos III de Madrid, Madrid - España. 2019. pp.1-47.

**MACHICADO, J.** "Concepto de delito". *Apuntes jurídicos* [en línea], 2010, (Ecuador), pp. 1-9. [Consulta: 05 febrero 2021]. Disponible en: <https://jorgemachicado.blogspot.com/2009/02/que-es-el-delito.html>.

**MARROQUÍN, R.** "Metodología de la investigación". vol. 04, 2009, (Perú) pp.1-26.

**MARTÍNEZ, E.; et al.** *Delimitación de áreas rurales y urbanas a nivel local: demografía, coberturas del suelo y accesibilidad*. 1 ed. España, Bilbao: Ibersaf Industrial, S. L., 2016. ISBN 978-84-92937-64-6. pp. 15-109.

**MARTÍNEZ, L.** 2014. "La incertidumbre de los pronósticos de peligrosidad: consecuencias para la dogmática de las medidas de seguridad". *Revista para el análisis del derecho* [en línea], 2014, (España), pp. 1-78. [Consulta: 17 diciembre 2020]. ISSN 1698-739X.

**MAURICIO, J.** *Análisis de series temporales* [en línea]. Madrid-España: Universidad Complutense de Madrid, 2007. [Consulta: 13 diciembre 2020]. Disponible en: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/42396751/518-2013-11-11-JAM-IAST>

**MORALES, V.** *Estadística Espacial y Geoestadística. R Pubs by RStudio* [blog]. RUsersEC, 5 de julio 2018, 2018. [Consulta: 11 diciembre 2020]. Disponible en: <https://rpubs.com/VMO/IntroSpatial>.

**MORILLO, A.** "Metodología de cálculo de la tasa de homicidios para el reporte nacional de indicadores de los Objetivos de Desarrollo Sostenible". *Observatorio de Seguridad Ciudadana de la República Dominicana*, 2018, (República Dominicana) pp. 1-16.

**NÚÑEZ, G.** 2020. "Modelación espacio-temporal de la incidencia acumulada de COVID-19 en municipios de Chiapas". *ESPACIO I+D, INNOVACIÓN MÁS DESARROLLO* [en línea], 2020, (México) 9(25), pp. 1-17. [Consulta: 30 septiembre 2020], DOI 10.31644/IMASD.25.2020.a01. Disponible en: <https://espacioimasd.unach.mx/index.php/Inicio/article/view/246>.

**OLAYA, V.** "Sistemas de Información Geográfica". *Dialnet* [en línea], 2012, pp. 1-820. [Consulta: 25 septiembre 2020]. ISSN 978-1530295944. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3113707>.

**ONU DC.** *Clasificación Internacional de Delitos con Fines Estadísticos*. Austria, Viena: Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito, 2015. pp. 1-148.

**PÉREZ, C.** *DIFERENCIA ENTRE HURTO Y ROBO* [blog]. 22 de diciembre de 2012, 2012. [Consulta: 24 noviembre 2020]. Disponible en: <https://derechoecuador.com/diferencia-entre-hurto-y-robo>.

**PÉREZ, J.; & MERINO, M.** *Definición.De.* [blog]. 2010. [Consulta: 24 noviembre 2020]. Disponible en: <https://definicion.de/parroquia/>.

**QUINTANA, S.; & et al.** 2008. *LibroSIG: aprendiendo a manejar los SIG en la gestión ambiental*. Madrid - España: los autores, 2008. ISBN 978-84-691-7370-1, pp. 3-108.

**QUISPE, B.; & DE CASTILLA, C.** 2017. *Modelos estadísticos en procesos puntuales espaciales poisson para evaluar la distribución espacial de los hechos delictivos en Lima, Perú*. Perú - Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2017. ISBN 2519-7398. DOI <http://dx.doi.org/10.21704/ac.v78i2.1045>, pp. 100-111.

**REDACCIÓN.** *¿Qué es Víctima? Su Definición y Significado* [blog]. 17 de julio de 2019, 2019. [Consulta: 28 octubre 2020]. Disponible en: [//conceptodefinicion.de/victima/](http://conceptodefinicion.de/victima/).

**RIVERA, D.; & SÁNCHEZ, C.** "Análisis geográfico de los patrones delincuenciales en la ciudad de Guayaquil". *Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra*, (2019), (Ecuador) pp. 1-9.

**RODRÍGUEZ, A.** 2003. "Los determinantes socioeconómicos del delito en España". *Revista española de investigación criminológica* [en línea], 2003, (España) 1, pp. 1-31. [Consulta: 1 diciembre 2020]. ISSN 1696-9219. Disponible en: <https://reic.criminologia.net/index.php/journal/article/view/5>.

**ROMERO, D.** Procesos Puntuales: El modelo de Hawkes y sus aplicaciones (Trabajo de titulación) (Maestría). Centro de Investigación en Matemáticas A.C. Guanajuato - México. 2018. 3-54.

**ROMERO, J.; et al.** "Inteligencia Artificial y Computación Avanzada". *INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y COMPUTACIÓN AVANZADA* [en línea], 2007, (España), pp. 10-400. [Consulta: 5 diciembre 2020]. ISSN 84-934497-0-9. Disponible en: <https://cdv.dei.uc.pt/wp-content/uploads/2014/03/ms07.pdf>.

**SÁNCHEZ, J.** "Introducción a R, RStudio y RCommander". *EducaFarma 3.0* [en línea], 2015, pp.1- 4. [Consulta: 29 enero 2021]. ISSN 8460681734. Disponible en: <https://gredos.usal.es/bitstream/handle/10366/127037/24%20%20IntroduccionR.pdf?sequence=1>.

**SANZ, L.; & GUILLÉN, C.** 2006. "Empleo de Sistemas de Información Geográfica en el estudio del Miedo al Delito". *Revista Española de Investigación Criminológica* [en línea], 2006, (España) 4, pp. 1-11. [Consulta: 30 enero 2021]. ISSN 1696-9219. Disponible en: <https://reic.criminologia.net/index.php/journal/article/view/27>.

**SEGURA, J.** "La ciencia estadística y la criminología". *Revista de Derecho Penal y Criminología*, no. 1 (2009), (España) pp. 465-478.

**SIABATO, W.; & GUZMÁN, J.** 2018. "La autocorrelación espacial y el desarrollo de la geografía cuantitativa". *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía* [en línea], 2018, (Colombia) 28(1), pp. 1-22. [Consulta: 19 diciembre 2020]. ISSN 0121-215X. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7023607>.

**VALLEJO, D.** Plan de seguridad ciudadana, para reducir los índices de inseguridad existentes en el gobierno autónomo descentralizado municipal de la ciudad de Riobamba, propuesta [en línea] (Trabajo de titulación) (Pregrado) Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí, Ecuador. 2015 pp. 11-85. [Consulta: 20 diciembre 2020]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/10275>.

**VALLEJO, E.** 2007. "Diagnóstico sobre seguridad ciudadana en el Ecuador". *Investigación de seguridad ciudadana*, (2007), (Ecuador) pp. 1-24.

**VÁZQUEZ, C.; & SOTO, C.** 2013. "El análisis geográfico del delito y los mapas de la delincuencia". *REVISTA DE DERECHO PENAL Y CRIMINOLOGÍA* [en línea], 2013 (9), pp. 419-448. [Consulta: 10 diciembre 2020]. Disponible en: <http://e-spacio.uned.es/fez/eserv.php?pid=bibliuned:revistaDerechoPenalyCriminologia-2013-9-7110&dsID=Documento.pdf>.

**VELASTEGUI, E.** "El análisis de umbral como identificador de patrones delictuales en varios niveles geográficos del cantón Cuenca, Ecuador año 2013 al 2016". *Memorias y Boletines de la Universidad del Azuay*, 16 (2017), (Ecuador) pp. 375-380.

**WATANABE, S.** "A Widely Applicable Bayesian Information Criterion". *Journal of Machine Learning research*", 14, (2013), (Japan), pp. 867-897.

**WEISBURD, D.** "La importancia de las "zonas calientes" del crimen. Sin Miedos" [blog]. 29 de octubre de 2013, 2013. [Consulta: 24 enero 2021]. Disponible en: <https://blogs.iadb.org/seguridad-ciudadana/es/la-importancia-de-las-zonas-calientes-del-crimen/>.

**ZAPATA, J.** "Informe Anual de Gestión 2019/2020 – ECU 911" *Informe de Gestión*, (2020), (Ecuador) pp. 5-36.

## ANEXOS

### Anexo A: CÓDIGO PARA LA VALIDACION DE LA BASE DE DATOS

Seleccionar el directorio

```
getwd()
```

```
dir()
```

Cargamos las librerías:

```
library(openxlsx)
```

```
library(readxl)
```

```
library(dplyr)
```

```
library(lubridate)
```

```
library(tidyverse)
```

Seleccionar la base de datos

```
BD1420<-read_excel("Delitos abril 2014-julio 2020.xlsx")
```

```
dfBD1420<- as.data.frame(BD1420)
```

Filtros para la base de datos

```
BD1519<-filter(dfBD1420, AÑO>2014, AÑO<2020)
```

Detección de NA

```
# TRUE = hay al menos un valor NA
```

```
any(is.na(BD1519))
```

```
which(is.na(BD1519)) # Indica las coordenadas donde están los NA
```

```
sum(is.na(BD1519)) # Cantidad de valores perdidos en el vector
```

```
apply(is.na(BD1519), 2, sum) # Cantidad de NA por columna
```

```
apply(is.na(BD1519), 2, which) # Posición de NA por columna
```

Base de datos sin NA

```
SINNA<-na.omit(BD1519)
```

Visualizar la base sin NA

```
BD1519[!complete.cases(BD1519), ]
```

Separar la hora de la fecha

```
BDCompleta<- separate(SINNA, col = "FECHA",
```

```
into = c("Fecha","Hora"),sep = " ")
```

Poner en mayúsculas todas las palabras sin tildes

```
# me parece mejor hacer una conversión de codificación para llevar
```

```
# los caracteres a una tabla más acotada como la ASCII. Para eso
```

```
# puedes usar una rutina muy útil del paquete stringi:
```

```
BDCCompleta1<-data.frame(lapply(BDCCompleta, function(v) {  
  if (is.character(v)) return(chartr("ÁÉÍÓÚ", "AEIOU", toupper(v)))  
  else return(v)  
}))
```

Exportar datos

```
#write.xlsx(BDCCompleta1, file="BDCCompleta1.xlsx")
```

Primero habilitamos las librerías de las cuales haremos uso:

```
require(raster)
```

```
require(rgdal)
```

Transformar a un Shapefile

```
coordinates(BDCCompleta1) <- ~LONGITUD+LATITUD
```

```
plot(BDCCompleta1)
```

Guardar como un Shapefile

```
writeOGR(obj = BDCCompleta1, dsn = "C:/Users/USUARIO/Desktop/TESIS/Scripts R Análisis",  
layer = "DelitosSHP", driver = "ESRI Shapefile" )
```

```
proj4string(BDCCompleta1) = CRS("+init=epsg:4326") ## WGS84
```

```
getwd()
```

```
dir()
```

```
mx <- st_read("CompletoTODO.shp")
```

```
plot(st_geometry(mx))
```

```
plot(mx, axes = T,cex.axis=0.8)
```

```
class(mx)
```

```
View(mx)
```

```
table(mx$DPA_DESPRO)
```

```
prov<- st_read("nxprovincias.shp")
```

```
parro<- st_read("nxparroquias.shp")
deli<- st_read("DelitosSHP.shp")
ggplot(data = prov) +
  geom_sf()+
  geom_sf(fill = "greenyellow", color = "black")+
  geom_sf(data = mx)
ggplot(data = mx)+
  geom_sf()
ggplot(data = deli)+
  geom_sf()+
  ggplot(data = parro)
mx_lcc <- st_transform(mx, st_crs(rio))
plot(st_geometry(rio),col="blue",axes=TRUE)
plot(st_geometry(mx_lcc),border="red",add=TRUE)
```

## **Anexo B: CÓDIGO PARA LA CREACIÓN DE UN MAPA**

Instalación de Librerías

```
library(sf)
library(tidyverse)
library(rworldxtra)
library(leaflet)
library(rgdal)
library(raster)
library(openxlsx)
library(readxl)
library(ggforce)
library(scales)
library(rworldxtra)
library(ggspatial)
```

Cargar la base de datos

```
mx <- st_read("nxparroquias.shp")
```

```

mx$DPA_DESPRO %>% unique()
Chim<-mx%>%dplyr::filter(DPA_DESPRO %in% c("CHIMBORAZO"))
Chim$DPA_DESPAR %>% unique()
BaseAnalisis<-read_excel("Delitos Parroquia.xlsx") %>% as.data.frame()
BaseTotal<-merge(BaseAnalisis, Chim, by = "DPA_DESPAR",all.x=TRUE) %>% st_as_sf()

```

Dibujo del mapa

```

ggplot()+geom_sf(data = Chim) +
  geom_sf(data = BaseTotal, aes(fill=Tasadelitos2015)) +
  scale_fill_gradientn(name = "Delito por cada 100 hab", breaks = seq(0, 14, by = 3.5), colours =
pal(c(1,5)))+
  ggrepel::geom_text_repel(data = BaseTotal,
    aes(label = Parroquias, geometry = geometry), stat = "sf_coordinates",
    force = 1) + theme_bw()+
  labs(title = "Año 2015 ",
    subtitle = paste("Tasa de delitos"),
    #caption = "Datos",
    y = NULL,
    x = NULL) +
  theme(legend.position = "bottom")

```

```
DensidadP$DPA_DESCAN%>% unique()
```

```
DRio<-DensidadP%>%dplyr::filter(DPA_DESCAN %in% c("RIOBAMBA"))
```

```

ggplot()+geom_sf(data = DensidadP, color="black", aes(fill = Densidad), size = 0.05)+
  facet_wrap(~Año)+ scale_fill_gradientn (name = "Densidad Poblacional",colours =
rev(heat.colors(4)))+
  ggrepel::geom_text_repel(data = DRio, aes(label = Parroquias, geometry = geometry),
    stat = "sf_coordinates",
    force = 1) + theme_bw()+ theme(legend.position = "right") +
  labs(title = "", y = NULL, x = NULL)+annotation_scale() +
  annotation_north_arrow(location='tl',height = unit(0.5, "cm"),
    width = unit(0.5, "cm"))

```

## **Anexo C: CÓDIGO DEL MODELO LINEAL MIXTO GENERALIZADO**

Cargar las librerías

```
library(rstan)
```

```
library(Matrix)
```

```
library(xlsx)
```

```
library(readxl)
```

```
library(ggplot2)
```

```
library(tidyverse)
```

```
library(boot)
```

```
library(rvest)
```

```
library(dplyr)
```

```
library(tidyverse)
```

```
library(CARBayesST)
```

```
library(CARBayes)
```

```
library(foreign)
```

```
library(ggfortify)
```

```
library(latticeExtra)
```

```
library(fpp2)
```

```
library(ggplot2)
```

```
library(lattice)
```

```
library(forecast)
```

```
library(tseries)
```

Cargar las bases a estudiar

```
# Leemos los datos
```

```
datos<-read_xlsx("Parroquiavsmeses.xlsx") %>% as.data.frame()
```

```
covar<-read_xlsx("covariables.xlsx") %>% as.data.frame()
```

Matriz de vecindad

```
N.mat=readMM("m_dispensa.mtx") %>% as.matrix()
```

Identificar el tamaño

```
size=nrow(N.mat) #55
dim(N.mat)
num.obs=ncol(y) #60
ym<-as.matrix(y) %>% as.numeric()
```

Ajustar el tamaño de las covariables para cada columna

```
x1<-rep(pobres,num.obs)
x2<-rep(analfab,num.obs)
Xs<-formula(ym~x1+x2)
set.seed(123)
```

Utilizar el ST.CARanova para el ajuste del modelo lineal generalizado mixto espacio temporal

```
Xs1<-formula(ym~x1)
modelx1<-ST.CARanova(formula=Xs1, family="poisson",W=N.mat,
                      interaction=FALSE,rho.S=1,burnin=350, n.sample=700,thin=5)
modelx1$summary.results
```

Gráfica del modelo

```
plot(colSums(y), type="l", lwd=2, main="", xlab='Meses', ylab='Número de delitos', col="black")
lines(colSums(pre1),col="red", lwd=2)
lines(colSums(pre2),col="green", lwd=2)
lines(colSums(pre3),col="blue", lwd=2)
legend("topright", c("Original", "Modelo 1", "Modelo 2", "Modelo 3"),
      lwd=c(2,2), col=c("black", "red", "green", "blue"), cex=0.7, bg='lightblue')
grid()
```

Análisis del modelo

```
valor_ajustado<-round(modelx1$fitted.values) %>% as.data.frame()
residuos<-modelx1$residuals
y_real<-as.data.frame(ym)
resi<-round(y_real-valor_ajustado)
error<-cbind(valor_ajustado,resi)
plot(error, xlab="Valores ajustados", ylab="Residuos")
qqnorm(error$ym)
```

## **Anexo D: CÓDIGO PARA EL ANÁLISIS TEMPORAL**

Cargamos las librerías

```
library(foreign)
```

```
library(ggfortify)
```

```
library(latticeExtra)
```

```
library(fpp2)
```

```
library(ggplot2)
```

```
library(lattice)
```

```
library(forecast)
```

```
library(tseries)
```

```
library(lubridate)
```

```
library(tidyverse)
```

Cargas los datos

```
MYA<-read_excel("Delitos por meses y año.xlsx")
```

Transformamos los datos en una serie temporal

```
StMYA<-ts(MYA$fi, start = c(2015), frequency = 12)
```

```
autoplot(StMYA)+ xlab("Años")+ylab("Frecuencia Relativa") +  
  ggtitle("Serie Temporal meses")
```

```
ggseasonplot(StMYA,year.labels=TRUE, year.labels.left=TRUE) +  
  ylab("") + xlab("Meses") + ggtitle("")+  
  theme(legend.position = "bottom")
```

```
ggseasonplot(StMYA,polar = TRUE)+  
  ylab("") + xlab("Meses") + ggtitle("")+  
  theme(legend.position = "top")
```

## **Anexo E: CÓDIGO PARA LA MATRIZ DE VECINDAD**

```
library(sf)
```

```
library(tmap)
```

```
library(dplyr)
```

```
library(spatstat)
```

```
library(sp)
```

```
library(spdep)
```

```
library(readxl)
```

Cargar los datos

```
mpp<-st_read("Parro_CH.shp")
```

```
SD<-read_excel("solodelitos.xlsx") %>% as.data.frame()
```

```
SDB <-merge( mpp, SD, by = "DPA_DESPAR",all.x=TRUE) %>% st_as_sf()
```

```
b<-select(SDB,Codigo, Delitos, geometry)
```

```
k<-st_transform(b, 4326)
```

```
bur_ccsp1 <- as(k, "Spatial")
```

```
k<-st_transform(b, 4326)
```

```
j<-bur_ccsp1$Codigo
```

```
wk <- poly2nb(bur_ccsp1, row.names =j, queen = FALSE )
```

```
plot(bur_ccsp1, col='gray', border='blue', lwd=2, main="")
```

```
xy1 <- coordinates(bur_ccsp1)
```

```
plot(wk, xy1, col='red', lwd=2, add=TRUE)
```

Matriz de vecinos

```
wm1 <- nb2mat(wk, style='B')
```

```
summary(wm1)
```

```
t<-triu(wm1)
```

```
summary(t)
```

```
ww1 <- nb2listw(wk, style='B')
```

```
ww1
```



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS DEL APRENDIZAJE  
UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL**

**REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA**

**Fecha de entrega:** 27 / 08 / 2021

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> <i>Franklin Patricio Valdez Huaraca</i>
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> <i>Ciencias</i>
<b>Carrera:</b> <i>Estadística</i>
<b>Título a optar:</b> <i>Ingeniero en Estadística Informática</i>
<b>f. Analista de Biblioteca responsable:</b> <i>Lic. Luis Caminos Vargas Mgs.</i>

**LUIS  
ALBERTO  
CAMINOS  
VARGAS**

Firmado digitalmente por  
LUIS ALBERTO CAMINOS  
VARGAS  
Nombre de reconocimiento  
(DN): c=EC, o=ESPOCH, ou=UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL, cn=LUIS ALBERTO CAMINOS  
VARGAS  
Fecha: 2021.08.27 22:13:01  
-05'00'



0683-DBRAI-UPT-2021