

*“Estimación de los Datos Estadísticos sobre la Población Flotante como lineamientos para el Ordenamiento Territorial”  
Metodología de Serie de Tiempo.*

*Caso núcleo urbano de Cartagena de Indias.*

Trabajo de Grado para optar al título de  
ESPECIALISTA EN ESTADÍSTICA APLICADA

Por:

Arq. Alexander Niebles Villarreal

Director: SEBASTIEN LOZANO FORERO, Magíster en Estadísticas



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS BÁSICAS  
FUNDACIÓN UNIVERSIDAD LOS LIBERTADORES

Bogotá – Colombia

2018

ESTIMACIÓN DE LOS DATOS ESTADÍSTICOS DE LA  
POBLACIÓN FLOTANTE COMO LINEAMIENTOS PARA EL  
ORDENAMIENTO TERRITORIAL

---

Trabajo de Grado  
Especialización en  
Estadística Aplicada (EEA)  
Alexander Niebles

*A mi compañera y esposa Ivis, pilar de mi apoyo permanente en todas las batallas; A mi  
hija María Camila, por brindarnos fuerza mutuamente en el recorrido hacia la  
superación; A mis padres y hermanos a quienes tanto los amo y gozo de su compañía; A  
mis profesores de la Especialización en Estadística Aplicada, por compartir su sapiencia y  
conocimientos para poder enfrentarnos al trasegar diario de nuestros oficios; A Dios por  
permitirme cumplir mis sueños.*

## **1.1. Tabla de contenido**

1.1. Resumen: .....	9
1.1.1. Abstract: .....	10
1.2. Hipótesis y Preguntas Claves: .....	11
1.2.1. Hipótesis:.....	11
1.3. Justificación:.....	11
1.3.1. Antecedentes: .....	12
1.3.2. Dimensión de la realidad de Estimaciones sobre la Población: .....	12
1.3.3. Impactos sobre la calidad de vida de la población .....	12
1.3.4. Impactos regionales.....	13
1.4. Objetivo General.....	13
1.5. Objetivos específicos .....	13
1.6. Metodología.....	14
1.6.1. Enfoque metodológico .....	14
1.6.2. Metodología. ....	15
1.6.3. Análisis Estadísticos:.....	16
1.6.4. Serie de Tiempo .....	17
1.6.5. Elección del Modelo.....	17
2.1. Población flotante, población en movimiento: conceptos clave y métodos de análisis exitosos. ....	19
2.1.1. La migración temporal Interna.....	22
2.1.2. La movilidad cotidiana.....	23
2.1.3. Mercados laborales locales.....	25

ESTIMACIÓN DE LOS DATOS ESTADÍSTICOS DE LA POBLACIÓN FLOTANTE COMO LINEAMIENTOS PARA EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Trabajo de Grado  
Especialización en  
Estadística Aplicada (EEA)  
Alexander Niebles

3.1. Series de Tiempo: .....30

3.2. Componentes de la serie de Tiempo:.....30

    3.2.1. Tendencia: .....31

    3.2.2. Estacional: .....31

    3.2.3. Ciclo: .....31

    3.2.4. Irregular:.....31

3.3. Proceso Estocástico Discreto:.....31

    3.3.1. Proceso Estocástico Univariante: .....31

3.4. Recolección y toma de la información en fuentes primarias y secundarias .....32

    3.4.1. Muestra:.....32

4.1. Bibliografía.....60

# ESTIMACIÓN DE LOS DATOS ESTADÍSTICOS DE LA POBLACIÓN FLOTANTE COMO LINEAMIENTOS PARA EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Trabajo de Grado  
Especialización en  
Estadística Aplicada (EEA)  
Alexander Niebles

ILUSTRACIÓN 1 - PROCESO DE ANÁLISIS DE UNA SERIE DE TIEMPO (ELABORACIÓN PROPIA).....	16
ILUSTRACIÓN 2 - TIPOS DE MOVILIDAD Y FORMAS DE MIGRACIÓN. (ELABORACIÓN PROPIA) .....	21
ILUSTRACIÓN 3 -COMPARATIVA DE LA DIMENSIONALIDAD ENTRE LA MOVILIDAD PERMANENTE Y LA MOVILIDAD TEMPORAL. (GARROCHO, 2011) .....	24
ILUSTRACIÓN 4 - MOVILIDAD COTIDIANA EN UNA MATRIZ DE ESPACIO Y TIEMPO. (GARROCHO, 2011).....	25
ILUSTRACIÓN 5 -MODELO DE INFORMACIÓN TOMADA DEL BOLETÍN MENSUAL DE TURISMO. (MINISTERIO DE COMERCIO INDUSTRIA Y TURISMO (MINCIT), 2013-2017) .....	34
ILUSTRACIÓN 6 - GRÁFICA DE DISPERSIÓN DE LA SERIE DE TIEMPO DE LA VARIABLE CARGA DE POBLACIÓN. (ELABORACIÓN PROPIA CON EL SOFTWARE R STUDIO) .....	41
ILUSTRACIÓN 7 - GRÁFICA DE DISPERSIÓN DE LA SERIE DE TIEMPO DEL COMPORTAMIENTO DE LA POBLACIÓN FLOTANTE. (ELABORACIÓN PROPIA CON EL SOFTWARE R STUDIO) .....	41
ILUSTRACIÓN 8 - GRÁFICA DE DISPERSIÓN DE LA SERIE DE TIEMPO DE LA VARIABLE ASIGNADA A "X". (ELABORACIÓN PROPIA CON EL SOFTWARE R STUDIO).....	42
ILUSTRACIÓN 9 - GRÁFICA DE LA SERIE DE TIEMPO "X" LOGARITMADA. (ELABORACIÓN PROPIA CON EL SOFTWARE R STUDIO).....	43
ILUSTRACIÓN 10 - SERIE LOGARITMADA DIFERENCIADA UNA VEZ. (ELABORACIÓN PROPIA CON EL SOFTWARE R STUDIO) .....	44
ILUSTRACIÓN 11 - SERIE LOGARITMADA DOS VECES DIFERENCIADA. (ELABORACIÓN PROPIA CON EL SOFTWARE R STUDIO) .....	44
ILUSTRACIÓN 12 - GRÁFICO DE LAS AUTOCIRRELACIONES (ACF Y PACF). (ELABORACIÓN PROPIA CON EL SOFTWARE R STUDIO) .....	45
ILUSTRACIÓN 13 - GRAFICO DE ACF Y PACF DE LA SERIE DOS VECES DIFERENCIADA. (ELABORACIÓN PROPIA CON EL SOFTWARE R STUDIO).....	46
ILUSTRACIÓN 14 - GRÁFICO DE SUAVIZADO EXPONENCIAL SIMPLE. (ELABORACIÓN PROPIA CON EL SOFTWARE R STUDIO) .....	49
ILUSTRACIÓN 15 - GRÁFICO CON LÍNEA DE MODELO AJUSTADO. (ELABORACIÓN PROPIA CON EL SOFTWARE R STUDIO).....	49
ILUSTRACIÓN 16 - VERIFICACIÓN DE SUPUESTOS BAJO LA METODOLOGÍA DEL ALGORITMO DE HOLT. (ELABORACIÓN PROPIA CON EL SOFTWARE R STUDIO).....	51
ILUSTRACIÓN 17 - PREVISIÓN DE LA BASE DE DATOS BAJO LA METODOLOGÍA DEL ALGORITMO DE HOLT. (ELABORACIÓN PROPIA CON EL SOFTWARE R STUDIO).....	52
ILUSTRACIÓN 18 - SERIE MULTIVARIADA A PARTIR DE UNA $N(0,1)$ CON UNA FRECUENCIA MENSUAL. ....	53
ILUSTRACIÓN 19 - SERIE MULTIVARIADA A PARTIR DE UNA $N(0,1)$ .....	54

ESTIMACIÓN DE LOS DATOS ESTADÍSTICOS DE LA  
POBLACIÓN FLOTANTE COMO LINEAMIENTOS PARA EL  
ORDENAMIENTO TERRITORIAL

---

Trabajo de Grado  
Especialización en  
Estadística Aplicada (EEA)  
Alexander Niebles

ESTIMACIÓN DE LOS DATOS ESTADÍSTICOS DE LA  
POBLACIÓN FLOTANTE COMO LINEAMIENTOS PARA EL  
ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Trabajo de Grado  
Especialización en  
Estadística Aplicada (EEA)  
Alexander Niebles



# 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Resumen:

La ciudad de Cartagena y el norte de Bolívar, se han caracterizado por una continua afluencia de personas, tanto turistas extranjeros, como de las regiones al interior del país, todo por la dinámica cultural y turística que ofrece, por sus lugares y sitios de excursión, y por el valor de la tierra y el suelo en aumento, lo que ha hecho que día a día van llegando más personas con intención de adquirir propiedades en las zonas más cotizadas, así como personas que visitan la ciudad por días, como suele suceder, lo que hace que muchas veces se saturen parques naturales, el centro histórico, lo que he podido percibir que el caudal de suministro de agua potable baja, así como muchos otros factores que podrían verse disminuidos si no se realiza un mejor dimensionamiento de sus proyecciones de servicio, entre otros.

El trabajo de investigación busca satisfacer la pregunta de ¿cómo ha sido el comportamiento de la población flotante, de acuerdo con la vocación turística de la ciudad hacia el ordenamiento territorial, y calcular su proyección en términos de movilidad, servicio públicos, residuos sólidos y saneamiento básico, así como de deficiencias en materia de seguridad?, mediante el pronóstico de dicha población, utilizando la metodología ARIMA (Autorregresive-Integrated-Moving Average) y SARIMA, como variables que se ajustan a la población censada, mas no a la población flotante, lo que conlleva a estimaciones subestimadas según la necesidad real de un conglomerado urbano, llámese poblado, municipio, ciudad, ciudad región, etc.

**Palabras Clave:** *Población Flotante; Pronóstico; Modelos ARIMA; Ordenamiento Territorial; Autocorrelación.*

### 1.1.1. Abstract:

The city of Cartagena and the north of Bolívar, have been characterized by a continuous influx of people, both foreign tourists, and from the regions to the interior of the country, all because of the cultural and touristic dynamics that it offers, for its places and excursion sites, and the increasing value of land and land, which has meant that more and more people are arriving every day with the intention of acquiring properties in the most sought-after areas, as well as people who visit the city for days, as is often the case, which often saturates natural parks, the historic center, which I have been able to perceive as the flow of potable water supply drops, as well as many other factors that could be diminished if a better sizing of its projections is not made of service, among others.

The research work seeks to satisfy the question of how has the behavior of the floating population, in accordance with the tourist vocation of the city towards territorial ordering, and calculate its projection in terms of mobility, public service, solid waste and sanitation basic, as well as deficiencies in security?, through the forecast of this population, using the methodology ARIMA (Auto-Regressive-Integrated-Moving Average) and SARIMA, as variables that fit the population surveyed, but not the floating population, which leads to underestimated estimates according to the real need of an urban conglomerate, be it populated, municipality, city, city region, etc.

**Keywords:** *Floating Population; Forecast; ARIMA Models; Landing Development; Autocorrelation.*

## **1.2. Hipótesis y Preguntas Claves:**

La pregunta que me atañe sobre este tema, al respecto, encamina la dirección a la cual se pretende apuntar con el desarrollo de este estudio, y que espera ser respondida ya sea positivamente o negativamente; la cual debe enmarcar la idea central del estudio.

### **1.2.1. Hipótesis:**

¿Podría la ciudad de Cartagena, estimar realmente un parámetro sobre Población Flotante, para poder calcular las variables prestación de servicios públicos, seguridad, asistencia hospitalaria, entre otras, y no quedar insuficiente en temporada alta, o en materia de disponibilidad y factibilidad para la prestación adecuada del servicio?

## **1.3. Justificación:**

Con el presente trabajo se desea desarrollar la investigación de los efectos y las relaciones de las variables de la demografía urbana, que hasta hace bien poco “esta población” prácticamente no se ha tenido en cuenta para las planificaciones territoriales ni municipales, lo que generaba desbordamientos en los servicios hospitalarios, transportes, recogida y tratamiento de residuos, así como deficiencias en seguridad. Este hecho se da en períodos concretos del año en el caso de núcleos costeros y durante todo el año en aquellos núcleos de atracción de población, como es el caso de las grandes capitales. Estas deficiencias en cuanto a la planificación de servicios públicos ponen de manifiesto la necesidad de estimar el dato de población flotante, tanto desde las reivindicaciones y protestas de los ciudadanos, como de los gestores urbanos de crear planificaciones territoriales y urbanísticas que se ajusten a la realidad de los municipios.

### **1.3.1. Antecedentes:**

Tradicionalmente las empresas de servicios públicos, planifican sus proyecciones y estimaciones de crecimiento de manera individual, conciliando la información que logren obtener de las bases prediales o de sus usuarios activos, y también de aquellos nuevos usuarios que se encuentran realizando solicitudes de instalaciones nuevas; pero siempre lo han hecho de forma muy particular, No existe una información consolidada, que centralice y unifique la información, para que de ésta forma se pueda convertir en una información oficial y a su vez, todas la empresas e instituciones, agremiaciones, entre muchas otras, puedan manejar la misma información, de tal manera que se pueda unificar la información que ha estado sectorizada y clasificada en diferentes tipos de documentaciones, y que esto permita establecer a la final, un parámetro mucho más real.

### **1.3.2. Dimensión de la realidad de Estimaciones sobre la Población:**

Como se enunciaba en el párrafo anterior, las dimensiones sobre la realidad de estas estimaciones difieren en muchas veces entre los diferentes sectores o agremiaciones, empresas de servicios públicos y privados, sector hotelero, entre otros, lo que a veces hace necesario que se realice un cruce de la información y no solo sea vista desde un punto de vista subjetivo.

### **1.3.3. Impactos sobre la calidad de vida de la población**

Los impactos principalmente se verían reflejados en términos de “accesibilidad” a la prestación del Servicio, de aquellas empresas que por lo menos demandan un amplio flujo de solicitudes de instalación, en zonas que los municipios destinen a su área de expansión urbana, o por ejemplo, se definan potenciales recursos (llámese Acueducto o Alcantarillado) en Parques Naturales, Balnearios, sitios de influencia turística, entre

otros y exista una real dimensionalidad de sus necesidades, en lo referente a estas variables.

#### 1.3.4. Impactos regionales

Lo mismo pasaría a nivel regional, con los municipios circunvecinos, gente que se desplaza de ciudad a otra, incrementando la carga y demanda de servicios y abastecimientos en las poblaciones que, si bien no me equivoco, nunca terminan prestando servicios al 100% de las veinticuatro horas del día, por su baja proyección en el abastecimiento. Pasa que, en municipios siempre hay unos porcentajes de cobertura que nunca llega al 100% de sus necesidades.

#### 1.4. Objetivo General

Estimar los parámetros que sobre los datos de la población flotante se encontraron en la ciudad de Cartagena, para que se constituya como información relevante que permita predecir mejores lineamientos para las actuaciones que tienen que ver con el Ordenamiento Territorial.

#### 1.5. Objetivos específicos

Los objetivos específicos serán aquellas acciones importantes que nos permitirán estructurar el desarrollo de la investigación, es decir, desarrollar el objetivo general; así como de pretender contribuir con la solución del problema de la investigación.

- Analizar el comportamiento de las variables de “Carga de Población”, en relación con la “Población Flotante”, para analizar la correlación entre las mismas y probablemente con las otras variables de estudio.

- Aclarar la importancia de estimar adecuadamente la población flotante para la planificación del desarrollo regional y local, y proponer una definición operativa del concepto para orientar su análisis.
- Revisar los principales enfoques teóricos para el estudio de la población flotante, sus determinantes clave, así como sus implicaciones como “costos y beneficios” más importantes de orden económico, social y ambiental.
- Identificar el mejor modelo predictivo para el análisis de las variables de estudio.

## 1.6. Metodología

### 1.6.1. Enfoque metodológico

La metodología empleada para el desarrollo de esta investigación se fundamenta en uno de los enfoques de la teoría científica del conocimiento, conocido como Enfoque Cuantitativo que se basa “método deductivo”; que se desarrolla por una serie de procesos que parten de una idea central y que luego van acotándose y una vez delimitada, se construyen los objetivos y preguntas de la investigación, se revisa la literatura que se encontró referente al tema central y luego se construye un marco o perspectiva teórica de base. Luego de las preguntas iniciales, se estableció una hipótesis central, que luego con la revisión de la información encontrada en las fuentes primarias y secundarias, se analizaron para formular unas conclusiones con respecto a la hipótesis central.

El desarrollo de las preguntas sirvió como base para la búsqueda de la información relacionada con el tema, y se estableció metódicamente la formulación de las conclusiones en torno al proceso de formulación de las ideas, las cuales pretenden constituir un marco de referentes o ideas de cómo se podría aportar a gestionar

organizadamente el territorio en cuanto a dos enfoques importantes: un “enfoque macro o regional” que abarca más el tema de la población flotante que está en constante interacción dentro de la región colindante y su movilidad intermunicipal inmediata, dada su relación funcional con municipios vecinos que dependen tanto económicamente, como en temas de educación y salud; y otro como “enfoque local a escala urbana” que identifique y gestione los elementos propios del turismo, visitantes que pernoctan y aquellos que se movilizan de paso por la ciudad.

### 1.6.2. Metodología.

Para la estimación de la población flotante, recurriremos a la ponderación de aquellas viviendas que se encuentran deshabitadas o sean viviendas de segunda residencia, pero que no tengan uso comercial o de oficinas, tampoco se podrán computar viviendas que se encuentran vacías o en posesión de inmobiliarias, bancos o constructoras. También se ponderan las plazas turísticas de la localidad, tanto de apartamentos turísticos, hoteles, pensiones o camping. Gracias a la disponibilidad y facilidad que hay hoy en día para conseguir los datos estadísticos y el buen hacer de los ayuntamientos y empresas municipales, podemos conocer el consumo de agua, luz, y la acumulación de residuos de origen doméstico de los distintos ayuntamientos. Estos datos de consumo y la producción de residuos domésticos nos hacen posible obtener un cálculo de lo que consumimos al día, al mes e incluso al año, lo que a la hora de realizar gráficos y análisis nos permite estimar que población corresponde estos resultados de consumo y residuos, al igual que también nos permite determinar en qué períodos del año es mayor o por el contrario si es algo generalizado.

Con todos los datos ponderados del parque de viviendas, según criterios exigidos por zonas sanitarias, más los criterios exigidos por los municipios y la comunidad autónoma junto con los datos estadísticos de consumos podemos estimar la población flotante, lo cual nos ayuda a una mejor planificación de infraestructuras y

servicios en las zonas donde hay un crecimiento urbano, así como en las zonas costeras donde hay una gran afluencia turística.

### 1.6.3. Análisis Estadísticos:

Se contemplarán los análisis estadísticos necesarios, para determinar y explicar un modelo que más se ajuste al estudio del tema de investigación, pero que al mismo tiempo permita plantear un aspecto propositivo sobre posibles soluciones y alternativas, a manera de enfrentar los desafíos ante una sociedad cambiante y globalizada; pero con una mirada ante el desarrollo sostenible como parte integral del ordenamiento territorial moderno. Estos y otros aspectos, se podrán demostrar a ser posible, como elementos de estudio dentro del marco de las Series de Tiempo, tales como:

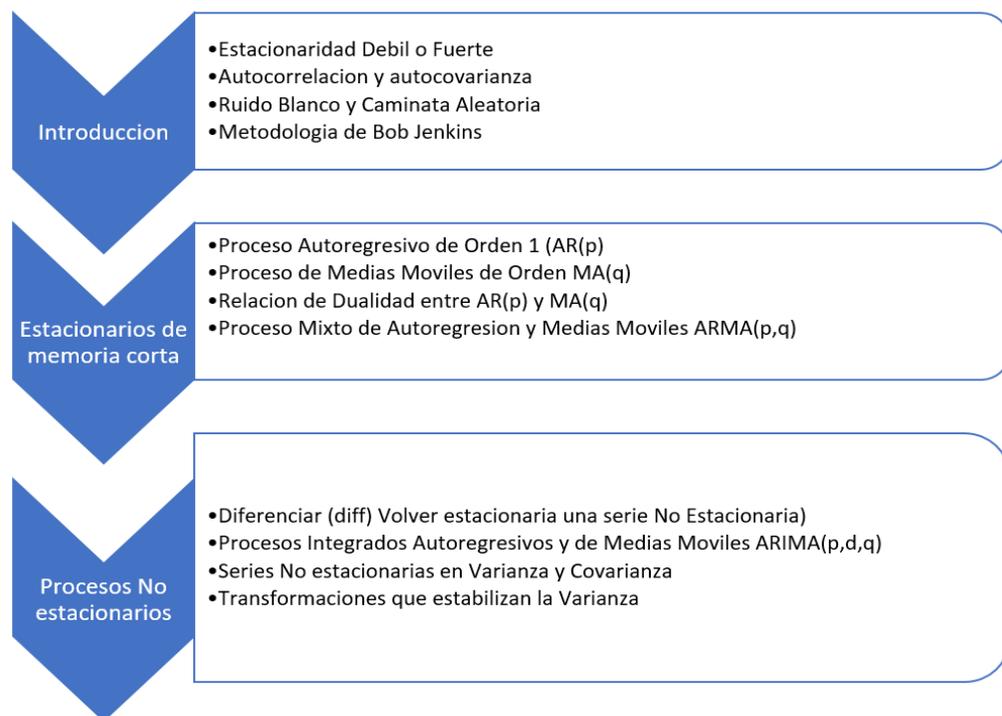


Ilustración 1 - Proceso de Análisis de una Serie de Tiempo (Elaboración propia)

#### **1.6.4. Serie de Tiempo**

Se trabajaría con series de tiempo, analizando las variables escogidas entre un período de tiempo entre enero del 2014 y septiembre del 2017, con información obtenida de fuentes primarias y secundarias, entre las cuales se encuentra Departamento Nacional de Estadísticas (DANE), Alcaldía Mayor de Cartagena de Indias, Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, Secretaria de Planeación Distrital, Camacol Bolívar, Cámara de Comercio de Cartagena, Fundecar, entre otras fuentes tales como entrevistas y sondeos a una muestra de la población con el fin de calcular los estimadores poblacionales que complementen el estudio en cuestión.

#### **1.6.5. Elección del Modelo**

La elección del mejor modelo se realizará mediante el Criterio de Información de Akaike (AIC), el cual es diseñado para reducir al mínimo la varianza de error, lo que permite establecer un criterio óptimo, para tratar de obtener un modelo que proporcione mejores predicciones existentes.

## 2. MARCO TEÓRICO

## 2.1. Población flotante, población en movimiento: conceptos clave y métodos de análisis exitosos.<sup>1</sup>

Algunas veces te encuentras en situaciones donde calcular un dato exacto es prácticamente imposible, por lo menos hoy por hoy, como es el caso de la población flotante. En ese supuesto solo podremos indicar estimaciones justificándolos con los datos estadísticos de los que disponemos. La población flotante podríamos definirla como un conjunto de personas que, no estando inscritas en el censo de población de una comunidad, residen temporal o permanentemente en ésta, ya sea bien por cuestiones laborales, turismo, estudio o transitoriedad. Éste fenómeno se suele dar generalmente en localidades turísticas o en núcleos próximos a grandes ciudades con un alto PIB, como pueden ser Madrid o Bilbao con el caso de Castro Urdiales (Cantabria). (Garrocho, 2011)

Uno de los problemas más complicados que enfrenta la geodemografía contemporánea es develar la distribución de la población en el espacio y en el tiempo, debido a que de los cuatro componentes básicos del cambio demográfico: *nacimientos*, *defunciones*, *inmigraciones* y *emigraciones*, los dos primeros han perdido importancia *relativa* y los dos últimos se han vuelto más prominentes y complejos.

En el siglo XXI los elementos básicos del proceso vital de la población son más sencillos de estimar que en el pasado. Los nacimientos siguen una tendencia difícil de revertir en el tiempo y las defunciones, salvo en el caso de eventos traumáticos naturales o artificiales, también siguen un patrón que puede ser predecible incluso en el largo plazo.

El problema radica ahora en el comportamiento de la *movilidad* de la población y su impacto en el territorio. La economía globalizada y las nuevas alternativas de transporte han generado patrones muy complejos de movilidad espacial de la población a diversas

---

<sup>1</sup> Tomado de la web según fuente: <https://www.researchgate.net/publication/297731257>

*escalas socio-temporales*. Desde la migración definitiva que implica un cambio de residencia permanente, pasando por la migración temporal que significa un cambio de residencia por algunos meses o semanas, hasta la movilidad por motivos de *producción* (por ejemplo, los viajes al empleo) o de *consumo* (los viajes de compras, vacaciones o por servicios diversos), incluyendo los viajes por motivos *sociales* (los viajes para visitar familiares o amigos), que pueden durar sólo algunas horas o incluso minutos.

La movilidad de la población determina la *carga de población* que soporta cada territorio y, consecuentemente, la distribución espacio temporal de la demanda de bienes y servicios públicos y privados: agua, electricidad, transporte, seguridad pública, recolección de desechos, restaurantes, bancos, farmacias, hoteles, entre muchos más. En consecuencia, conocer la distribución de la *demanda* en el territorio y en el tiempo es clave para la toma de decisiones de los *gobiernos* y de los diversos *agentes económicos*. Fallas de información en este tema generan incertidumbre y limitan la planeación estratégica y táctica tanto del sector público como del sector privado, lo que al final produce ineficacia gubernamental e ineficiencia social y económica.

México no cuenta con luces geodemográficas de largo alcance, los censos de población y vivienda sólo ofrecen una imagen de la distribución espacial de la población en un momento específico de cada década, lo cual es claramente insuficiente para apoyar la planeación del desarrollo de las ciudades y regiones del país, el diseño de políticas públicas focalizadas y ordenadas, la toma de decisiones sobre la magnitud y escala de las inversiones públicas y privadas o la estimación de riesgos y beneficios en el mundo de los negocios.

Así, no es exagerado afirmar que hoy en día los tres factores más importantes para entender y cuantificar la distribución espacio temporal de la población son: *movilidad*, *movilidad* y *movilidad*. El problema es que la movilidad de la población es mutante, altamente dinámica, se relaciona con numerosas variables y sigue pautas muy complejas

y diversas según la *escala* espacial, temporal y social a que se analice. Es casi invisible para las estadísticas y genera un fenómeno a menudo incomprensible para los planificadores regionales y urbanos, al que, quizá por eso, le han dado un nombre etéreo y misterioso: *población flotante*.

Actualmente, no existe en el mundo una solución confiable al enigma de monitorear la movilidad, ni método seguro para estimar con precisión la población flotante. No obstante, los esfuerzos por entenderla, modularla y anticiparse a sus efectos (*positivos y negativos*) son muy numerosos en la escena internacional. México está muy lejos de los países líderes en este campo, pero esto le abre una amplia ventana de oportunidad para aprender de las experiencias exitosas y de los esfuerzos fallidos de las naciones más avanzadas en el estudio de la movilidad y la población flotante. (Garrocho, 2011)

DIMENSION	FORMAS E MIGRACION A ESCALA ESPACIAL		FORMAS DE MIGRACION A ESCALA TEMPORAL		
MOVILIDAD	MOVILIDAD ESPACIAL	1	ESCALA INTERNACIONAL: Migraciones de viajes de turismo, trabajo y residencia principalmente.	1	PERMANENTES: Involucra un cambio definitivo del lugar de residencia.
		2	ESCALA AL INTERIOR DE UN MISMO PAIS: Pueden ser de tres tipos principalmente, Intra regional, otras se llevan a escala IntraMetropolitana y otras al Interior de una misma Ciudad.	2	TEMPORALES: No implica cambio definitivo, sino provisional, del lugar de residencia.  MIGRACION DE LARGO PLAZO: En la que los migrantes permanecen en el destino por varios años. ESTACIONALES: Que se repiten de acuerdo con las estaciones del año. PERIODICAS: Que usualmente duran algunos meses. DIARIAS: Que pueden o no involucrar pasar la noche fuera de casa. <MOVILIDAD>
			Intra-Regional		
			Intra-Metropolitana		
			Intra-Ciudad		

Ilustración 2 - Tipos de Movilidad y formas de migración. (Elaboración propia)

En el marco de referencia teórico, el autor realiza unas premisas importantes a fin de lograr los objetivos enunciados en su estudio, y se hace una revisión de los conceptos

*clave* necesarios para estudiar el fenómeno de la *Población Flotante*. Las premisas generales que guiaron la revisión fueron las siguientes:

- i. La población flotante es una consecuencia de la *movilidad* de la población;
- ii. La movilidad de la población es un *continuo* que va desde la *migración permanente* (que es una transición espacial definitiva), pasando por la *migración temporal* (que puede durar desde varias semanas y meses hasta años), hasta la *movilidad diurna o cotidiana* (que puede durar sólo algunas horas e incluso minutos);
- iii. Por lo tanto, el marco teórico que permita ordenar el análisis de la *población flotante* en México debe fundamentarse en el estudio de la *movilidad de la población* y cubrir los siguientes temas, cuando menos:

- a. *Migración* (especialmente la migración temporal); y
- b. *Movilidad cotidiana* de la población por actividades de *consumo* (de servicios como educación o salud; o de bienes como alimentos o ropa, entre muchos otros, incluyendo los derivados de motivos sociales, viajes cuyo propósito es visitar amigos o familiares, por ejemplo) y de *producción* (el llamado *commuting* o viajes al trabajo) como una forma especial de la movilidad que constituye un tema principal en la literatura especializada. Otros aspectos a tener en cuenta, dentro del marco de la contextualización global en materia de población y migraciones serían:

### 2.1.1. La migración temporal Interna

- Patrones básicos de migración temporal

En términos generales se puede decir que existen cuatro tipos básicos de patrones espaciales de la migración interna: **rural-rural**, **rural-urbana**, **urbana-urbana** y **urbana-rural**. Por lo regular los cuatro están presentes casi en cualquier país en desarrollo.

- Determinantes de la migración: Las determinantes de la migración incluyen diversos tipos de variables, pero se pueden clasificar en cuatro categorías principales:

- i. Variables de interacción espacial (atractividad del destino, características del origen, distancia, costos de transporte) (Cushing y Poot, 2004; Greenwood y Hunt, 2003);
- ii. Variables económicas (producto interno bruto por habitante, costo de la vida-incluyendo las rentas de la vivienda-en el destino) (Greenwood, 1997);
- iii. Variables del mercado de trabajo (tasa de desempleo, opciones en el mercado informal) (Hatton y Tani, 2005); y
- iv. Variables del entorno (factores relacionados con la calidad de vida como seguridad pública, servicios públicos, calidad del ambiente, clima, situación política, entre otros, tanto en el destino, como en el origen) (Andrienko y Guriev, 2004).

### 2.1.2. La movilidad cotidiana

Como lo muestra la referencia bibliográfica, gran parte de la literatura sobre migración se ha dirigido a la migración permanente, sobre todo porque las estadísticas oficiales se enfocan a registrar la relocalización definitiva de la población.

Sin embargo, los estudios a escala micro o de localidad (*village studies*) han demostrado ser mejores para capturar el amplio rango de posibilidades que existen en el espectro de la movilidad de la población (por ejemplo, la población flotante): desde los viajes por trabajo, por adquisición y/o consumo de bienes y servicios (población que viaja de compras, por actividades educativas o para recibir servicios de salud), por migración de muy corta duración (turismo, hospitalización, etc.), migración estacional (el caso de los jornaleros agrícolas), migración temporal (migrantes que están fuera por varios meses o incluso años), hasta la migración permanente.

#### Dimensiones de la movilidad cotidiana:

- Intensidad del movimiento
- Duración de la estancia en el destino
- Frecuencia de los viajes

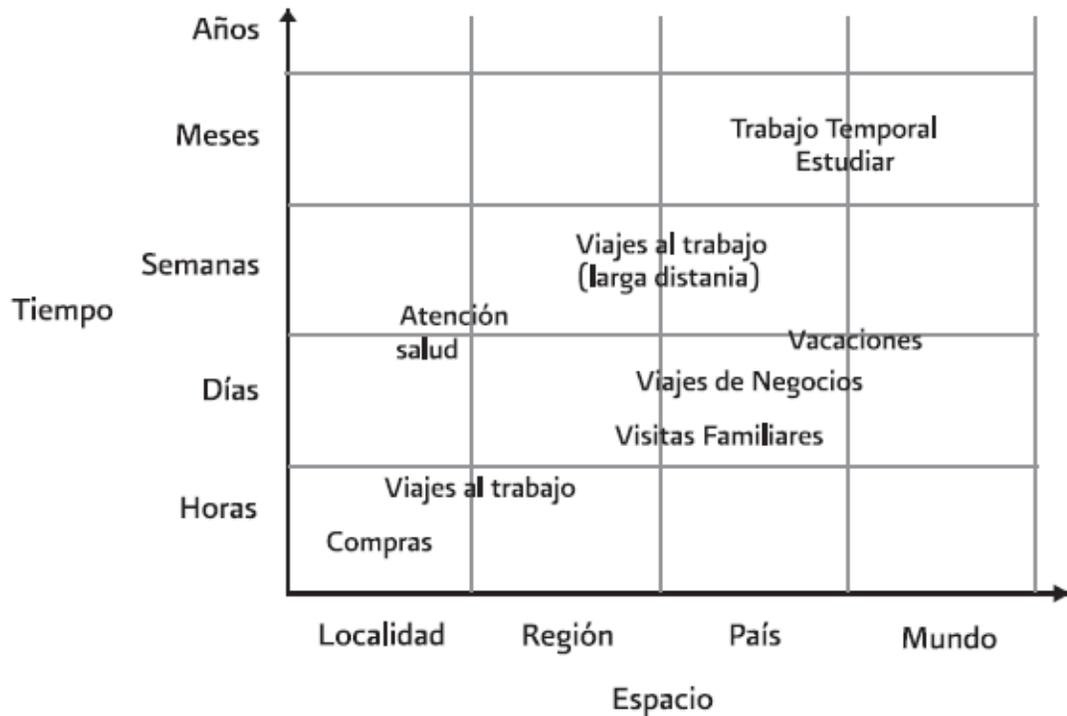
- Periodicidad
- Estacionalidad
- Distancia del movimiento
- Conectividad espacial
- Impacto espacial
- Circuitos espaciales

Los patrones de movilidad cotidiana, también se pueden ver denotados como en la siguiente matriz gráfica, además de su dimensionalidad en términos de frecuencia y duración. Veamos:

Dimensiones Clave	Migración Permanente	Movilidad Temporal
	Cambio permanente de residencia habitual	Relocalización no-permanente
• Duración	• Relocalización definitiva	• Variable
• Frecuencia	• Un solo evento	• Evento repetitivo
• Estacionalidad	• Poca variación estacional	• Alta variación estacional

Fuente: Bell y Ward, 2000.

*Ilustración 3 -Comparativa de la dimensionalidad entre la movilidad permanente y la movilidad temporal. (Garrocho, 2011)*



Fuente: Bell y Ward, 2000.

Ilustración 4 - Movilidad cotidiana en una matriz de espacio y tiempo. (Garrocho, 2011)

### 2.1.3. Mercados laborales locales

La delimitación de mercados laborales locales es un caso particular de delimitación de región funcional, a partir de flujos residencia-trabajo (commuting) y es quizás el más común en la planeación territorial contemporánea (OCDE, 2002). Esta delimitación espacial supone que la región funcional (polarizada o nodal, definida en términos de flujos e interrelaciones) tiene mayor utilidad para la planeación que la región homogénea (definida en términos del comportamiento homogéneo de una o más variables en el territorio) y la región plan (por ejemplo, unidades político-administrativas).

La región funcional se conforma a partir de individuos, firmas y organizaciones heterogéneas (especializadas) que se complementan e interactúan en el territorio. En consecuencia, refleja mejor la organización real del espacio (por ejemplo, la manera como se utiliza el territorio) y acepta la inestabilidad de los límites de la región, que varían según se modifiquen los vínculos funcionales en el espacio (a diferencia de los límites político-administrativos, que son estáticos y permanentes, más allá de lo que ocurra en la realidad).

Dado que la delimitación de mercados laborales locales (MLL), como regiones funcionales, se basa fundamentalmente en el patrón de los desplazamientos del lugar de residencia al lugar de trabajo, es sencillo observar que sólo se trata de un tipo particular de movilidad cotidiana. Sin embargo, por su intensidad y frecuencia, y por el interés del tema tanto para el diseño de políticas públicas, como en la literatura especializada, se le asigna una sección exclusiva en este volumen, que junto con las de migración y movilidad cotidiana integran los elementos clave del marco teórico básico para el estudio de la población flotante.

El concepto de MLL implica dos consideraciones clave: i. La regionalización o delimitación de unidades espaciales; y ii. El interés en la economía y, en particular, en el empleo. La atención en los MLL se deriva de la necesidad de identificar (de delimitar espacialmente) una serie de unidades funcionales subnacionales que organizan el territorio y que se desempeñan como mercados laborales autónomos (Coombes, 1995; Tolbert y Sizer, 1996). En la literatura internacional estas unidades han recibido el nombre genérico de mercados laborales locales (MLL).

Criterios para la delimitación de MLL:

Los aspectos fundamentales a los que debe responder la delimitación de los MLL son los siguientes:

- i. Propósito (deben ser zonas delimitadas de tal manera que resulten útiles para la planeación urbana y regional);
- ii. Relevancia (cada zona delimitada debe ser identificada como un mercado laboral, es decir, como un área donde la mayor parte de la población reside y trabaja, y cuyos límites son relativamente impermeables. Es decir, áreas autocontenidas o autónomas);
- iii. Respetar el principio de partición (cada unidad espacial mínima a partir de la cual se realiza el agrupamiento, municipio o condado, debe ser asignada a un único MLL, entre los cuales no deben existir empalmes y deben de cubrir la totalidad del territorio);
- iv. Salvaguardar el principio de contigüidad (cada MLL debe conformar un único territorio contiguo y continuo);
- v. Proteger el principio de autonomía (se deben maximizar los flujos intra-zonales, lo cual implica autonomía de los MLL, considerando tanto la oferta como la demanda de la fuerza de trabajo);
- vi. Preservar el principio de homogeneidad (el tamaño mínimo de los MLL resultantes, en términos de su número de trabajadores, debe reflejar los diferentes mercados laborales locales existentes, evitando su agrupación en grandes áreas urbanas que limiten la utilidad de los MLL para efectos de planeación);
- vii. Acatar el principio de coherencia (los límites de los MLL deben ser fácilmente reconocibles en términos funcionales);
- viii. Garantizar el principio de conformidad (se dará preferencia a aquellas soluciones que respeten los límites administrativos, ya que éstos son un referente importante en la generación de estadísticas para la aplicación de políticas y para el logro de los consensos que se requieren para impulsar proyectos que involucren a varios gobiernos); y
- ix. Asegurar el principio de flexibilidad (la metodología debe permitir ciertos ajustes a la regionalización obtenida, con el fin de incorporar las opiniones de los agentes

interesados y participantes en cada zona: autoridades locales, asociaciones profesionales, sindicatos, organizaciones civiles, académicos e investigadores).

De todos estos criterios, el más aceptado en todas las delimitaciones funcionales de MLL es el de autonomía o autocontención. Por lo tanto, todas las metodologías para delimitar MLL buscan maximizar los flujos intra-zonales y minimizar los inter-zonales (Casado y Propín, 2008).

En términos generales y a manera de una rápida introducción a lo que podría ser contemplado como un “trabajo de grado”, se podría ampliar mucho más al respecto dentro de la estructura del Estado del Arte, que, basándonos en referencia bibliográfica, se encuentran modelos desarrollados en España, Canadá, México, Reino Unido, entre otros. Todo lo que pueda ser analizado, tanto un poco como una visión holística y que sea llevado a mi planteamiento delimitado a un área geográfica determinada, como lo es la “Ciudad de Cartagena” o “Ciudad-Región de Cartagena”.

## 3. DATOS ESTADÍSTICOS

La investigación de la movilidad de la población y de la población flotante, enfrenta problemas importantes, unos relacionados con la parte estadística de calidad y otros con la ausencia de definiciones conceptuales y operativas que apoyen más los trabajos primarios de generación de información. Muchos de estos problemas se presentan aún en países de avanzado desarrollo, en términos de las estadísticas geodemográficas, sin embargo, existen muchos enfoques metodológicos al respecto, técnicas y procesos de trabajo que deben estudiarse bien en detalle, ya para estudios demasiado avanzados. Sin embargo, es necesario disponer de la información con que se cuenta y trabajar con los datos de la mejor manera que se pueda, y aquellos datos que no existen, ir construyéndolos para lograr tener una base de datos confiable.

### 3.1. Series de Tiempo:

Básicamente una serie de tiempo se le denomina a cualquier variable que conste de datos reunidos, registrados u observados sobre incrementos sucesivos de tiempo. Por lo tanto, se concluye que es una secuencia ordenada de observaciones sobre una variable en particular.

Una serie estacionaria, es aquella cuyos momentos al origen y a la media no varían considerablemente a través del tiempo. Estas situaciones se presentan cuando los patrones de demanda o de movilidad que influyen sobre la serie son relativamente estables. (MURILLO S., TREJOS, & CARVAJAL OLAYA, 2003)

### 3.2. Componentes de la serie de Tiempo:

La descomposición clásica es un método que se basa en el supuesto que la serie de datos se pueden desagregar en componentes, tales como:

### 3.2.1. Tendencia:

Una serie de Tiempo con tendencia es aquella que contiene un componente de largo plazo que representa el crecimiento o declinación de la serie a través de un amplio período de tiempo.

### 3.2.2. Estacional:

Se define como estacional una serie de tiempo con un patrón de cambio a si mismo año tras año. Por lo regular, el desarrollo de una técnica de pronóstico estacional comprende la selección de un método multiplicativo o uno de adición y estimar después índices estacionales a partir de la historia de la serie.

### 3.2.3. Ciclo:

El efecto de cíclico se define como la fluctuación en forma de onda alrededor de la tendencia. Los patrones cíclicos tienden a repetirse en los datos cada dos, tres o más años. Difícilmente se pueden establecer patrones, para estos modelos, ya que no son estables.

### 3.2.4. Irregular:

El componente de irregularidad de una serie de tiempo, es el “factor residual”, es decir, todo lo que sobra y toma en consideración las desviaciones de los valores reales de la serie de tiempo, en comparación con los esperados; es el elemento aleatorio.

## 3.3. Proceso Estocástico Discreto:

### 3.3.1. Proceso Estocástico Univariante:

Secuencia de variables ordenadas y equidistantes cronológicamente referidas a una característica de una única unidad observable en diferentes momentos o fechas. Se

representan como:  $(Z_t)_{t=0, \pm 1, \pm 2, \dots}; (Z_t)$

Donde  $Z_t$  es una variable aleatoria referida a la característica de la unidad observable considerada en el momento  $t$ .

### 3.4. Recolección y toma de la información en fuentes primarias y secundarias

En la búsqueda de la bibliografía y literatura sobre el tema, me baso en la información obtenida de fuentes primarias y secundarias, la información obtenida en el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) es fundamental, por ser la información oficial de la cual se dispone; sin embargo, la orientación del trabajo de estudio, depende de la relación de la información encontrada, en otras fuentes, como la Corporación Nacional de Turismo, el Instituto de Cultura y Turismo (ICULTUR), la Alcaldía Mayor de Cartagena de Indias, entre otras instituciones. Además, se encontró información en la base de datos de CELADE, en la página oficial de CEPAL (Comisión Económica para América Latina y El Caribe, la cual es una página oficial y confiable, de las estadísticas de orden internacional.

Con la información encontrada, se estructura una matriz de datos, en períodos quinquenales (cinco años) para después lograr cargar la matriz en el software estadístico R Studio, con el cual se realizarían las estimaciones a analizar, para la posterior definición de conclusiones.

#### 3.4.1. Muestra:

Una muestra de tamaño o longitud  $N$  (finito) procedente de un proceso estocástico  $(Z_t)$  es un subconjunto de  $N$  componentes consecutivos de  $(Z_t)$ . Representaciones de una muestra:

$$Z_1, Z_2, \dots, Z_N; Z \equiv (Z_1, Z_2, \dots, Z_N)'; (Z_t)_{t=1}^N$$

Proceso estocástico:  $\dots, Z_{-1}, Z_0, Z_1, Z_2, \dots, Z_N; Z_{N+1}, \dots$

Muestra :  $Z_1, Z_2, \dots, Z_N$

Serie Temporal :  $Z_1, Z_2, \dots, Z_N$

Se elaborará un modelo estadístico para una muestra  $Z$  procedente de un proceso estocástico a partir de una única realización particular de  $Z$  (una serie temporal  $z$ ). Bajo ciertas condiciones, un modelo para  $Z$  puede describir la evolución temporal de  $(Z_t)$  a lo largo de toda su historia reciente y no solo a lo largo del intervalo muestral. Se utilizará el modelo anterior para describir en términos probabilísticos algunos componentes futuros  $Z_{N+1}$  ( $1 \geq 1$ ) del proceso  $(Z_t)$ , es decir, prever  $Z_{N+1}, Z_{N+2}$ . Se seleccionará un modelo dentro de la clase de modelos ARIMA, que implique ciertas propiedades teóricas compatibles con las propiedades observadas en  $z$ , es decir las observaciones muestrales.

Para poder inferir la estructura probabilística de  $Z$  hay que suponer ciertas hipótesis sobre la misma, de manera que lo que no se suponga se pueda inferir a partir de una única realización particular (una única serie temporal  $z$ ) de  $Z$ .

Se supone hipótesis de estacionariedad en la serie. Algunas propiedades teóricas de un proceso estocástico implicadas por esta hipótesis son las siguientes:

***Media:***

Valor Constante en el tiempo alrededor del cual evoluciona de manera aleatoria (errática) un proceso estocástico estacionario.

***Varianza:***

Valor constante en el tiempo, que mide la dispersión (variabilidad) de la evolución de un proceso estocástico estacionario alrededor de su media.

***Autocorrelación:***

Valor constante en el tiempo, que mide la relación existente entre cada par de componentes de un proceso, separados por un intervalo temporal dado (rezagos).

Pero muchas series temporales o pueden considerarse generadas por un proceso estacionario (son series No Estacionarias), ya que suelen presentar ciertas tendencias

marcadas (no presentan una afinidad hacia algún valor constante en el tiempo) y una dispersión creciente.

Para lograr que una serie sea “estacionaria” se realizan una serie de transformaciones en búsqueda de estabilizar el nivel y la dispersión de la serie. Lo primero es identificar si la serie es o no es “estacionaria”; luego se intentará convertirla en estacionaria mediante el método de “Diferenciación”.

Para verificar que componentes tiene la serie, necesariamente tiene que observarse el gráfico de dispersión de la serie original y luego diferenciar la serie tanto regular como estacionalmente.

Veamos a continuación, como comenzar el manejo de los datos y la gráfica de dispersión de la serie originalmente, con ayuda del software estadístico R Studio.

La base de datos se construyó a partir de la información encontrada en las fuentes primarias y secundarias, y en especial en el Boletín Mensual de Turismo, de la Oficina de Estudios Económicos del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (MINCIT) entre los años 2013 (enero) a 2017 (septiembre). (Ministerio de Comercio Industria y Turismo (MinCIT), 2013-2017)



Ilustración 5 -Modelo de información tomada del Boletín Mensual de Turismo. (Ministerio de Comercio Industria y Turismo (MinCIT), 2013-2017)

# ESTIMACIÓN DE LOS DATOS ESTADÍSTICOS DE LA POBLACIÓN FLOTANTE COMO LINEAMIENTOS PARA EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Trabajo de Grado  
Especialización en  
Estadística Aplicada (EEA)  
Alexander Niebles

> View(BD3\_Poblacion\_flotante\_CARTAGENA)

> data.frame(BD3\_Poblacion\_flotante\_CARTAGENA)

	MESES	INMIGCOL	EMIGCOL	ENR. CRE. CRI. TRA	ENR. COL	ENR. BOL	CRE. COL	CRI. CAR	PARNAT.	ECOTUR	PAX. AER.	CAR
1	2014- ENE	234851	424108	338543	150805	22108	32925	50222	68886		126748	
2	2014- FEB	226961	191650	330556	151978	24654	38361	36232	32411		105576	
3	2014- MAR	237758	258345	335474	155528	25088	39251	42679	33435		112219	
4	2014- ABR	219982	309085	323001	142997	18982	38409	38576	35252		113806	
5	2014- MAY	207032	278929	310419	143554	19523	44335	19143	27057		108381	
6	2014- JUN	208216	348151	308361	152142	14443	55484	590	34614		114522	
7	2014- JUL	244253	336759	355411	184923	20689	55321	4009	39031		130229	
8	2014- AGO	248556	340228	364491	189764	25044	48919	9873	39031		130403	
9	2014- SEP	156606	304803	280155	156606	20096	38485	9719	35347		130403	
10	2014- OCT	162367	329629	353776	162367	19890	39773	28383	41150		117623	
11	2014- NOV	169590	310068	378658	169590	22619	49350	53792	30878		120465	
12	2014- DIC	207560	399320	479628	207560	25349	116909	33273	49461		120465	
13	2015- ENE	249352	428134	368470	173241	26889	39781	33198	0		137836	
14	2015- FEB	180661	199854	381591	180661	29911	43093	33082	32056		107921	
15	2015- MAR	263185	324348	380183	186218	28497	48450	27080	29868		122406	
16	2015- ABR	250549	276115	371261	167556	23487	42211	38695	27976		113772	
17	2015- MAY	241656	300532	367348	174525	22241	50417	16714	27269		125141	
18	2015- JUN	239939	418173	357235	178199	18092	60509	1231	39665		131758	
19	2015- JUL	282282	360861	413189	217777	24171	63840	665	42507		151796	
20	2015- AGO	272381	334410	378664	215480	24974	54997	1904	73943		150132	
21	2015- SEP	234766	275152	280155	180839	22033	45496	8431	41150		150132	
22	2015- OCT	187794	276291	316678	187794	23979	48966	24184	75450		132464	
23	2015- NOV	196290	273805	334830	196290	25464	58428	26453	30028		148929	
24	2015- DIC	229762	344052	471096	229762	30987	133644	47600	51607		148929	
25	2016- ENE	201671	372386	356262	201671	35278	46430	42925	51607		166815	
26	2016- FEB	206808	238933	347614	206784	37618	48276	33161	98826		NA	
27	2016- MAR	210080	299124	366713	210080	34256	54027	41137	145577		145488	
28	2016- ABR	182820	249388	318715	182820	30176	47474	33843	126811		NA	
29	2016- MAY	179769	288434	294215	179769	25096	52463	10090	87337		135387	
30	2016- JUN	198080	358294	313068	198080	24194	64276	641	100188		NA	
31	2016- JUL	230494	333284	510673	230494	29516	65616	1846	158995		158887	
32	2016- AGO	257881	325958	561540	257881	31320	56127	0	71075		158887	
33	2016- SEP	225166	304641	516663	225166	30764	47149	6810	50480		NA	
34	2016- OCT	220601	324788	462636	220601	29686	46930	26103	104081		NA	
35	2016- NOV	229131	308574	478460	229131	28709	57267	34842	98204		NA	
36	2016- DIC	250496	390705	565500	250496	30604	138273	57933	148959		NA	
37	2017- ENE	231730	399722	500178	231730	35404	47661	57384	NA		178264	
38	2017- FEB	242205	252667	495079	242205	42062	51541	33462	45834		NA	
39	2017- MAR	238969	306267	485386	238969	39744	53689	42611	75048		159662	
40	2017- ABR	234907	335157	507346	234907	36910	54815	46206	NA		NA	
41	2017- MAY	230321	313438	460258	230321	31780	56299	7140	54174		140353	
42	2017- JUN	239224	400615	473571	239224	29663	72998	3401	77490		NA	
43	2017- JUL	302026	339269	555552	302026	38814	68668	3308	155841		166568	
44	2017- AGO	310150	334095	568711	310150	38294	63947	5130	134194		166568	
45	2017- SEP	267778	301781	523794	267778	33089	52682	4878	NA		NA	

Las variables de estudio primarias se obtienen como resultado de la búsqueda de la información en los documentos relacionados en nuestra bibliografía, en especial en el Boletín Mensual de Turismo, de la Oficina de Estudios Económicos del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (MinCIT). (Ministerio de Comercio Industria y Turismo (MinCIT), 2013-2017)

Para ello se trabajó con las siguientes:

INMMIGCOL	Inmigrantes Migración Colombia (Viajeros que llegan)
EMIGCOL	Emigrantes desde Colombia (Salientes)
ENR-CRE-CRI-TRA	Extranjeros No Residentes-Colombianos Residentes en el Exterior-Cruceros Internacionales-Transfronterizos
ENR-COL	Extranjeros No Residentes
ENR-BOL	Extranjeros No Residentes en Bolívar
CRE-COL	Colombianos Residentes en el Exterior
CRI-CAR	Turistas de Cruceros Internacionales por Cartagena
PARNAT-ECOTUR	Visitantes Parques Naturales (Islas del Rosario)-Ecoturismo
PAX-AER-CAR	Pasajeros Aéreos en Cartagena
TUR-INT-PEAJ	Turismo Interno-Peajes
PAX-TER-TRANS	Turismo Interno-Terminales Transporte

*Tabla 1 -Definición de variables primarias de estudio. (Elaboración propia)*

Luego con esta información se construyó un algoritmo para calcular las nuevas variables secundarias, objeto del estudio en mención; y de acuerdo con la propuesta metodológica que se tomó para el caso hipotético de la Zona Metropolitana del Valle

de Toluca (ZMVT) según las definiciones construidas por el autor de la referencia. (Garrocho, 2011)

*“La población flotante es la población que utiliza un territorio, pero cuyo lugar de residencia habitual es otro. La población flotante, sumada a la población residente, permitirá determinar la carga de población que realmente soporta cada territorio”*

Por consiguiente, el supuesto de la metodología inicial es sencillo: se basa en que la población que utiliza un determinado territorio (por ejemplo, la *Carga de Población*) resulta de la **suma** de los residentes en la ciudad, **mas** la población flotante (No Residente) que ingresa a la ciudad, **menos** la población residente que sale de la ciudad (que a su vez será considerada población flotante en su lugar de destino temporal).

Para el caso de Cartagena, su población mantiene una intensa relación sobre todo de mercados laborales locales (MLL), con municipios cercanos como Turbaco, Arjona, Bayunca, Clemencia, Santa Catalina, Santa Rosa, Arenal, San Basilio de Palenque, entre otros, lo que hace ver a Cartagena como una Ciudad Región. Pero suponiendo, específicamente, la ciudad solo mantuviera flujos de entrada y salida con un solo municipio; así la población que realmente utiliza la ciudad región (es decir, la carga de población que soporta la ciudad región), a lo largo de 24 horas del día durante un mes base, se podría expresar según la siguiente expresión matemática, así:

$$CP = P_j + P_{ij} - P_{ji}$$

Donde *CP* es la *Carga de Población* (es decir la población que utiliza cierto territorio o la *ciudad región* de Cartagena),  $P_j$  es la Población residente en la ciudad;  $P_{ij}$  es la población que llega de otros destinos a la ciudad región (en este caso la población flotante); y  $P_{ji}$  es la población que sale de la ciudad región (de la misma forma, ésta será considerada población flotante en otros destinos).

# ESTIMACIÓN DE LOS DATOS ESTADÍSTICOS DE LA POBLACIÓN FLOTANTE COMO LINEAMIENTOS PARA EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Trabajo de Grado  
Especialización en  
Estadística Aplicada (EEA)  
Alexander Niebles

Así las cosas, se hizo la matriz de obtención de estos datos en el software Excel y se obtuvo tal como se muestra en la siguiente información:

TUR. INT.	PEAJ	PAX. TER.	TRANS	P <sub>j</sub>	P <sub>i j</sub>	P <sub>j i</sub>	CP	PF	
1	275631			196358	947579	720668.6	66452.63	1601795	654216.0
2	NA			186321	947579	376102.2	30029.25	1293652	346072.9
3	NA			181456	947579	379674.7	40479.56	1286774	339195.2
4	NA			178502	947579	378170.4	48429.90	1277319	329740.5
5	NA			165320	947579	349396.9	43704.82	1253271	305692.1
6	NA			158693	947579	356145.5	54551.08	1249173	301594.4
7	NA			148962	947579	373910.6	52766.09	1268724	321144.5
8	NA			115698	947579	342243.4	53309.64	1236513	288933.7
9	NA			145698	947579	355344.9	47758.97	1255165	307586.0
10	NA			165789	947579	379994.5	51648.90	1275925	328345.5
11	NA			172456	947579	383130.2	48583.93	1282125	334546.2
12	NA			235687	947579	480764.9	62568.64	1365775	418196.3
13	NA			198654	959594	394224.8	67083.45	1286735	327141.4
14	NA			174116	959594	373883.7	31314.72	1302163	342569.0
15	NA			163655	959594	375499.1	50821.43	1284272	324677.7
16	NA			158769	959594	358689.1	43263.90	1275019	315425.2
17	NA			145633	959594	355602.0	47089.75	1268106	308512.3
18	NA			165632	959594	393029.4	65522.68	1287101	327506.8
19	NA			176332	959594	435376.8	56542.58	1338428	378834.2
20	NA			123489	959594	406896.1	52398.03	1314092	354498.1
21	NA			118754	959594	353932.9	43113.01	1270414	310819.9
22	NA			139774	959594	397307.6	43291.48	1313610	354016.2
23	NA			194362	959594	425782.8	42901.95	1342475	382880.9
24	9339			218771	959594	502461.1	53908.81	1408146	448552.3
25	NA			239236	971592	513480.0	58348.41	1426724	455131.6
26	NA			183858	971592	337150.9	37437.93	1271305	299713.0
27	3123			174626	971592	526273.5	46869.14	1450996	479404.4
28	NA			139887	971592	316636.8	39076.10	1249153	277560.7
29	NA			141282	971592	410106.0	45194.14	1336504	364911.8
30	NA			117698	971592	266940.0	56140.36	1182392	210799.6
31	NA			136211	971592	534109.3	52221.60	1453480	481887.7
32	NA			121699	971592	439647.6	51073.70	1360166	388573.9
33	NA			114633	971592	246067.9	47733.58	1169926	198334.3
34	NA			147983	971592	324553.5	50890.38	1245255	273663.1
35	NA			139868	971592	313040.9	48349.84	1236283	264691.1
36	3691			216966	971592	458223.0	61218.78	1368596	397004.3
37	NA			204665	983391	461300.9	62631.63	1382060	398669.2
38	NA			178661	983391	302067.9	39589.88	1245869	262478.0
39	NA			146782	983391	457546.2	47988.36	1392949	409557.8
40	NA			124211	983391	203706.0	52515.07	1134582	151191.0
41	NA			126945	983391	393588.9	49111.97	1327868	344476.9
42	NA			132646	983391	284338.9	62771.56	1204958	221567.3
43	NA			117114	983391	526571.3	53159.37	1456803	473412.0
44	NA			111233	983391	501105.2	52348.67	1432148	448756.5
45	NA			165323	983391	247395.2	47285.46	1183501	200109.8

La estimación de CP parece ser clara en términos de la ecuación matemática, pero el grado de dificultad se obtiene dependiendo de las variables primarias para recolectar la información inicial, teniendo en cuenta que cada ciudad, ciudad región, área metropolitana o megaciudad, por ejemplo, pueden manejar volúmenes de información y de variables intrínsecas a su condición de ciudad. Operativamente cada cual suele tener su grado de dificultad. Por ejemplo, para el caso de  $P_j$  (la población residente en la ciudad) se tomó el dato de la población censal proyectada por el DANE a escala municipal. Sin embargo, a veces se tiene el problema de que las informaciones sean sesgadas al momento de recolectar la información, en el caso de ser recolectada la información, si existen limitaciones o cambios con la realidad, sobre todo en el caso de economías y ciudades altamente conectadas con su entorno: por ejemplo, en ciudades turísticas, ciudades agrarias, logísticas, transfronterizas o algunas ciudades con alto empleo estacional. Podría haber muchas formas de estimar  $P_j$ , especialmente a partir de variables sintomáticas, como por ejemplo consumo de electricidad, agua potable, o por densidad de población por área ocupada por habitante, pero son muy complicadas de obtener para estimar cuantas personas están realmente ligadas habitualmente con un territorio.

Por otra parte, estimar  $P_{ij}$  podría también hacerse de muchas maneras, por ejemplo, por todos los vehículos que entran a una ciudad, pero no es tan sencillo de calcular ya que no sabemos exactamente cuántas personas viajan exactamente en cada tipo de vehículo; se podrían hacer conteos, para promediar según hora, día de la semana, temporada (para capturar efectos estacionales). Lo mismo suele hacerse por viajeros que llegan a la ciudad por tierra, mar y aire. La información contenida en nuestra base de datos es la línea de base para posteriores estudios que se quieran realizar sobre este amplio, extenso e interesante tema.

Las personas de otros municipios cercanos que interactúan en el día a día con la ciudad núcleo o ciudad región, se movilizan por ejemplo diariamente de lunes a viernes en su mayoría, y se desplazan en transporte público que es fácil de sustentar, por los cuadros de pasajeros que llegan a la ciudad tabulados por la Terminal de Transportes de Cartagena S.A., mientras que otro muy menores llegan en vehículos colectivos o en vehículo propio (esta parte es la gran minoría y no representa alteración importante en los datos).

La estimación de  $P_{ji}$  se realiza de una manera similar a la anterior, pero haciendo los ajustes necesarios para estimar la población que sale de la ciudad núcleo.

Ahora con ayuda del software R Studio, comparemos la gráfica de dispersión sobre los datos de la Carga Poblacional, sabemos que el estudio se realizó desde enero de 2014 a septiembre de 2017, lo que en la línea base se denota como numero de meses del 1 al 45. Los meses 1, 13, 25 y 37 corresponderán a los meses de enero; y a su vez los meses 12, 24 y 36 corresponderán al mes de diciembre de su respectivo año.

Seguidamente se modelará la gráfica de dispersión de la Población Flotante para poder comparar la tendencia en ambas gráficas, y revisar su relación entre media y varianza.

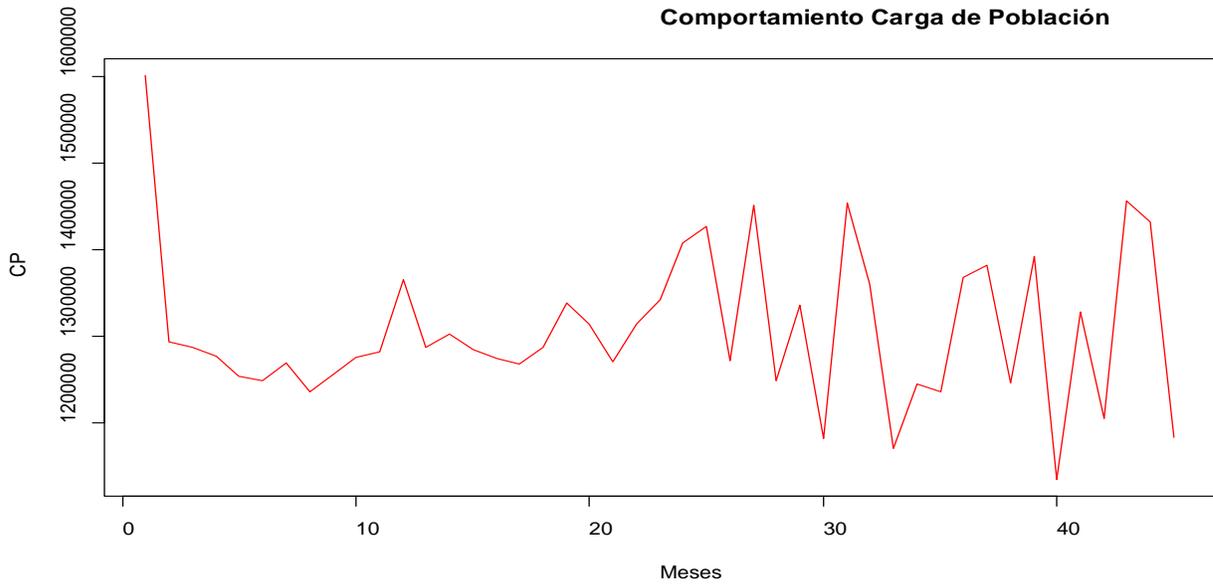


Ilustración 6 - Gráfica de dispersión de la serie de tiempo de la variable Carga de Población. (Elaboración propia con el software R Studio)

```
> ts.plot(PF, main="Comportamiento Población Flotante", xlab="Meses", col=3)
```

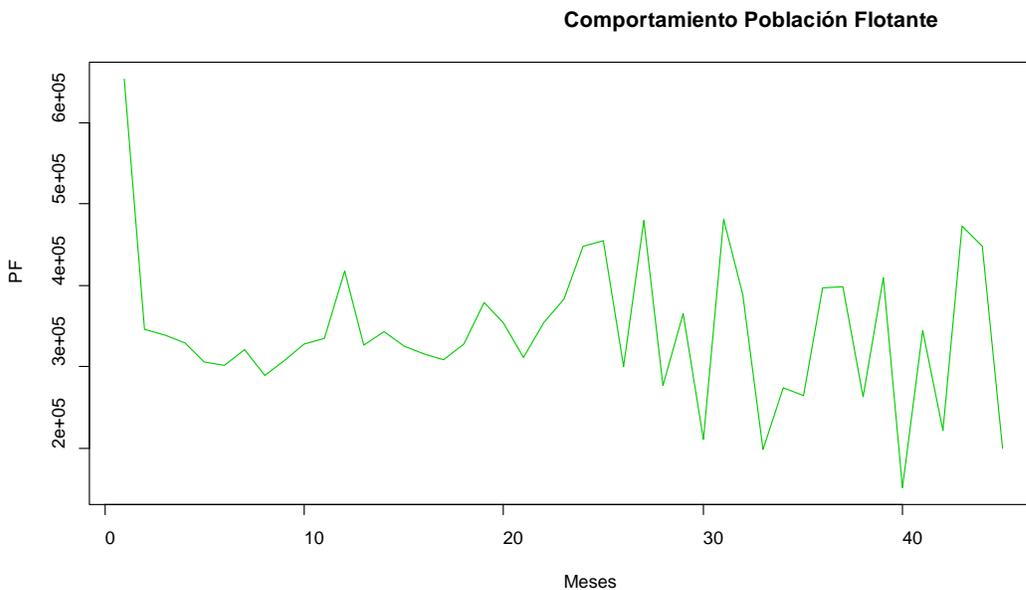
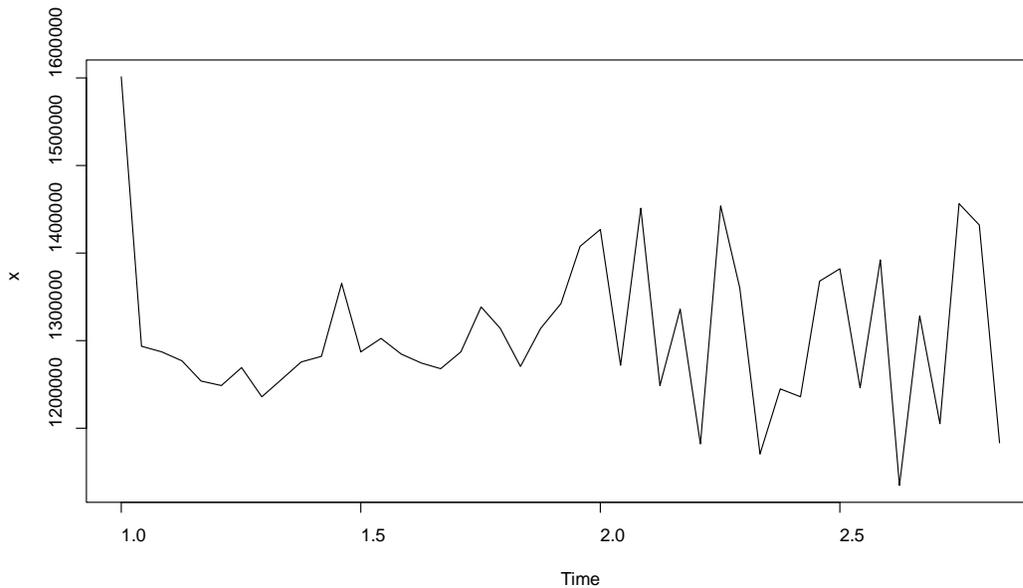


Ilustración 7 - Gráfica de dispersión de la serie de tiempo del Comportamiento de la Población Flotante. (Elaboración propia con el software R Studio)

En nuestro desarrollo del modelo de ajuste, se llamará a  $x$  la serie de tiempo de la variable secundaria Carga de Población ( $CP$ ) con una frecuencia de tiempo de 24 meses, obteniendo la siguiente imagen:

```
> x<- ts(CP, frequency = 24)  
> plot(x)
```



*Ilustración 8 - Gráfica de dispersión de la serie de tiempo de la variable asignada a "x". (Elaboración propia con el software R Studio)*

Seguidamente, se procederá a determinar de manera más apropiada la tendencia en los datos, lo que podemos comenzar a trabajar con la diferenciación de la serie original, o con las transformaciones de Box Cox, buscando la manera de llevar los datos a una versión estandarizada.

En primer lugar, se puede transformar logaritmando la serie original, así:

```
#Figura de los datos con las diferentes transformaciones  
> ts.plot(log(x))
```

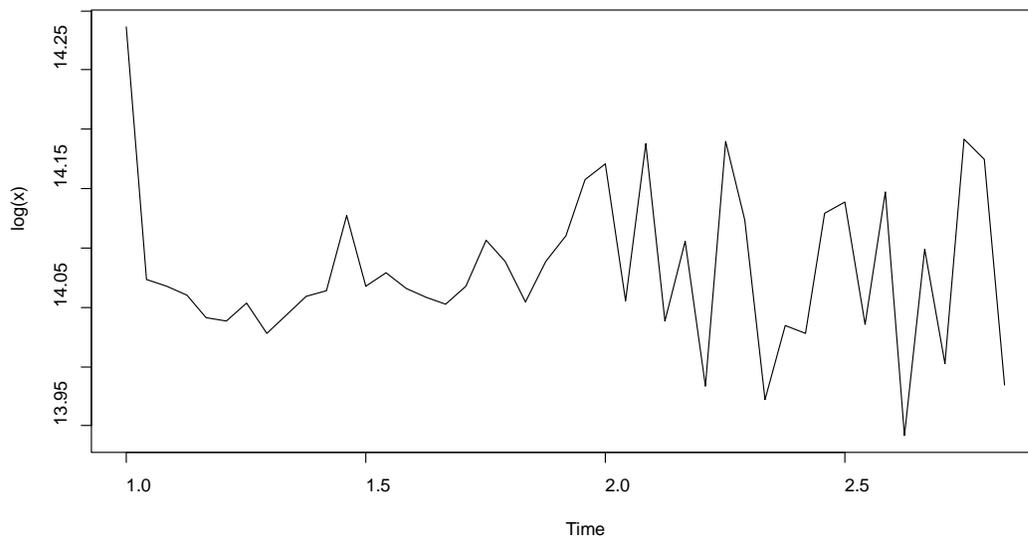


Ilustración 9 - Gráfica de la serie de tiempo "x" logaritmada. (Elaboración propia con el software R Studio)

Ahora, para poder abordar escenarios más generales como que el supuesto de estacionariedad se cumpla, es necesario introducir el operador diferencia. Se define la  $n$ -ésima diferencia de una serie de tiempo como:

$$\Delta_{y_t}^n = \Delta_{y_t}^{n-1} - \Delta_{y_{t-1}}^{n-1} = \sum_{r=0}^n (-1)^r \binom{n}{r} y_{t-r}$$

```
> ts.plot(diff(log(x)))
```

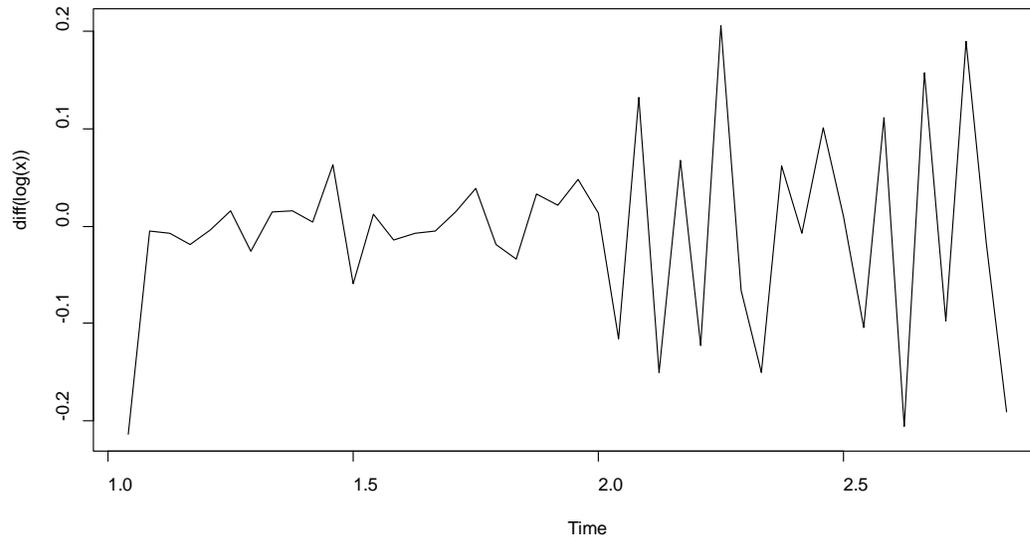


Ilustración 10 - Serie logaritmada diferenciada una vez. (Elaboración propia con el software R Studio)

> `ts.plot(diff(diff(log(x))))`

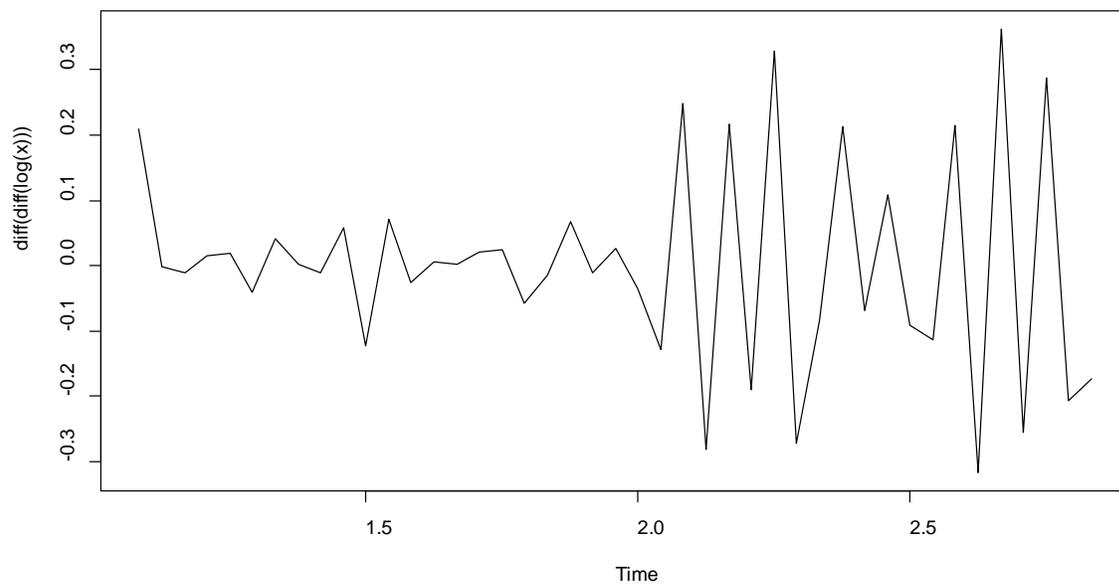


Ilustración 11 - Serie logaritmada dos veces diferenciada. (Elaboración propia con el software R Studio)

Ahora, generaremos las gráficas de las autocorrelaciones simple (ACF) y parcial (PACF) para realizar la adecuación del modelo con elementos observacionales y luego realizar el ajuste del modelo. En general, para determinar cuando unos datos se ajustan más a un modelo netamente estacional, el ACF y PACF nos permitirán ayudar a ver este comportamiento.

#Generación de las figuras ACF y PACF()  
> acf2(x)

```
      ACF  PACF
[1, ] -0.12 -0.12
[2, ]  0.05  0.04
[3, ] -0.15 -0.15
[4, ] -0.05 -0.09
[5, ]  0.12  0.12
[6, ] -0.12 -0.12
[7, ]  0.12  0.07
[8, ] -0.08 -0.02
```

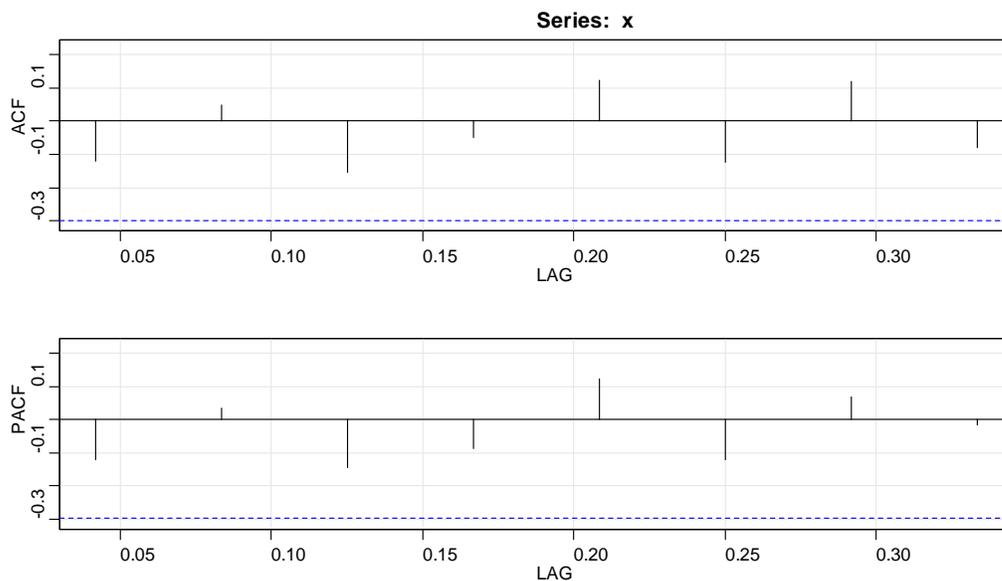


Ilustración 12 - Gráfico de las autocorrelaciones (ACF y PACF). (Elaboración propia con el software R Studio)

```
> acf2(diff(diff(log(x)), lag = 24))
```

```
      ACF  PACF  
[1, ] -0.58 -0.58  
[2, ]  0.25 -0.12  
[3, ] -0.22 -0.19  
[4, ] -0.04 -0.37  
[5, ]  0.29  0.15  
[6, ] -0.22  0.07
```

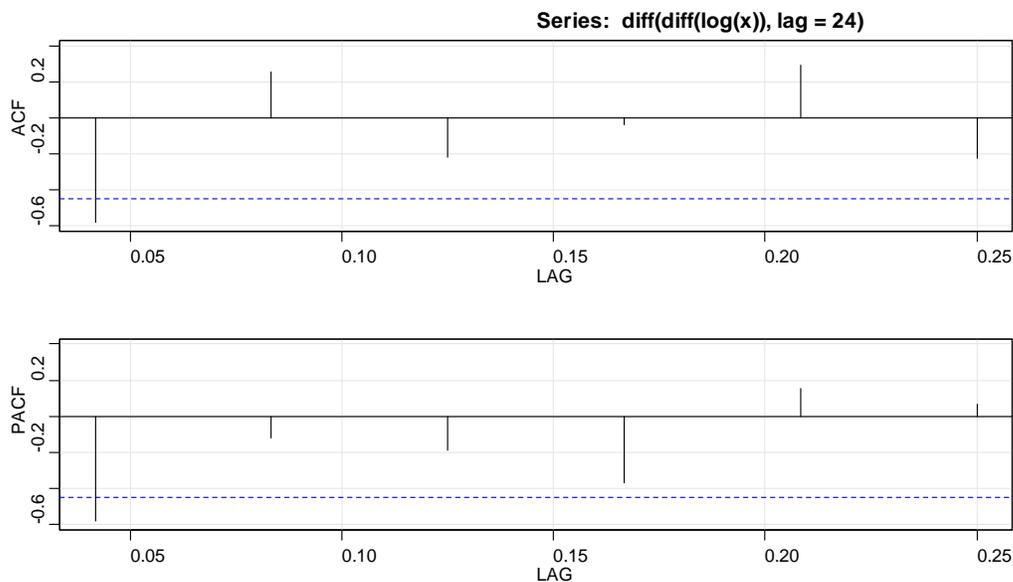


Ilustración 13 - Grafico de ACF y PACF de la serie dos veces diferenciada. (Elaboración propia con el software R Studio)

Ahora, quedaron generadas las gráficas de las autocorrelaciones simple (ACF) y parcial (PACF) para realizar la adecuación del modelo con elementos observacionales y luego realizar el ajuste del modelo. En general, para determinar cuando unos datos se ajustan más a un modelo netamente estacional, el ACF y PACF nos permitirán ayudar a ver este comportamiento.

Con la herramienta ARIMA Mixtos, podemos determinar un modelo con datos que contengan una parte Estacional (letras mayúsculas) y otra parte No Estacional (letras minúsculas), es decir modelos con la metodología de Bob Jenkins.

```
> auto.arima(log(x))
```

```
Series: log(x)  
ARIMA(1, 0, 0) (1, 0, 0) [24] with non-zero mean  
  
Coefficients:  
          ar1      sar1      mean  
-0.2002  0.3654  14.0822  
s.e.    0.1645  0.1879  0.0094  
  
sigma^2 estimated as 0.003929: log likelihood=60.59  
AIC=-113.19  AICc=-112.19  BIC=-105.96
```

Con el resultado del modelo seleccionado con la función `auto.arima()` se observa que tanto en el componente No estacional como en el Estacional, se observa que el mejor modelo es el `ARIMA(1,0,0)x(1,0,0)`, definido como auto regresivo de orden 1, `AR(1)`.

```
> arima1<-auto.arima(diff(x), trace = TRUE, test = "pp", ic="aic")
```

Fitting models using approximations to speed things up...

```
ARIMA(2, 0, 2)          with non-zero mean : Inf  
ARIMA(0, 0, 0)          with non-zero mean : 1160.924  
ARIMA(1, 0, 0)          with non-zero mean : 1141.851  
ARIMA(0, 0, 1)          with non-zero mean : 1149.441  
ARIMA(0, 0, 0)          with zero mean      : 1159.182  
ARIMA(2, 0, 0)          with non-zero mean : 1139.377  
ARIMA(2, 0, 1)          with non-zero mean : Inf  
ARIMA(3, 0, 1)          with non-zero mean : Inf  
ARIMA(2, 0, 0)          with zero mean      : 1137.379  
ARIMA(1, 0, 0)          with zero mean      : 1139.951  
ARIMA(3, 0, 0)          with zero mean      : 1138.084  
ARIMA(2, 0, 1)          with zero mean      : Inf  
ARIMA(3, 0, 1)          with zero mean      : Inf
```

Now re-fitting the best model(s) without approximations...

```
ARIMA(2, 0, 0)          with zero mean      : 1146.027
```

```
Best model: ARIMA(2, 0, 0)          with zero mean
```

# ESTIMACIÓN DE LOS DATOS ESTADÍSTICOS DE LA POBLACIÓN FLOTANTE COMO LINEAMIENTOS PARA EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Trabajo de Grado  
Especialización en  
Estadística Aplicada (EEA)  
Alexander Niebles

## ALISAMIENTO EXPONENCIAL

#Alisamiento Exponencial Simple

```
> fc<-ses(CP, h=12)  
> summary(fc)
```

Forecast method: Simple exponential smoothing

Model Information:  
Simple exponential smoothing

Call:

```
ses(y = CP, h = 12)
```

Smoothing parameters:  
alpha = 1e-04

Initial states:  
l = 1307733.3617

sigma: 88068.09

	AIC	AICc	BIC
	1202.028	1202.613	1207.448

Error measures:

	ME	RMSE	MAE	MPE	MAPE	MASE
ACF1						
Training set	5.005786	88068.09	68150.83	-0.4349944	5.15435	0.7683036
	-0.1207781					

Forecasts:

	Point Forecast	Lo 80	Hi 80	Lo 95	Hi 95
46	1307733	1194870	1420597	1135123	1480344
47	1307733	1194870	1420597	1135123	1480344
48	1307733	1194870	1420597	1135123	1480344
49	1307733	1194870	1420597	1135123	1480344
50	1307733	1194870	1420597	1135123	1480344
51	1307733	1194870	1420597	1135123	1480344
52	1307733	1194870	1420597	1135123	1480344
53	1307733	1194870	1420597	1135123	1480344
54	1307733	1194870	1420597	1135123	1480344
55	1307733	1194870	1420597	1135123	1480344
56	1307733	1194870	1420597	1135123	1480344
57	1307733	1194870	1420597	1135123	1480344

# ESTIMACIÓN DE LOS DATOS ESTADÍSTICOS DE LA POBLACIÓN FLOTANTE COMO LINEAMIENTOS PARA EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Trabajo de Grado  
Especialización en  
Estadística Aplicada (EEA)  
Alexander Niebles

```
> autoplot(fc, main="Datos de CP-Carga de Población")
```

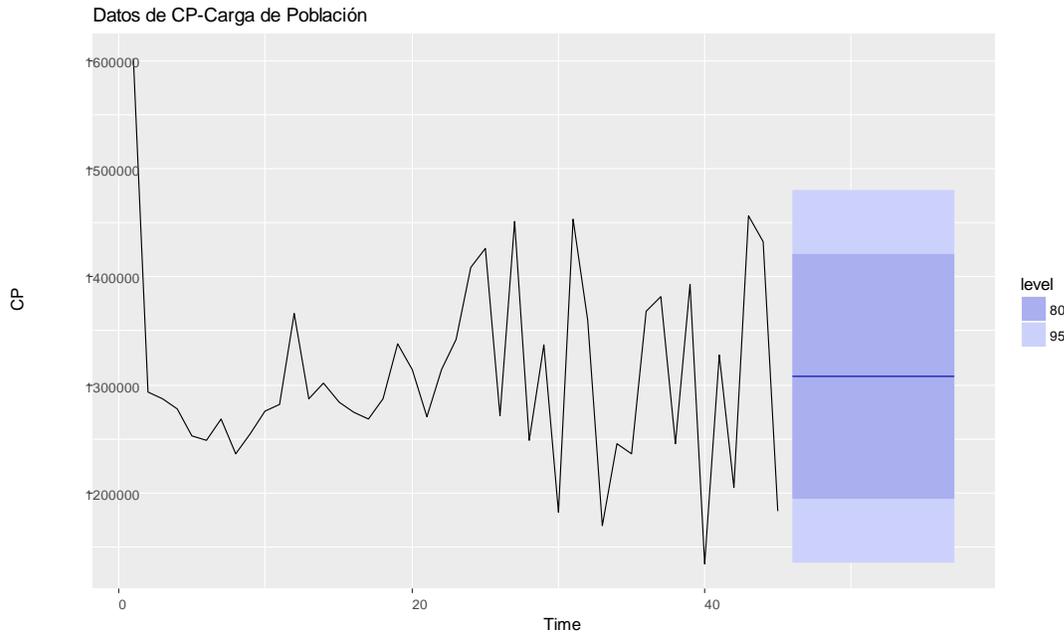


Ilustración 14 - Gráfico de suavizado exponencial simple. (Elaboración propia con el software R Studio)

```
#Agregue línea de datos del modelo ajustado  
> autoplot(fc, main="Pronóstico de CP-Carga de Población")+autolayer(fitted(fc))
```

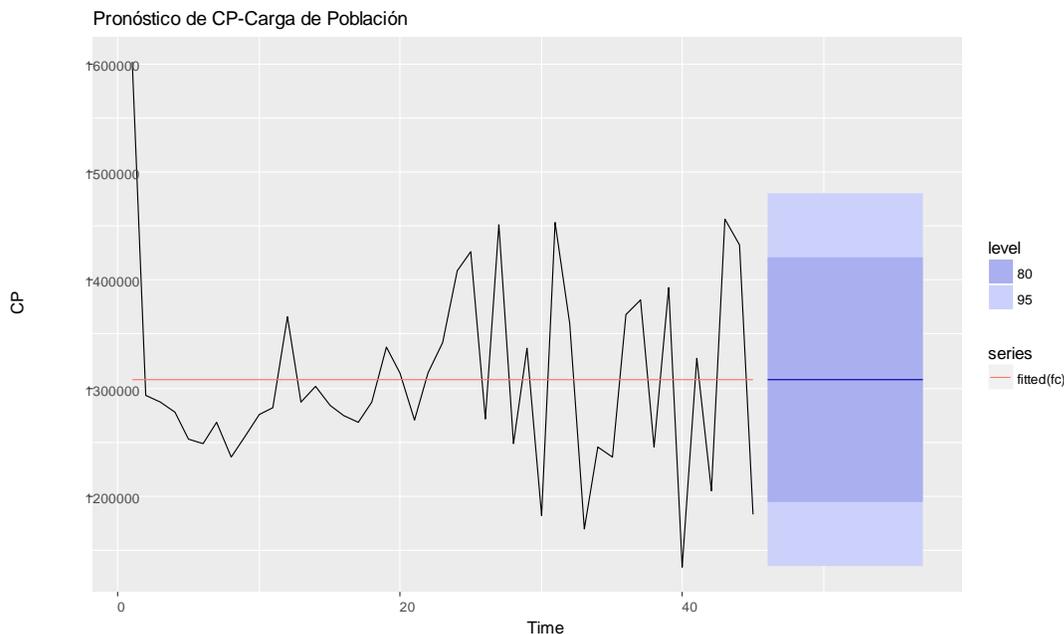


Ilustración 15 - Gráfico con línea de modelo ajustado. (Elaboración propia con el software R Studio)

# ESTIMACIÓN DE LOS DATOS ESTADÍSTICOS DE LA POBLACIÓN FLOTANTE COMO LINEAMIENTOS PARA EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Trabajo de Grado  
Especialización en  
Estadística Aplicada (EEA)  
Alexander Niebles

## ALISAMIENTO EXPONENCIAL #Algoritmo de Holt

```
> fcHolt<-holt(CP, h=24)  
> summary(fcHolt)
```

Forecast method: Holt's method

Model Information:  
Holt's method

Call:  
holt(y = CP, h = 24)

Smoothing parameters:  
alpha = 0.3029  
beta = 0.0255

Initial states:  
l = 1460194.0991  
b = -16106.9507

sigma: 100888

AIC	AICc	BIC
1218.259	1219.797	1227.292

Error measures:

	ME	RMSE	MAE	MPE	MAPE	MASE
ACF1						
Training set	13626.48	100888	84595.86	0.6379334	6.459122	0.9536979
.1007544						

Forecasts:

Point	Forecast	Lo 80	Hi 80	Lo 95	Hi 95
46	1302453	1173159.8	1431746	1104716.2	1500190
47	1301963	1165879.5	1438046	1093841.2	1510084
48	1301473	1157907.2	1445038	1081908.1	1521037
49	1300983	1149273.9	1452691	1068964.1	1533001
50	1300493	1140012.7	1460972	1055059.7	1545925
51	1300002	1130156.9	1469848	1040246.1	1559759
52	1299512	1119739.3	1479285	1024573.1	1574452
53	1299022	1108790.7	1489254	1008088.1	1589956
54	1298532	1097340.0	1499724	990835.3	1606229
55	1298042	1085414.0	1510670	972855.5	1623229
56	1297552	1073036.9	1522067	954185.9	1640918
57	1297062	1060230.9	1533893	934860.2	1659264
58	1296572	1047016.1	1546127	914909.3	1678234
59	1296082	1033410.5	1558753	894360.8	1697803
60	1295592	1019430.6	1571752	873239.9	1717943

# ESTIMACIÓN DE LOS DATOS ESTADÍSTICOS DE LA POBLACIÓN FLOTANTE COMO LINEAMIENTOS PARA EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Trabajo de Grado  
Especialización en  
Estadística Aplicada (EEA)  
Alexander Niebles

61	1295101	1005091.3	1585112	851569.2	1738634
62	1294611	990405.9	1598817	829369.3	1759853
63	1294121	975386.7	1612856	806658.8	1781584
64	1293631	960044.8	1627217	783454.9	1803807
65	1293141	944390.4	1641892	759773.0	1826509
66	1292651	928432.7	1656869	735627.2	1849675
67	1292161	912180.2	1672142	711030.5	1873291
68	1291671	895640.7	1687701	685995.0	1897347
69	1291181	878821.4	1703540	660531.7	1921830

> autoplot(fcHolt)

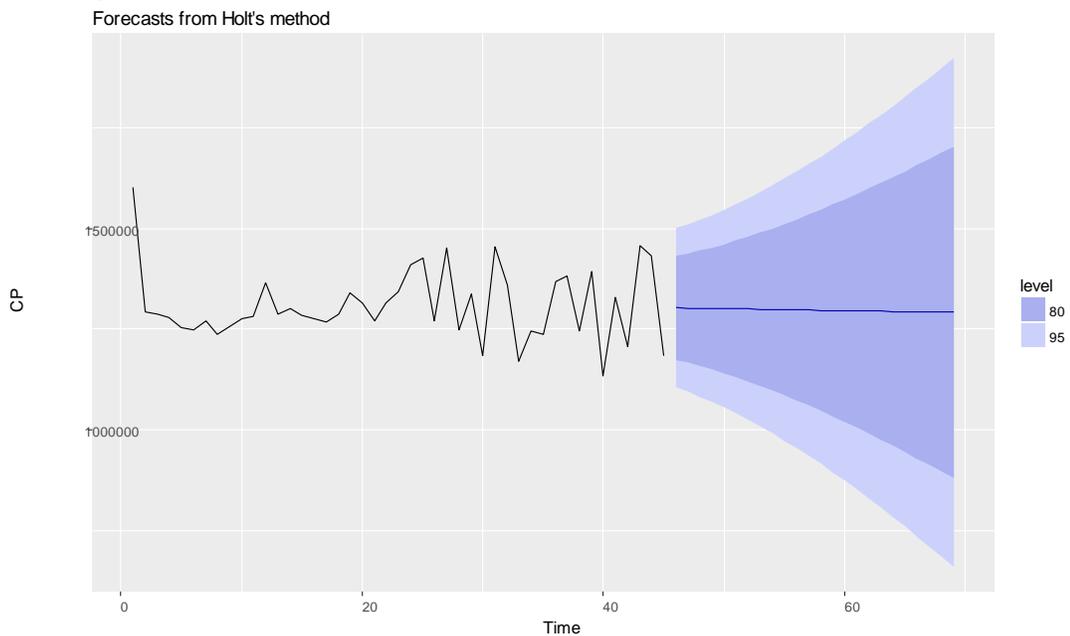


Ilustración 16 - Verificación de supuestos bajo la metodología del Algoritmo de Holt. (Elaboración propia con el software R Studio)

#Revise los supuestos de ruido blanco sobre los residuos

```
> checkresiduals(fcholt)
```

Ljung-Box test

```
data: Residuals from Holt's method  
Q* = 8.637, df = 6, p-value = 0.195
```

```
Model df: 4. Total lags used: 10
```

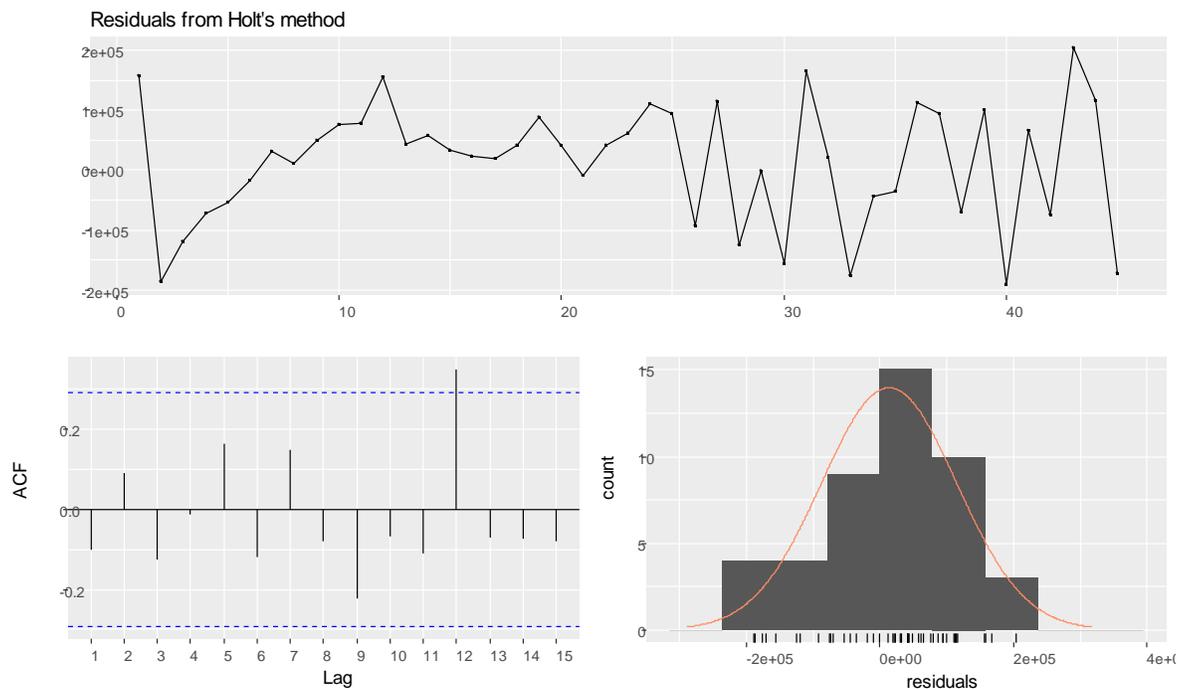


Ilustración 17 - Previsión de la base de datos bajo la metodología del Algoritmo de Holt. (Elaboración propia con el software R Studio)

En la verificación de los residuales, previo a la realización de los pronósticos, podemos observar mediante el modelo de Holt, que es un buen modelo para la predicción de los datos ya que existe solo un rezago en el mes 12 que corta la línea de confianza (línea azul); porque se observa en los residuos una normalidad estimada y que se encuentra dentro de una campana normalizada el histograma de los residuos, aun así hay una laguna que se pasa lo que significa que hay uno o unos residuos por fuera de la normalidad.

```
#Generación de una serie multivariada de  
#2 series con 45 observaciones `ts`  
#que inician en enero de 2014 con frecuencia mensual:
```

```
z <- ts(matrix(rnorm(90), 45, 2), start=c(2014, 1), frequency=12)
```

```
plot(z)
```

```
#las tres series presentadas por separados:
```

```
> plot(z, main="Serie multivariada simulada a partir de una  $N(0, 1)$ \nFr  
euencia mensual ", xlab="tiempo", cex. main=0.9)
```

Serie multivariada simulada a partir de una  $N(0,1)$   
Frecuencia mensual

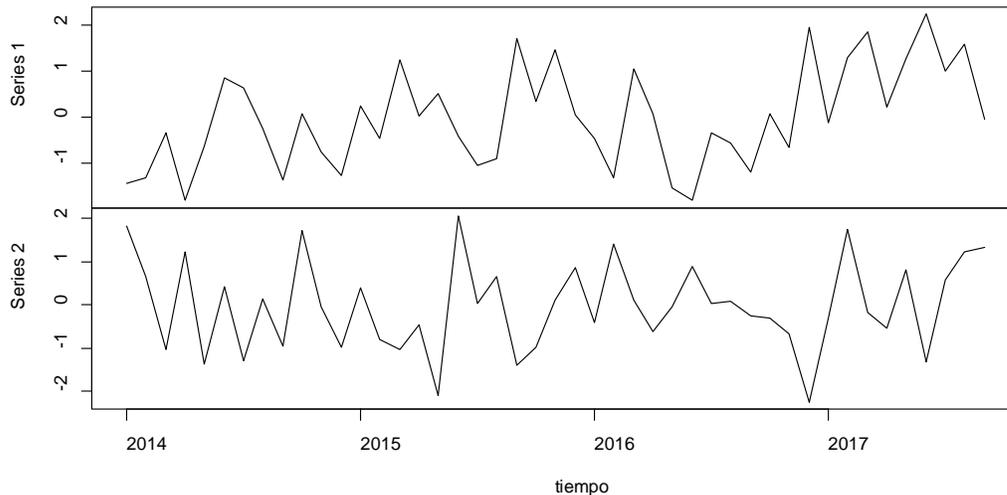


Ilustración 18 - Serie multivariada a partir de una  $N(0,1)$  con una frecuencia mensual.

#las 2 series presentadas superpuestas

```
> plot(z, plot.type="single", lty=1:3, main="Serie multivariada simulada a partir de una N(0,1)\nFrecuencia mensual", xlab="tiempo", cex.main=0.9)
```

```
> legend(2014, -2, c("serie 1", "serie 2"), lty=1:2, cex=0.9)
```

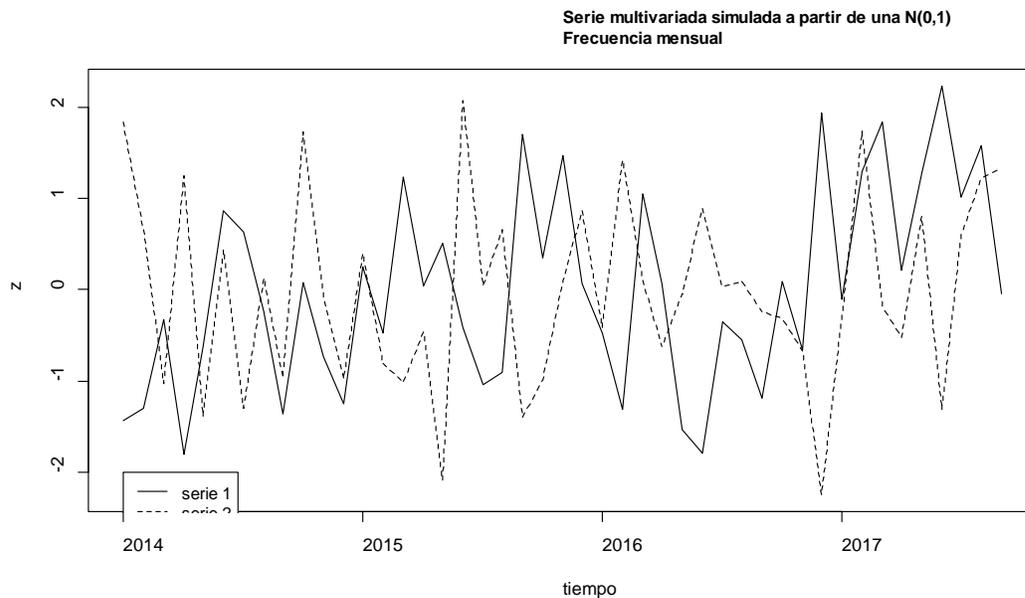


Ilustración 19 - Serie multivariada a partir de una  $N(0,1)$

## 4. CONCLUSIONES

- Después de la realización de las pesquisas y diagnosticar el estado de la situación actual para la ciudad de Cartagena, el reto fue entonces, construir un marco teórico y una base de datos que los armonice de una manera útil para el estudio de la población flotante de nuestra zona en estudio. No obstante, debe reconocerse que no existe en ninguna parte del mundo un marco conceptual coherente, definitivo y completo para el estudio de la población flotante y de las cargas de la población en el territorio. Cada tema de estudio es único, y es digno de ser llevado puesto a consideración de nuevos estudios similares, de manera que pueda ser complementado o refutado, si así fuera el caso.
- La *población flotante* es consecuencia de la **movilidad** de la población. Por lo tanto, el estudio de la población flotante debe articularse a partir de los elementos conceptuales de la migración temporal y de la movilidad cotidiana (incluyendo la derivada de los viajes al trabajo: *MLL*) y señalar claramente los huecos teóricos que padecen, los cuales han sido retos insalvables para la geodemografía desde hace décadas y que serán difíciles de llenar en el futuro próximo.
- La población flotante más la población residente efectiva, permitirá conocer la Carga de Población que utilizará los servicios públicos, demandará transporte público, servicios hospitalarios, energía, acueducto y alcantarillado, seguridad ciudadana, entre otros. Es posible modelar la Carga de Población que usaría el territorio de estudio, utilizando la metodología de Box Jenkins, dado que el comportamiento de estas series no es completamente aleatorio y se pueden describir como series de tiempo con una alta probabilidad de éxito en la modelación a través de dicha metodología.

- Según los análisis de población flotante y de carga de población, obtenidos en este estudio, se realizaron los pronósticos de que existe un aumento sobre la población residente efectiva, y lo que se logra inferir en los pronósticos es que tiene una tendencia en aumento, ya que como se observa en el pronóstico del Método de Holt, existirá una Carga de Población superior a un millón quinientas mil personas en algunos casos estacionales.
- Se hicieron las pruebas al modelo, analizando con la metodología Bob Jenkins, estimando las autocorrelaciones simple (ACF) y parcial (PACF) para realizar la adecuación del modelo con elementos observacionales y luego realizar el ajuste del modelo, determinando cuando unos datos se ajustan más a un modelo netamente estacional, el ACF y PACF; luego con la herramienta ARIMA, se pudo determinar un “mejor modelo” podemos determinar un modelo (con datos que contengan una parte Estacional y otra parte No Estacional, es decir modelos con la metodología de Bob Jenkins) la cual dio como resultado el modelo ARIMA(1,0,0)(1,0,0)[24] el cual se obtuvo con el menor AIC=-113.19.

```
Seri es: log(x)
ARIMA(1, 0, 0) (1, 0, 0) [24] with non-zero mean

Coeffi ci ents:
          ar1      sar1      mean
-0.2002  0.3654  14.0822
s. e.    0.1645  0.1879  0.0094

sigma^2 estimated as 0.003929:  log likelihood=60.59
AIC=-113.19  AICc=-112.19  BIC=-105.96
```

- Para la predicción del modelo, se realizaron dos pruebas, una por Alisamiento Exponencial Simple y otra por Algoritmo de Holt, siendo esta ultima la prueba

que mas confianza nos dio, ya que elabora un mejor pronóstico tal como se observo en la Ilustración 16, obteniendo el mejor AIC, COMO SE NOTA:

```
> fcholt <- holt(CP, h=24)
> summary(fcholt)
```

Forecast method: Holt's method

Model Information:  
Holt's method

Call:  
holt(y = CP, h = 24)

Smoothing parameters:  
alpha = 0.3029  
beta = 0.0255

Initial states:  
l = 1460194.0991  
b = -16106.9507

sigma: 100888

AIC	AICc	BIC
1218.259	1219.797	1227.292

■ Por último, se obtuvo con la verificación de supuestos, se obtuvo que solo un rezago en el mes 12 tuvo un pico por fuera pero el p-valor dio 0.19, con una confianza del 81%.

```
> checkresiduals(fcholt)
```

Ljung-Box test

data: Residuals from Holt's method  
Q\* = 8.637, df = 6, p-value = 0.195

Model df: 4. Total lags used: 10

- La precisión sobre los estudios depende de un trabajo mucho más extenso y de poder realizar un acercamiento más real, con encuestas estacionales y parte de un proceso más completo en lo posible de ser mejorado; determinando los propósitos de estimar la Carga de Población para poder estimar una adecuada metodología de estudio.

#### 4.1. Bibliografía

- CEPAL. (19 de 11 de 2017). *Banco de Datos de CELADE*. Recuperado el 19 de Noviembre de 2017, de <https://celade.cepal.org/bdcelade/depualc/>
- Garrocho, C. (2011). *Población flotante, población en movimiento: conceptos clave y métodos de análisis exitosos*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/297731257\\_Poblacion\\_flotante\\_poblacion\\_en\\_movimiento\\_conceptos\\_clave\\_y\\_metodos\\_de\\_analisis\\_exitosos](https://www.researchgate.net/publication/297731257_Poblacion_flotante_poblacion_en_movimiento_conceptos_clave_y_metodos_de_analisis_exitosos)
- Lozano Forero, S. (2017). SERIES DE TIEMPO I. UNIDAD 1-Introducción, UNIDAD 2-Procesos estacionarios de memoria corta, UNIDAD 3-Procesos No estacionarios. (F. U. LIBERTADORES, Ed.) Bogota, Cundinamarca, Colombia.
- Mauricio, J. A. (2007). *Introducción al Análisis de Series Temporales*. Madrid, Madrid, España: Universidad Complutense de Madrid.
- Ministerio de Comercio Industria y Turismo (MinCIT). (2013-2017). *Boletín Mensual de Turismo*. Boletín Mensual, Instituto de Estudios Económicos, Santa Fe de Bogota.
- MURILLO S., J., TREJOS, A., & CARVAJAL OLAYA, P. (2003). ESTUDIO DEL PRONÓSTICO DE LA DEMANDA DE ENERGIA ELECTRICA, UTILIZANDO MODELOS DE SERIES DE TIEMPO. *Scientia et technica*, 3(23). doi:<http://dx.doi.org/10.22517/23447214.7379>
- Organizacion para la Cooperacion y el Desarrollo Económico (OCDE). (03 de 02 de 2018). <https://www.oecd.org>. Obtenido de <https://www.oecd.org/centrodemexico/laocde/colombia-y-la-ocde.htm>
- Vasco, C. E. (1985). *Tres Estilos de trabajo en las ciencias sociales*. Santa Fe de Bogota: Universidad Nacional de Colombia.
- Velásquez, C. J. (2012). *Ciudad y Desarrollo Sostenible*. (E. Ediciones, Ed.) Barranquilla: Universidad del Norte.