



**Comportamiento de los saldos de la ejecución financiera de los proyectos de inversión de la Superintendencia Nacional de Salud entre 2000 a 2015**

**Nombres Autores: Sindy Meliza Lozada Suárez**

**Fundación Universitaria Los Libertadores  
Departamento de Ciencias Básicas  
Especialización en estadística aplicada**

**Bogotá D.C.  
2016**



**Comportamiento de los saldos de la ejecución financiera de los proyectos de inversión de la Superintendencia Nacional de Salud entre 2000 a 2015**

**Nombres:**

**Asesor estadístico: Juan Camilo Santana C.  
Asesor estadístico: Diana Patricia Walteros Astaiza**

**Fundación Universitaria Los Libertadores  
Departamento de Ciencias Básicas  
Especialización en estadística aplicada**

**Bogotá D.C.  
2016**

Nota de Aceptación

---

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del Jurado

---

Firma del Jurado

Bogotá, D.C 31 Julio del 2016

Las Directivas de la Universidad de  
Los Libertadores, los jurados calificadores y el cuerpo  
Docente no son responsables por los  
criterios e ideas expuestas En el presente documento.  
Estos corresponden únicamente a los autores

## TABLA DE CONTENIDO

Resumen.....	9
Capítulo 1. Introducción.....	10
Formulación o Pregunta Problema .....	11
Justificación .....	11
Objetivo General.....	12
Objetivos específicos.....	12
Capítulo 2. Marco de Referencia .....	13
2.1 Constitución Política de Colombia 1991 .....	14
2.2 Ley 152 de 1.994.....	14
2.3 Decreto No. 111 de 1.996 .....	14
2.4 Decreto No. 3286 de 2.004.....	14
2.5 Decreto 2844 de 2010 .....	15
2.6 Decreto 3286 de 2004 .....	15
2.7 Ley 489 de 1998 .....	15
Capítulo 3. Marco Teórico.....	16
3.1 Análisis descriptivo de la Información .....	16
3.1.1 Media.....	16
3.1.2 Varianza .....	16
3.1.3 Coeficiente de variación .....	17
3.1.4 Asimetría Fisher.....	17
3.1.5 Asimetría Pearson.....	17
3.1.6 Asimetría Bowley .....	17
3.1.7 Error estándar de la media.....	18
3.1.8 Desviación absoluta de media.....	18
3.2 Análisis de series de tiempo .....	18
3.2.1 El método de Holt Winters .....	18
3.2.1.1 Modelo aditivo .....	18
3.2.1.2 Modelo multiplicativo.....	18

3.2.2	Componentes de una Serie de Tiempo .....	19
3.2.3	Modelos autorregresivos (AR).....	19
3.2.4	Modelos de medias móviles (MA).....	20
3.2.5	Modelos autorregresivos de medias móviles (ARMA).....	20
3.2.6	Modelos autorregresivos integrados de medias móviles (ARIMA).....	21
Capítulo 4. Marco Metodológico .....		23
Capítulo 5. Análisis y Resultados .....		26
3.1	Análisis descriptivo de la Información .....	26
3.2	Análisis Modelo Holt Winters .....	26
3.3	Análisis Modelos ARMA .....	30
3.4	Elección del mejor modelo .....	34
3.5	Análisis Modelos ARMAX.....	35
Capítulo 6. Conclusiones y Recomendaciones .....		38
Capítulo 7. Lista de Referencias .....		39

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Ejecución proyectos de inversión 2000-2015.....	23
Tabla 2 Análisis descriptivo de la Información.....	26
Tabla 3 Análisis modelo Aditivo HW .....	27
Tabla 4 Análisis modelo Multiplicativo HW .....	27
Tabla 5 Análisis de Residuales HW .....	28
Tabla 6 Pronostico 2015 – 2016 .....	29
Tabla 7 pronostico proyectos de inversión 2016-2019 ARMA (1,1).....	33
Tabla 8. Resultados raíz cuadrada de la media .....	34
Tabla 9. Resultados raíz cuadrada de la media .....	36
Tabla 10 Análisis pruebas residuales ARMAX .....	36

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Escenario de Ejecución proyectos de inversión 2000-2015 .....	24
Figura 2 Escenario de Ejecución proyectos de inversión Holt Winters.....	27
Figura 3 Modelo Aditivo HW .....	27
Figura 4 Modelo Multiplicativo HW .....	28
Figura 5 Análisis Residuales Modelo Multiplicativo HW.....	28
Figura 6 Análisis de autocorrelación acf.....	29
Figura 7 pronóstico de los próximos 4 años 2015-.2019 .....	29
Figura 8 Comparación serie original y pronóstico 2015-.2019.....	30
Figura 9 Análisis .....	31
Figura 10 Transformación Boxcox.....	31
Figura 11 Autorrelación acf.....	31
Figura 12 Autorrelación acf parcial .....	31
Figura 13 Modelo ajustado .....	32
Figura 14 pronostico serie original y ajustada ARMA (1,1) .....	34
Figura 15 ACF y PACF Variable de estudio (presupuesto ejecutado).....	36
Figura 16 Prueba de Estadísticos.....	36

## LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1. Media ponderada poblacional .....	16
Ecuación 2. Media ponderada muestral .....	16
Ecuación 3. Varianza poblacional.....	17
Ecuación 4. Varianza muestral.....	17
Ecuación 5. Coeficiente de variación .....	17
Ecuación 6. Asimetría Fisher.....	17
Ecuación 7. Asimetría Pearson .....	17
Ecuación 8. Asimetría Bowley .....	17
Ecuación 9. Asimetría Bowley .....	18
Ecuación 10. Desviación absoluta de media .....	18
Ecuación 11. Modelo Aditivo .....	18
Ecuación 12. Modelo Multiplicativo.....	19
Ecuación 13. Modelo Autorregresivo (AR) .....	19
Ecuación 14. Modelo Medias móviles (MA) .....	20
Ecuación 15. Modelo Autorregresivos de medias móviles (ARMA) .....	20
Ecuación 16. Modelo Autorregresivos de medias móviles (ARIMA) .....	21
Ecuación 17. Modelo Autorregresivos de medias móviles (ARIMA) con constante .....	22

## **Comportamiento de los saldos de la Ejecución Financiera de los Proyectos de Inversión de la Superintendencia Nacional de Salud entre 2000 a 2015**

\*\* Sindy Meliza Lozada Suárez<sup>1</sup>

### **Resumen**

Este trabajo de grado tiene como objeto la presentación del análisis y proyección del comportamiento de los saldos de la ejecución financiera de los proyectos de inversión de la Superintendencia Nacional de Salud entre 2000 a 2015.

En primera instancia se realiza la descripción de cada uno de los modelos, luego se presenta la metodología para su aplicación y posteriormente se hace la proyección de los mismos para los años 2016 a 2019; para ello se hace uso de los siguientes programas: software estadístico R y Excel, esto con el objeto de tener una visión más clara de lo que será la ejecución de los proyectos de inversión en la Entidad.

Revisado el comportamiento de los proyectos de inversión y realizada las respectivas pruebas con los modelos Hold Winters, modelo Arma y la identificación de las variables más significativas realizadas con el modelo Armax, se puede evidenciar que el modelo que mejor se ajusta a la variable de estudio y que me mejor predice el comportamiento de los saldos del presupuesto ejecutado de los proyectos de inversión de la SNS es el modelo Multiplicativo de Holt Winters.

**Palabras claves:** Presupuesto, Gestión, Series de Tiempo, Inversión, Modelo Holt Winters, Modelo ARMA, modelo ARMAX

## **Behavior of Financial Execution of Investment Projects of National Health between 2000-2015**

\*\* Sindy Suarez Lozada Meliza

### **Abstract**

This work aims grade presentation and projection analysis of the behavior of the balances of the financial implementation of investment projects of the National Health between 2000-2015.

In the first instance the description of each of the models is done, then the methodology for application is presented and then projecting them for the years 2016-2019 is made; for this use of the following programs it is: statistical software R and Excel, this in order to have a clearer picture of what will be the implementation of investment projects in the Bank vision.

Revised the behavior of investment projects and made the respective tests with models Hold Winters, Gun model and identification of the most significant variables made with the Armax model, we can show that the model that best fits the study variable and I better predict the behavior of the executed budget balances of investment projects of the SNS is the multiplicative model Holt Winters.

**Keywords :** Budget , Management, Time Series , Investment, Model Holt Winters, ARMA model , model ARMAX

---

<sup>1</sup> Licenciada en Matemática de la Universidad Francisco de Paula Santander. Estudiante de Especialización en Estadística Aplicada – Fundación Universitaria los Libertadores. Email: Melyt0410@gmail.com

## **Capítulo 1. Introducción**

El uso de los recursos del Estado ha sido una preocupación constante de las entidades de control, de los medios de comunicación y de los ciudadanos en general. Difundir de manera transparente el uso, gestión, destino y resultados de la inversión es más que un derecho de los ciudadanos, un deber de los servidores y de las entidades públicas. Por esto mismo, la baja ejecución de los recursos de inversión asignados a las entidades cada vez es más mínima, teniendo en cuenta los resultados obtenidos en cada vigencia de los proyectos de inversión en su ejecución presupuestal (Departamento Nacional de Planeación, 2015).

Dentro del análisis de las principales problemáticas que se han presentado con la ejecución de los recursos de inversión existe la inadecuada planeación de las iniciativas a realizar en cada vigencia en la superintendencia nacional de salud, hecho que puede corroborarse en los porcentajes de ejecución mensuales que se presentan al (Departamento Nacional de Planeación, -DNP-, 2000; 2015) en cada vigencia y para los proyectos de inversión que están asignado a la Superintendencia Nacional de Salud (SNS).

Adicionalmente dentro de sus problemáticas existen la falta de gerencia de proyectos, la débil gestión del conocimiento (cambios directivos, continuidad de las iniciativas) y los procesos y procedimientos de contratación y administrativos poco ágiles en el momento de contratar y ejecutar los recursos asignados (Supersalud-, 2015).

En virtud de lo mencionado se genera una gran incertidumbre en el comportamiento futuro de lo que será la ejecución presupuestal de los proyectos de inversión asignados a la SNS.

Aunado a ello el proceso de planeación se inicia con el reconocimiento de la situación actual del sistema y la buena ejecución presupuestal que en cada vigencia se podrá obtener, esto con una proyección al análisis que arrojan los diferentes modelos para verificar su ejecución en las siguientes vigencias del 2016 al 2019, dado que es el tiempo de duración del proyecto de inversión asignado a la SNS está contemplado desde el año 2000 hasta el 2019, año de finalización del proyecto.

## **Formulación o Pregunta Problema**

¿Cuál fue el comportamiento de los saldos de la ejecución financiera de los proyectos de inversión de la Superintendencia Nacional de Salud entre 2000 a 2015?

## **Justificación**

La SNS como la mayoría de las entidades públicas cuyos objetivos no son monetarios sino que sus utilidades son logros de tipo social, es decir las ganancias de su gestión generalmente son el mejoramiento de una u otra forma del nivel de vida de los Ciudadanos, hace que la relación costo-beneficio de los recursos de inversión haya perdido el norte y se asignen los recursos de inversión sin mayores análisis económicos, incluso se asignan en muchas ocasiones para cumplir tareas no priorizadas por la sociedad sino por intereses particulares de tipo político o económico personal mas no colectivo.

Dado lo anterior el pronóstico de los proyectos de inversión es una herramienta fundamental para la toma de decisiones operativas y estratégicas en entidades del Estado, cuya falta de precisión puede traer altos costos económicos. La importancia del pronóstico de los proyectos de inversión se incrementa en la medida que los cumplimientos de los objetivos trazados dependan lo menos posible del azar, disminuyendo así la incertidumbre sobre los resultados de las decisiones tomadas. Por esto, es de vital importancia conocer a priori el crecimiento de la ejecución de los proyectos de inversión asignados a la SNS, de una manera segura y confiable lo cual se aproxime lo más cercano a la realidad.

Para esto se requiere de técnicas apropiadas que permitan realizar un buen pronóstico a corto, mediano y largo plazo de la Ejecución de los mismos; ya que de esto depende garantizar la buena Ejecución de los proyectos de inversión asignados a la SNS.

## **Objetivo General**

Analizar y proyectar el comportamiento de los saldos de la ejecución financiera de los proyectos de inversión de la Superintendencia Nacional de Salud entre 2000 a 2015

## **Objetivos específicos**

- Identificar aquellas variables con mayor incidencia sobre los saldos de la ejecución financiera de los proyectos de inversión de la Superintendencia Nacional de Salud entre 2000 a 2015
- Proponer un modelo que explique los saldos de ejecución financiera de los proyectos de inversión de la Superintendencia Nacional de Salud entre 2000 a 2015

## Capítulo 2. Marco de Referencia

Los Proyectos de Inversión se entienden según (Departamento Nacional de Desarrollo, 2013) la unidad operacional de la planeación del desarrollo que vincula recursos (humanos, físicos, monetarios, entre otros) para resolver problemas o necesidades sentidas de la población y los cuales contemplan actividades limitadas en el tiempo, que utilizan total o parcialmente recursos públicos, con el fin de crear, ampliar, mejorar o recuperar la capacidad de producción o de provisión de bienes o servicios por del Estado. Los proyectos de inversión se clasificarán de acuerdo con los lineamientos que defina el DNP, atendiendo las competencias de las entidades y las características inherentes al proyecto, criterios en cuyo fundamento - se determinarán los requerimientos metodológicos que deberá atender cada proyecto de inversión para su formulación, evaluación previa, registro, programación, ejecución y seguimiento y evaluación posterior.

Al respecto de los proyectos de inversión, (Barrera, 2015) explica que los mismos surgen como respuesta a necesidades sentidas o detectadas en una organización, o bien por requerimientos de alguien o de alguna área de la misma. Estos se inician frecuentemente como un esbozo, el cual se traduce posteriormente en un conjunto de metas concretas capaces de satisfacer las necesidades o requerimientos identificados; sin embargo, el inversionista o tomador de decisiones debe determinar si los beneficios potenciales derivados del proyecto compensarán los costos en que se incurrirá.

Aunado a esto y realizado el análisis de la estructura de los proyectos de inversión estos deben contar con los siguientes atributos: ser únicos; es decir que no exista ningún otro proyecto con el mismo objetivo, temporales (limitados en el tiempo), tener un ámbito geográfico específico, tener unas actividades específicas, tener beneficiarios definidos y tener identificados en forma concreta los objetivos. Lo anterior, en función de que la Superintendencia Nacional de salud cumple con la llamada cadena de Valor establecida por el Departamento Nacional de Planeación (DNP) y la cual se encuentra conformada de la siguiente manera: Objetivo general del proyecto, Objetivos específicos., Productos, Actividades.

Por lo expuesto anteriormente y dentro de la ejecución realizada a partir de los años 2000 a 2015, las problemáticas en la ejecución y en la contratación se han dado teniendo en cuenta que no se han alcanzado los productos y objetivos específicos de los proyectos, según informes emitidos por en el sector Salud y protección social del Sistema de Seguimiento a Proyectos de Inversión (SPI), dado que es la herramienta que facilita la recolección y análisis continuo de información para identificar y valorar los posibles problemas y logros frente a los proyectos de inversión pública.

Dentro de los factores que inciden en la problemática de la baja ejecución presupuestal asignada a la SNS se encuentran el presupuesto asignado, el presupuesto comprometido y el presupuesto ejecutado, esto dado que el porcentaje de ejecución presupuestal no ha sido el más alto y ejecutado en su totalidad.

La elaboración, estructura y contenido de los proyectos de inversión se rigen fundamentalmente por el Departamento Nacional de Planeación, así como a las instrucciones dadas por el Ministerio de Salud y protección social y por el Ministerio de Hacienda y Crédito Público en relación a programación presupuestal. De igual manera da cumplimiento a la legislación nacional para la formulación, programación presupuestal, ejecución y seguimiento de Proyectos de Inversión establecidas en el Estatuto Orgánico por las siguientes disposiciones:

### **2.1 Constitución Política de Colombia 1991**

• **Directriz de cumplimiento :** Título XII “Del régimen económico y de la Hacienda”, Capítulo 2 “De los planes de Desarrollo”, desde el artículo 339 hasta el artículo 344, en los cuales se establece la elaboración del Plan de Desarrollo conformado por una parte general que contiene los propósitos y objetivos nacionales de largo plazo, las metas y prioridades de la acción estatal a mediano plazo y las estrategias y orientaciones generales de la política económica, social y ambiental que serán adoptadas por el gobierno y un plan de inversiones que contiene los presupuestos plurianuales de los principales programas y proyectos de inversión pública nacional y la especificación de los recursos financieros requeridos para su ejecución.

### **2.2 Ley 152 de 1.994**

“Por la cual se establece la Ley Orgánica del Plan de Desarrollo”

• **Directriz de cumplimiento:** Aplica toda la norma.

### **2.3 Decreto No. 111 de 1.996**

*Por el cual se compilan la Ley 38 de 1.989, la Ley 179 de 1.994 y la Ley 225 de 1.995, que conforman el Estatuto Orgánico del Presupuesto*

• **Directriz de cumplimiento:** Aplica toda la norma especialmente el tema de Programación Presupuestal.

### **2.4 Decreto No. 3286 de 2.004**

*Por el cual se crea el Sistema de Información de Seguimiento a los Proyectos de Inversión Pública*

• **Directriz de cumplimiento: Artículo 4º.** Suministro de la información. El suministro de la información al Sistema de Información de Seguimiento a los Proyectos de Inversión Pública, estará a cargo de las siguientes personas o funcionarios:

• Todas las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, que cumplan labores de interventoría en los contratos estatales, están en la obligación de

suministrar la información que se requiera para evaluar la gestión y realizar el seguimiento de los respectivos proyectos de inversión pública.

- El Jefe de la Oficina de Planeación de la entidad u organismo o quien haga sus veces.

## **2.5 Decreto 2844 de 2010**

*Por el cual se reglamentan norma, orgánicas de presupuesto y del plan nacional de desarrollo.*

- **Directriz de cumplimiento:** Aplica toda la norma

## **2.6 Decreto 3286 de 2004**

*Por el cual se crea el Sistema de Información de Seguimiento a los Proyectos de Inversión Pública*

- **Directriz de cumplimiento:** Aplica toda la norma

## **2.7 Ley 489 de 1998**

Por la cual se dictan normas sobre la organización y funcionamiento de las entidades del orden nacional, se expiden las disposiciones, principios y reglas generales para el ejercicio de las atribuciones previstas en los numerales 15 y 16 del artículo 189 de la Constitución Política y se dictan otras disposiciones”.

- **Directriz de cumplimiento:** Aplica toda la norma

## Capítulo 3. Marco Teórico

Los métodos de análisis de series de tiempo consideran el hecho que los datos tomados, en diversos periodos de tiempo; pueden tener algunas características de autocorrelación, tendencia o estacionalidad, que se debe tomar en cuenta. Como definición:

- Serie de tiempo: Es una secuencia ordenada de valores de una variable en intervalos de tiempo periódicos y consecutivos (Reyes Aguiliar, 2007).

- Aplicación: la aplicación de estos métodos tiene dos propósitos: comprender las fuerzas de influencia en los datos y descubrir la estructura que produjo los datos observados (Reyes Aguiliar, 2007).

Teniendo en cuenta lo anterior en nuestro análisis de presupuesto la variable de estudio corresponde al presupuesto ejecutado, según el SPI y el DNP, en sus bases de datos registradas durante el periodo comprendido de 2000 al 2015, esta información se encuentra detallada por proyecto y por presupuesto ejecutado por cada uno.

Para el análisis, proyección e interpretación de los datos, a continuación, se relaciona una breve teoría de los modelos que serán utilizados en el cumplimiento de los objetivos propuestos en el desarrollo del proyecto.

### 3.1 Análisis descriptivo de la Información

#### 3.1.1 Media

Es una medida de tendencia central utilizada cuando los valores de la variable (X) tienen un peso o importancia determinada por otra variable (W) (Canavos, 1998).

$$\mu_p = \frac{\sum_{i=1}^N x_i w_i}{\sum_{i=1}^N w_i}$$

Ecuación 1. Media ponderada poblacional

$$\bar{X}_p = \frac{\sum_{i=1}^n x_i w_i}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

Ecuación 2. Media ponderada muestral

#### 3.1.2 Varianza

Media aritmética del cuadrado de las desviaciones respecto a la media de una distribución estadística (Canavos, 1998).

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2}{N}$$

Ecuación 3. Varianza poblacional

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n - 1}$$

Ecuación 4. Varianza muestral

### 3.1.3 Coeficiente de variación

Relación entre la desviación típica de una muestra y su media (Canavos, 1998).

$$C_V = \frac{\sigma}{|\bar{x}|}$$

Ecuación 5. Coeficiente de variación

### 3.1.4 Asimetría Fisher

Representado por  $\gamma_1$ , se define como:

$$\gamma_1 = \frac{\mu_3}{\sigma^3}$$

Ecuación 6. Asimetría Fisher

### 3.1.5 Asimetría Pearson

Sólo se puede utilizar en distribuciones uniformes, unimodales y moderadamente asimétricas. Se basa en que en distribuciones simétricas la media de la distribución es igual a la moda (Canavos, 1998).

$$A_p = \frac{\mu - moda}{\sigma}$$

Ecuación 7. Asimetría Pearson

### 3.1.6 Asimetría Bowley

Está basado en la posición de los cuartiles y la mediana, y utiliza la siguiente expresión (Canavos, 1998):

$$A_B = \frac{Q_{3/4} + Q_{1/4} - 2Me}{Q_{3/4} - Q_{1/4}}$$

Ecuación 8. Asimetría Bowley

En una distribución simétrica el tercer cuartil estará a la misma distancia de la mediana que el primer cuartil. Por tanto  $A_B = 0$ .

Si la distribución es positiva o a la derecha,  $A_B > 0$ .

### 3.1.7 Error estándar de la media

Cuantifica las oscilaciones de la media muestral (media obtenida en los datos) alrededor de la media poblacional (verdadero valor de la media). El EEM o SEM se estima generalmente dividiendo la desviación estándar de la población entre la raíz cuadrada del tamaño de la muestra (asumiendo independencia estadística de los valores en la muestra) (Canavos, 1998):

$$SE_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Ecuación 9. Asimetría Bowley

### 3.1.8 Desviación absoluta de media

Medida que se utiliza para calcular cuánto varían de su media los valores de un conjunto de datos (Canavos, 1998).

$$D_m = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |x_i - \bar{x}|$$

Ecuación 10. Desviación absoluta de media

## 3.2 Análisis de series de tiempo

### 3.2.1 El método de Holt Winters

Sirve para realizar predicciones bajo el supuesto de tendencia lineal utilizando dos parámetros de alisado  $\alpha$ ,  $\beta$ . Winters generalizó el método de Holt para tratar con datos que presenten variaciones estacionales. En el modelo de Holt Winters se consideran dos opciones en el tratamiento de las variaciones estacionales: el modelo aditivo y el modelo multiplicativo, en función de si la variación estacional es vista como independiente del nivel o de la media local o es proporcional a ella (Lawton, 1988).

#### 3.2.1.1 Modelo aditivo

Es aditivo si el efecto estacional no depende del nivel medio corriente de la serie temporal y simplemente se le suma o se resta desde la previsión que depende sólo del nivel y de la tendencia (Lawton, 1988).

$$\begin{aligned} Mt &= \alpha Y_t - Ct - s + (1 - \alpha)(Mt-1 + Tt-1) \\ Tt &= \beta Ft - Ct - s + (1 - \beta)Tt-1 \\ Ct &= \gamma Y_t - Mt + (1 - \gamma)Ct-s \end{aligned}$$

Ecuación 11. Modelo Aditivo

#### 3.2.1.2 Modelo multiplicativo

Es multiplicativo cuando se aplica si la magnitud de la variación estacional se incrementa con el nivel de la media de la serie temporal (Lawton, 1988).

$$\begin{aligned}
 M_t &= \alpha Y_t + (1 - \alpha)(M_{t-1} + T_{t-1}) \\
 T_t &= \beta M_t - M_{t-1} + (1 - \beta)T_{t-1} \\
 C_t &= \gamma Y_t / M_t + (1 - \gamma)C_{t-1}
 \end{aligned}$$

Ecuación 12. Modelo Multiplicativo

### 3.2.2 Componentes de una Serie de Tiempo

Los datos de una serie de tiempo se pueden descomponer en componentes individuales para facilitar su estudio los cuales se explican a continuación.

• **Tendencia:** Es el componente de largo plazo que representa el crecimiento o disminución en la serie sobre un periodo amplio. Como se puede ver la tendencia es la propensión al aumento o disminución en los valores de los datos de una serie de tiempo, que permanece a lo largo de un lapso muy extendido de tiempo, es decir que no cambiará en el futuro lejano mientras no hayan cambios significativos o radicales en el entorno en el que se encuentra inmersa y que determina el comportamiento de la serie de tiempo en estudio, cambios que podrían ser originados como por ejemplo, por descubrimientos científicos, avances tecnológicos, cambios culturales, geopolíticos, demográficos, religiosos, etc (Bustamante, 2013)

• **Estacionalidad:** Es un patrón de cambio que se repite a sí mismo año tras año. El patrón de cambio por lo general es un aumento o una disminución cuantitativa en los valores observados de una serie de tiempo específica. Cabe mencionar que, aunque en la mayor parte de los casos el patrón estacional es un fenómeno que se presenta en lapsos de tiempo de duración aproximada a un año; también puede manifestarse éste fenómeno en periodos de tiempo, ya sean menores o mayores a un año (Bustamante, 2013).

### 3.2.3 Modelos autorregresivos (AR)

En algunas ocasiones se pretende predecir el comportamiento de una variable y en un momento  $t$  a partir de los valores que tomó en instantes de tiempo pasados,  $y_{t-1}$ ,  $y_{t-2}$ , . . . Además, puesto que en el comportamiento de una variable también influyen otros aspectos, debería incluirse en la relación un término de error  $Z_t$ . Si consideramos que esta relación es lineal estaremos construyendo un proceso autorregresivo (Bustamante, 2013).

Formalmente, se dice que una serie temporal  $y_t$  es un proceso autorregresivo de orden  $p$ ,  $AR(p)$ , si es una suma ponderada de los  $p$  valores pasados  $y_{t-1}$ , . . . ,  $y_{t-p}$  y un término de error  $Z_t$ . Es decir,

$$y_t = \phi_1 y_{t-1} + \dots + \phi_p y_{t-p} + Z_t,$$

Ecuación 13. Modelo Autorregresivo (AR)

Donde  $Z_t$  es un proceso puramente aleatorio de media cero y varianza  $\sigma^2$ . Usando el operador retardo,  $B$ , se escribe:  $\phi_p(B)y_t = Z_t$ , donde  $\phi_p(B) = 1 -$

$\phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p$  es un polinomio en B de orden p. Se demuestra que el proceso es estacionario si las raíces de  $\phi_p(B)$  se encuentran fuera del círculo unidad.

### 3.2.4 Modelos de medias móviles (MA)

Una alternativa de modelización pasa por tratar de explicar el comportamiento de  $y_t$  no en función de los valores que tomó en el pasado sino a través de los errores cometidos al estimar el valor de la variable en periodos anteriores. Ello da lugar a los modelos de medias móviles.

Formalmente, una serie temporal  $y_t$  se dice que es un proceso de medias móviles de orden q, MA(q), si es una suma ponderada de los últimos q errores. Su fórmula es:

$$y_t = Z_t + \theta_1 Z_{t-1} + \dots + \theta_q Z_{t-q},$$

Ecuación 14. Modelo Medias móviles (MA)

Donde  $Z_t$  es un proceso puramente aleatorio de media cero y varianza constante  $\sigma^2$ . De nuevo, usando el operador retardo obtenemos:  $y_t = \theta_q(B)Z_t$ , con  $\theta_q(B) = 1 + \theta_1 B + \dots + \theta_q B^q$  un polinomio en B de orden q (Bustamante, 2013).

### 3.2.5 Modelos autorregresivos de medias móviles (ARMA)

Evidentemente, los modelos AR se pueden combinar con los modelos MA para formar una familia de modelos de series temporales más general y, por consiguiente, más útil.

Estos nuevos modelos se llaman modelos autorregresivos de medias móviles y en ellos la variable  $y_t$  queda explicada en función de los valores que tomó en periodos anteriores y de los errores cometidos en la estimación. Una expresión general de un modelo ARMA (p, q) sería:

$$y_t = \phi_1 y_{t-1} + \dots + \phi_p y_{t-p} + Z_t + \theta_1 Z_{t-1} + \dots + \theta_q Z_{t-q}$$

Ecuación 15. Modelo Autorregresivos de medias móviles (ARMA)

o, equivalentemente,  $\phi_p(B)y_t = \theta_q(B)Z_t$ , donde  $\phi_p(B)$ ,  $\theta_q(B)$  y  $Z_t$  se definen como antes.

Para que las estimaciones de los parámetros de un modelo ARMA tengan las propiedades estadísticas adecuadas, es necesario que la serie maestra que se utilice para la estimación sea estacionaria (Bustamante, 2013).

### 3.2.6 Modelos autorregresivos integrados de medias móviles (ARIMA)

La familia de modelos ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average), también conocidos como modelos de Box-Jenkins, juegan un papel importante en el campo de las series temporales. Son capaces de recoger la tendencia y la estacionalidad de los datos, pero, a diferencia del método de Holt-Winters y de los modelos estructurales, su filosofía (Lawton, 1988) no se basa en la descomposición de las series en tales factores.

Desafortunadamente, es muy común encontrar series no estacionarias a las que no se les puede ajustar directamente un modelo ARMA. No obstante, existen maneras sencillas de convertir en estacionaria una serie que no lo es.

Si el problema es que la serie presenta heterocedasticidad, es decir, las oscilaciones alrededor de la media no son semejantes en distintos momentos de tiempo, la toma de logaritmos suele ser una solución satisfactoria. En efecto, el tomar logaritmos tiene la importante propiedad de disminuir la variabilidad de la serie manteniendo su patrón de comportamiento. Por supuesto, existen otro tipo de transformaciones que reducen la heterocedasticidad, pero, sin duda, el logaritmo es la más utilizada.

Otra causa de no estacionariedad es que la serie tenga tendencia. En tal caso, conviene diferenciar la serie tantas veces como haga falta hasta conseguir que la media sea constante. En la mayoría de los casos una o dos diferenciaciones suelen ser suficientes.

Una vez que la serie haya sido transformada y/o diferenciada hasta conseguir que sea estacionaria, ya se le puede ajustar un modelo ARMA (p, q). Pues bien, un modelo ARIMA (p, d, q) no es más que un modelo ARMA (p, q) aplicado a una serie que ha sido diferenciada d veces para eliminar la tendencia. Así pues, la expresión anterior se puede generalizar dando lugar a:  $\varphi_p(B)(1 - B)^d y_t = \theta_q(B)Z_t$ ,

donde  $\varphi_p(B)$ ,  $\theta_q(B)$  y  $Z_t$  se definen como antes y d indica el número de veces que la serie ha sido diferenciada para conseguir la estacionariedad.

Si, además, los datos presentan estacionalidad, no sólo habría que modelizar la parte regular (no estacional) sino que habría que tratar también la componente estacional. Debemos tener en cuenta que esta última también puede presentar tendencia y que, por lo tanto, la serie puede precisar una o varias diferenciaciones de orden estacional. Entonces, un modelo con órdenes (p, d, q) en la parte regular y (P, D, Q) en la estacional se denota por ARIMA (p, d, q)(P, D, Q)<sub>s</sub> y se formula del modo siguiente:

$$\varphi_p(B)\Phi_P(B^s)(1 - B)^d(1 - B^s)^D y_t = \theta_q(B)\Theta_Q(B^s)Z_t,$$

Ecuación 16. Modelo Autorregresivos de medias móviles (ARIMA)

donde  $\Phi_P(Bs)$  y  $\Theta_Q(Bs)$  son polinomios en  $Bs$  de orden  $P$  y  $Q$ , respectivamente y  $s$  es el orden de la estacionalidad. En el caso de datos mensuales sería  $s = 12$ . En los modelos ARIMA se puede incluir también un término constante  $c$  y quedaría:

$$\phi_p(B)\Phi_P(B^s)(1-B)^d(1-B^s)^D y_t = c + \theta_q(B)\Theta_Q(B^s)Z_t$$

Ecuación 17. Modelo Autorregresivos de medias móviles (ARIMA) con constante

y por último, los denominados modelos ARIMAX  $(p,d,q)$  permiten incorporar variables exógenas, a la influencia histórica de la serie (Lawton, 1988).

## Capítulo 4. Marco Metodológico

La serie analizada fue tomada de la página web del Sistema de Seguimiento a Proyectos de Inversión (<https://spi.dnp.gov.co/>) y de la página de la Superintendencia Nacional de Salud (<https://www.supersalud.gov.co/es-co>), la información se presenta anualmente y contiene los datos referidos a la ejecución presupuestal de los proyectos de inversión asignados a la SNS así mismo, el presupuesto asignado para cada vigencia. La serie contiene 80 datos anuales que corresponden al periodo comprendido entre el año 2000 al 2015

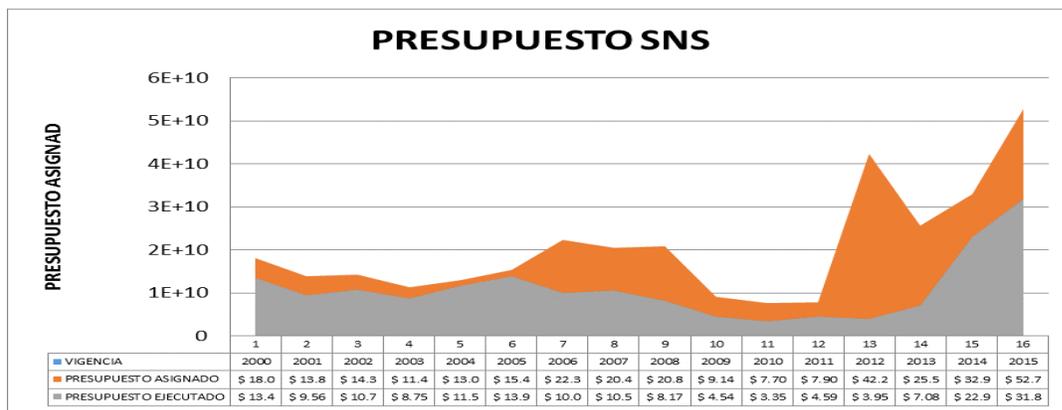
Para el análisis de los proyectos de inversión que son asignados a la Superintendencia Nacional de Salud y los cuales hacen parte fundamental del cumplimiento de la misión, se encuentran factores que influyen en el comportamiento de la ejecución presupuestal, en la tabla 1 podemos observar la baja ejecución de los proyectos de inversión de los años 2008 con un porcentaje de ejecución tan solo del 39%, en el año 2012 con un porcentaje de ejecución 9%, en el año 2013 con un porcentaje de ejecución 28% y en el año 2015 con un porcentaje de ejecución 60%, lo anterior con el objeto de evidenciar que el presupuesto asignado no ha sido ejecutado en su totalidad.

Tabla 1 Ejecución proyectos de inversión 2000-2015

CIA	VIGEN	PRESUPUESTO ASIGNADO	INCREMENTO ASIGNADO %	PRESUPUESTO EJECUTADO	%
	2000	\$ 18.076.456.000		\$ 13.474.987.630	75
	2001	\$ 13.898.703.576	-23%	\$ 9.567.435.000	69
	2002	\$ 14.344.461.844	3%	\$ 10.786.000.000	75
	2003	\$ 11.402.709.829	-21%	\$ 8.756.153.463	77
	2004	\$ 13.000.000.000	14%	\$ 11.598.000.500	89
	2005	\$ 15.400.000.000	18%	\$ 13.967.469.000	91
	2006	\$ 22.321.537.575	45%	\$ 10.066.226.945	45
	2007	\$ 20.428.000.000	-8%	\$ 10.500.347.800	51
	2008	\$ 20.817.853.868	2%	\$ 8.173.129.792	39
	2009	\$ 9.149.145.064	-56%	\$ 4.545.019.505	50
	2010	\$ 7.704.143.000	-16%	\$ 3.352.760.213	44
	2011	\$ 7.909.733.000	3%	\$ 4.592.987.974	58
	2012	\$ 42.295.470.000	435%	\$ 3.958.533.730	9

2013	\$ 25.544.870.546	-40%	\$ 7.081.236.706	%	28
2014	\$ 32.941.000.000	29%	\$ 22.988.451.468	%	70
2015	\$ 52.716.910.829	60%	\$ 31.867.493.713	%	60

Fuente: página web SNS-construcción propia.



Fuente: página web SNS-construcción propia.

Figura 1 Escenario de Ejecución proyectos de inversión 2000-2015

Con el fin de cumplir en su totalidad el objetivo general del presente trabajo, se analizan los datos históricos de la ejecución presupuestal buscando con ello, establecer su posible comportamiento futuro. Las variables exógenas incluidas en el modelo, tienen que ver con algunos aspectos relacionados con la asignación del presupuesto de inversión y que pueden llegar a ser determinantes en el presupuesto ejecutado de los mismos; estas variables son: Vigencia, Proyecto, Valor solicitado, Valor inicial, Presupuesto asignado, Presupuesto comprometido, Presupuesto ejecutado.

Estos datos relacionados con el comportamiento de los saldos de la ejecución financiera de los proyectos de inversión de la Superintendencia Nacional de Salud, fueron tomados de la División Estadística del SPI y los informes de gestión emitidos por la superintendencia, Datos que se encuentran públicos en las páginas relacionadas.

De acuerdo a los Capítulos 1, 2 y 3, los pasos se tendrán en cuenta para el análisis y proyección son los siguientes.

- **Procesamiento Previo:** Se realizó depuración de la base de datos comprendida entre los años 2000 al 2015, para así lograr buenos resultados de la misma

- **Limpeza de los datos:** Este proceso consistió en eliminar todas las observaciones que no servirán para el análisis de la variable objeto de estudio – presupuesto ejecutado comprendida entre los años 2000 al 2015.

- **Gráficos de Comportamiento en el Tiempo:** Representación gráfica del comportamiento de los saldos de la ejecución de los proyectos de inversión en el

tiempo, para poder visualizar los datos del problema al cual se enfrentó, mediante software estadísticos como R (<https://cran.r-project.org/>) y Stata.

• **Tratamiento descriptivo de los Datos:** Se realiza análisis descriptivo del modelo

• **Aplicación y Análisis completo de los datos obtenidos:** Luego de haber efectuado un estudio preliminar de los datos, se realizará un análisis y proyecciones a través de modelos de series de tiempo:

▪ El método de Holt Winters: se realizó un análisis aditivo y multiplicativo para escoger el mejor modelo mediante el SSE.

▪ Modelos Arima y modelo Arimax: En la construcción del modelo, se agotaron cuatro etapas (Bustamante, 2013):

(a) Identificación de los parámetros (p,d,q), etapa en la cual se generaron y analizaron las gráficas de la serie, la función de auto-correlación (ACF), la función de auto-correlación parcial (PACF) y diagrama de caja; con el fin de observar el comportamiento de los datos, en esta etapa se pueden advertir principalmente: tendencias, ciclos, correlaciones entre los rezagos y datos atípicos.

Consecuentemente, se aplica la prueba de Dickey-Fuller a la serie analizada con el fin verificar estacionariedad (con 1 rezago), lo que permitirá a su vez, validar si la serie analizada es o no estacionaria con el fin de identificar y evaluar el modelo que puede ser utilizado.

(b) Estimación, luego de establecer los valores apropiados de p, d y q, se estimaron los parámetros de los términos autorregresivos y de promedios móviles incluidos en el modelo, aplicando rutinas en el software estadístico, para concluir con el modelo propuesto.

(c) Diagnóstico, en esta etapa se efectúan las pruebas a los supuestos del modelo, especialmente los que tienen que ver con sus residuos; se evalúa el ajuste del modelo seleccionado a los datos de la serie, a través de un proceso iterativo.

(d) Pronóstico, una vez obtenido el modelo que mejor ajusta la serie de análisis, se procede con el pronóstico del Comportamiento de los saldos de la ejecución financiera de los proyectos de inversión de la Superintendencia Nacional de Salud, para los 4 años siguientes (2016, 2017, 2018 y 2019)

Esto con el propósito de realizar un análisis de resultados, revisar cual es el mejor modelo que se ajusta a la variable de estudio, realizar el pronóstico de la ejecución de los proyectos de inversión, revisar los resultados y comportamiento de los pronósticos y por ultimo analizar las variables más influyentes.

## Capítulo 5. Análisis y Resultados

### 3.1 Análisis descriptivo de la Información

Tabla 2 Análisis descriptivo de la Información

<b>Media</b>	<b>2535,87398</b>
<b>Error típico</b>	231,184475
<b>Mediana</b>	1672,5595
<b>Moda</b>	5777,074
<b>Desviación estándar</b>	2067,77681
<b>Varianza de la muestra</b>	4275700,92
<b>Curtosis</b>	0,17017386
<b>Coefficiente de asimetría</b>	1,07049949
<b>Rango</b>	8171,595
<b>Mínimo</b>	95,088
<b>Máximo</b>	8266,683
<b>Suma</b>	202869,918
<b>Cuenta</b>	80

Observando la tabla 2 se observa, por ejemplo, que el presupuesto ejecutado medio es 2535,8 (media), que la mitad de la ejecución está por debajo de 1672,5 (mediana), que entre el presupuesto ejecutado más alto y el más bajo existe una diferencia de 8171,5 (rango), el valor mínimo del presupuesto ejecutado se encuentra en 95,08 dado que el valor máximo se encuentra en 8266,6 (mínimo, máximo)

### 3.2 Análisis Modelo Holt Winters

#### • Estimación del modelo Aditivo o multiplicativo

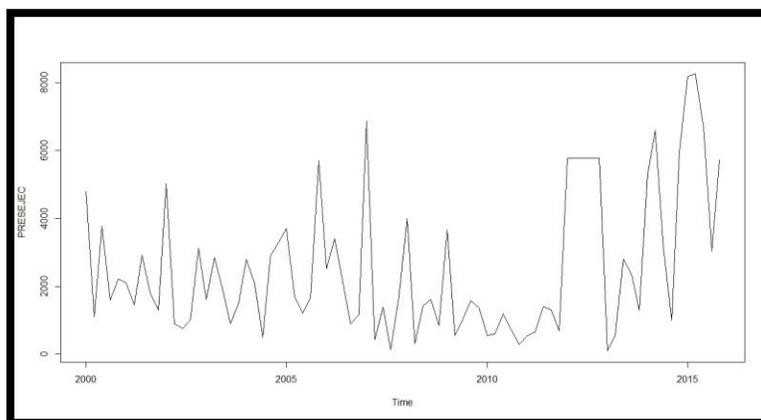


Figura 2 Escenario de Ejecución proyectos de inversión Holt Winters

Se observa que la serie es estacionaria, por lo que se procederá a realizar las respectivas pruebas con el modelo aditivo y multiplicativo y ver cual se ajusta mejor.

Tabla 3 Análisis modelo Aditivo HW

<b><u>SMOOTHING PARAMETERS:</u></b>	
<b>ALPHA</b>	0.202
<b>BETA</b>	0.053
<b>GAMMA</b>	0.123
<b>SSE</b>	282951

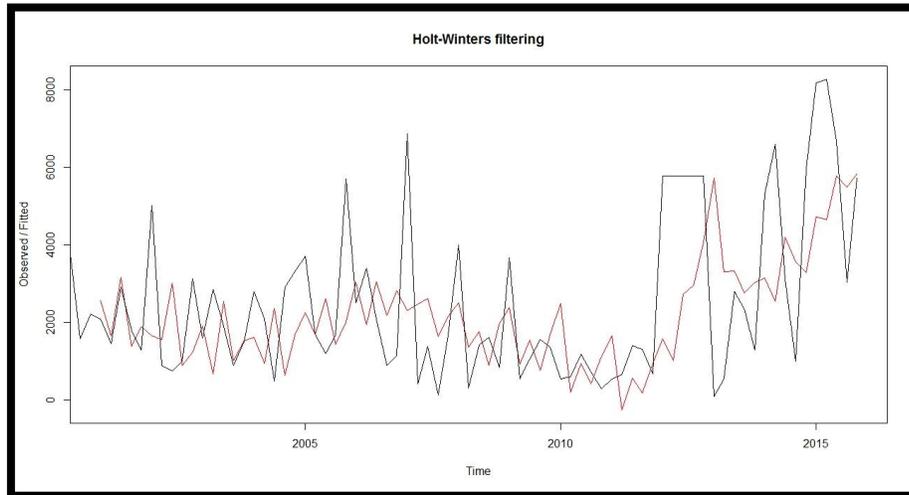


Figura 3 Modelo Aditivo HW

Tabla 4 Análisis modelo Multiplicativo HW

<b><u>SMOOTHING PARAMETERS:</u></b>	
<b>ALPHA</b>	0.098
<b>BETA</b>	0.097
<b>GAMMA</b>	0.072
<b>SSE</b>	281087

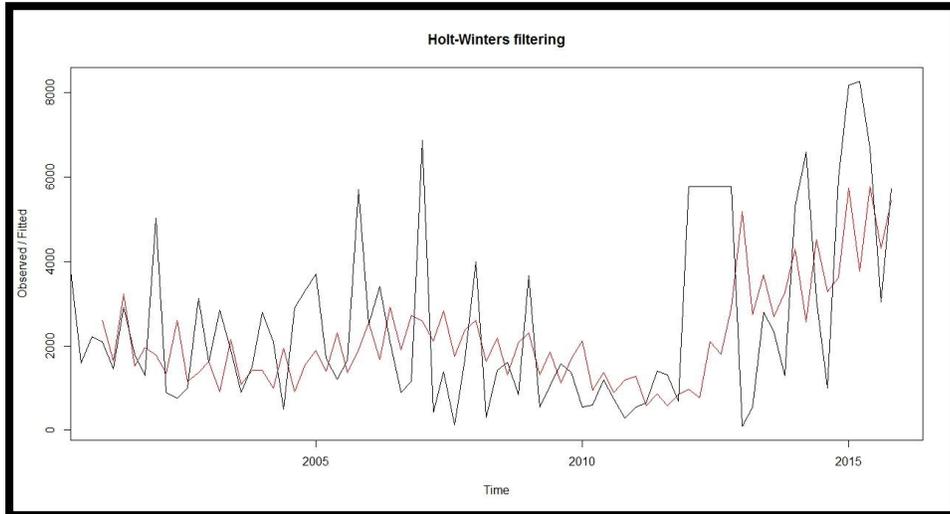


Figura 4 Modelo Multiplicativo HW

El resultado de la prueba realizada arroja un SSE de 282951 y 281087, por lo que se deduce que el mejor modelo con el menor SSE es el modelo multiplicativo

Existe una buena **distribución** en la manera en cómo se encuentran asignados los recursos para la **ejecución financiera** de los proyectos de **inversión** de la Superintendencia Nacional de Salud

• **Análisis de residuales**

Tabla 5 Análisis de Residuales HW

Residuals	
X-squared	15.618
df	20
p-value	0.74

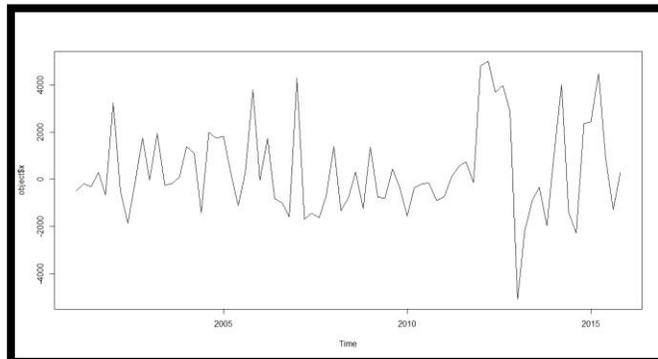


Figura 5 Análisis Residuales Modelo Multiplicativo HW

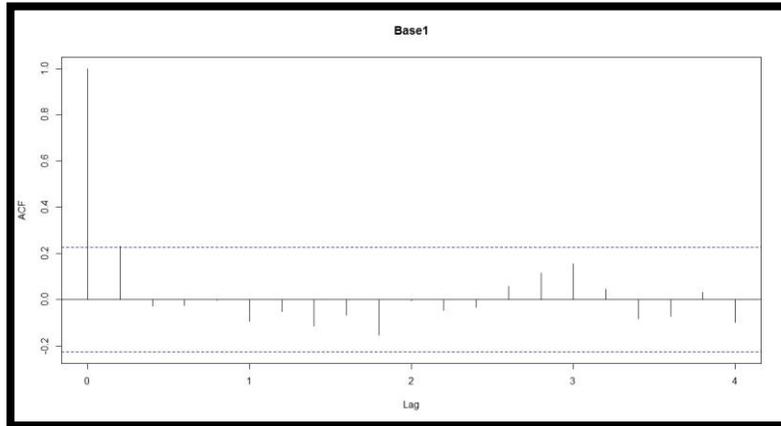


Figura 6 Análisis de autocorrelación acf

Ho: Los datos no están correlacionados

Ha: Los datos están correlacionados

P- valor = 0.74

Una vez realizada la prueba de Ljung –Box, el p –valor es 0.74, el cual es mayor que el nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ , por tanto, no se rechaza la hipótesis nula indicando que los residuales no están correlacionados es decir se acepta la hipótesis nula.

- **Predicción de del 2016 al 2019**

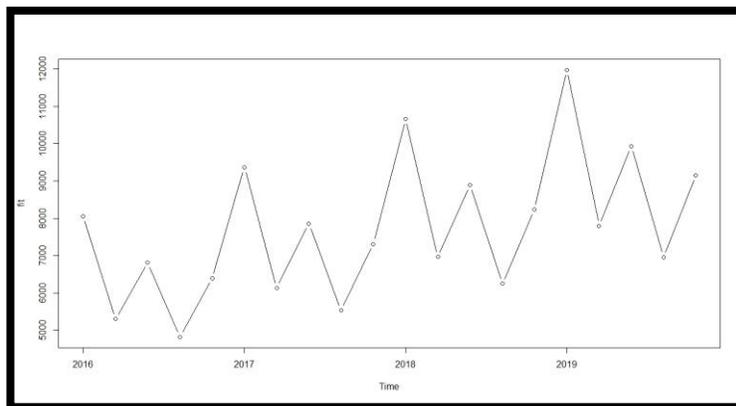


Figura 7 pronóstico de los próximos 4 años 2015-.2019

Tabla 6 Pronostico 2015 – 2016

**Pronostico 2016-2019**

Serie original	Serie pronosticada
5.777	8.060
5.777	5.305
5.777	6.823
5.777	4.826
5.777	6.397

95	9.364
548	6.136
2.798	7.860
2.349	5.538
1.292	7.314
5.309	10.668
6.597	6.967
3.106	8.897
1.007	6.250
5.968	8.230
8.179	11.972
8.267	7.799
6.673	9.933
3.030	6.962
5.718	9.147

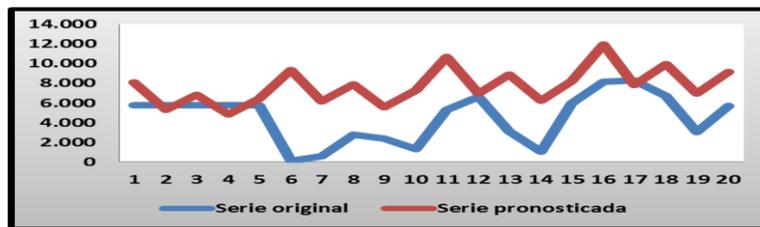


Figura 8 Comparación serie original y pronóstico 2015-.2019

En la gráfica se puede observar que los 20 datos corresponden a los últimos 4 años, se evidencia que la serie pronosticada ajusta la ejecución presupuestal de los proyectos, teniendo en cuenta que presenta una mejor tendencia y los datos se encuentran menos dispersos que la serie original.

### 3.3 Análisis Modelos ARMA

Se realiza el análisis del modelo ARMA (1,1) dado que los gráficos de correlación muestran claramente un modelo AR1, debido a que tiene un ACF infinito y una PACF que se anula en el segundo retardo, no es necesario dar ningún grado de diferenciación para convertir la serie ya que esta es estacionaria, el componente MA1 debido a que el ACF se anula a partir del segundo retardo.

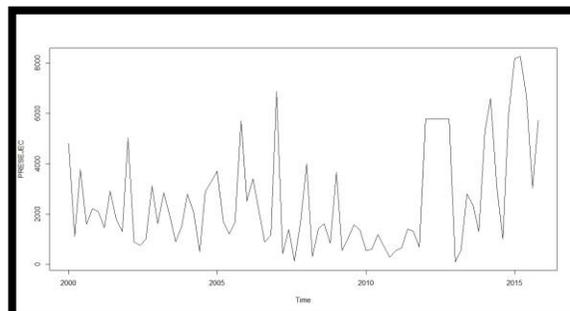


Figura 9 Análisis

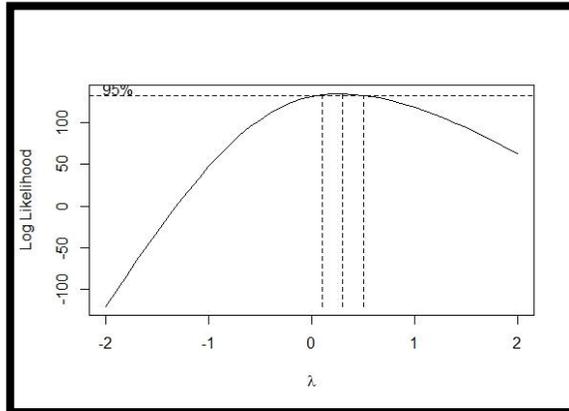


Figura 10 Transformación Boxcox

La figura 9 muestra una tendencia temporal definida para la serie, en el periodo 2000 a 2015; del Comportamiento de los saldos de la ejecución financiera de los proyectos de inversión de la Superintendencia Nacional de Salud, por lo que se realiza una transformación Box Cox como lo muestra la figura 10 y este arroja un lambda significativo de 0.3

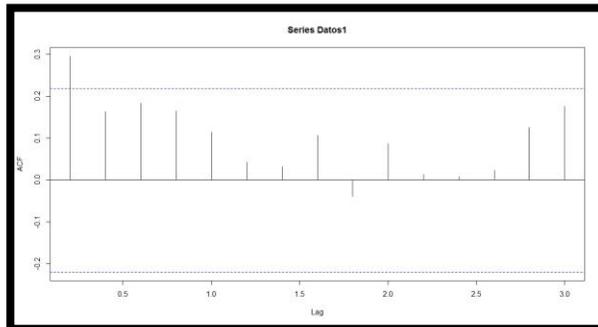


Figura 11 Autorrelación acf

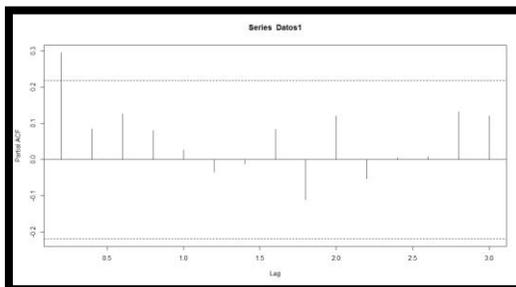
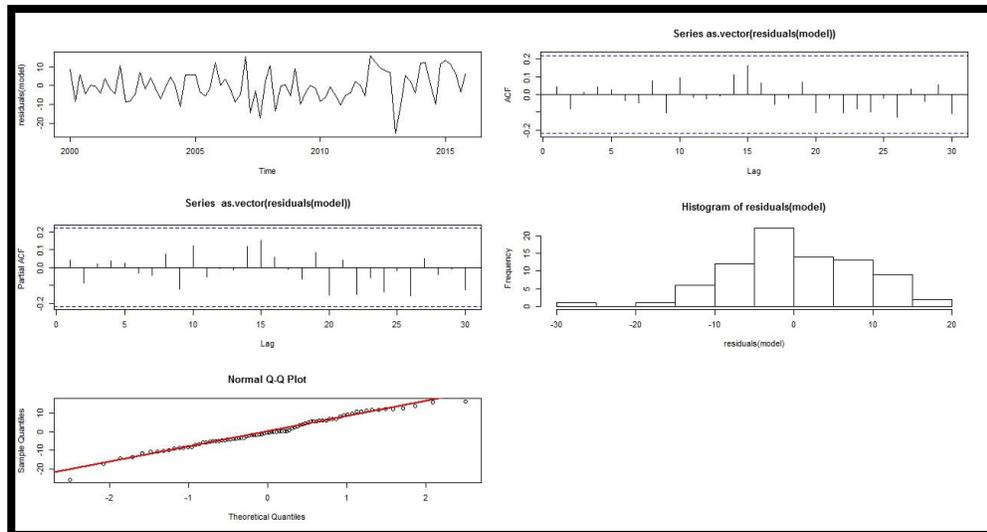


Figura 12 Autorrelación acf parcial

La estructura de correlación y correlación parcial presentadas en la figura 11 y 12 muestran una caída suave a medida que avanzan los rezagos.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos y realizados en cada orden de integración, se puede deducir que el AIC obtenido es de 567,14 y el modelo ARMA (1,0,1) dado que es estacionaria la serie

Figura 13 Modelo ajustado



La

figura 13 muestra el Comportamiento grafico residuos, la Correlación de residuos, la Correlación parcial residuos, el Histograma de distribución residuos, y el QQ plot residuos, donde podemos ver que se mueven dentro de una franja constante, evidenciamos así la estacionaridad de la serie, para confirmar lo dicho haremos la prueba de estacionaridad de DickeyFuller:

Las hipótesis para la prueba serán:

Ho: Los datos no son estacionarios

Ha: Los datos son estacionarios

Resultado de la prueba:

P valor = 0,06

Dado este resultado se confirma lo mencionado, se acepta la hipótesis alterna ya que el valor está en el límite de aceptación, los datos son estacionarios.

En las figuras 13 de correlación ACF Y PACF se evidencia la incorrelación de los datos, dado que están dentro de los límites establecidos, el histograma muestra un comportamiento que obedece a una distribución normal, y el qqplot muestra que los datos pueden tener comportamiento normal, sin embargo, no es lo suficientemente claro, para esto mediante la prueba shapiroWilk, realizaremos la prueba de normalidad a los residuos de la serie y confirmaremos o no lo planteado. Las hipótesis para la prueba serán:

Ho: Los datos provienen de una población con distribución normal

Ha: los datos no provienen de una población con distribución normal

Resultado de la prueba:

P valor = 0.3747

Como se observa, el p valor de la prueba al ser mayor a 0.05 cae en la zona de aceptacion, por lo cual podemos decir que los datos provienen de una poblacion con distribucion normal.

Dados los resultados anteriores podemos hacer la prediccion de los datos, primero eliminaremos 20 datos a la serie, que corresponderia en tiempo a 4 años, y posteriormente realizaremos el pronostico (datos ajustados) correspondiente a esos 4 años con el modelo seleccionado (1,1), (tabla 7).

Tabla 7 pronostico proyectos de inversion 2016-2019 ARMA (1,1)

<b>Pronostico 2016-2019</b>	
<b>Serie original</b>	<b>Serie pronosticada</b>
5.777	8.096
5.777	5.340
5.777	6.857
5.777	4.859
5.777	6.430
95	9.396
548	6.168
2.798	7.892
2.349	5.569
1.292	7.345
5.309	10.699
6.597	6.998
3.106	8.928
1.007	6.281
5.968	8.260
8.179	12.002
8.267	7.829
6.673	9.963
3.030	6.992
5.718	9.177

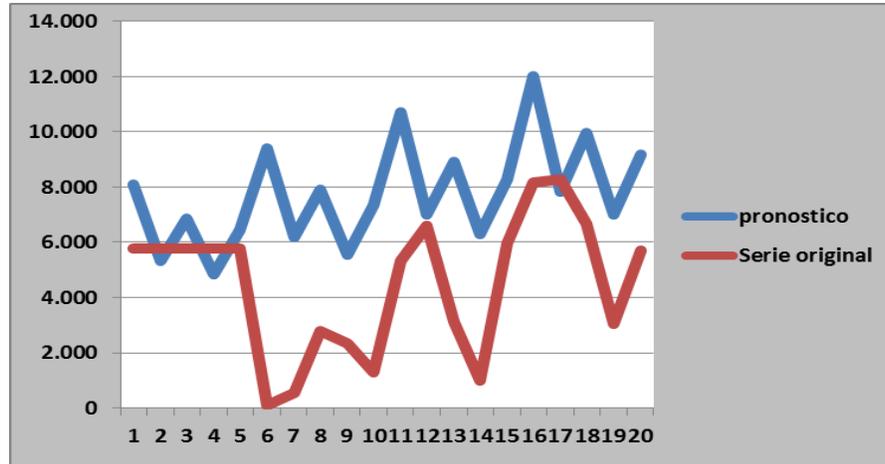


Figura 14 pronostico serie original y ajustada ARMA (1,1)

En la gráfica se puede observar que la serie pronosticada se ajusta mejor a la ejecución presupuestal de los proyectos, teniendo en cuenta que presenta una mejor tendencia y los datos se encuentran menos dispersos que la serie original.

### 3.4 Elección del mejor modelo

Dados los análisis realizados a nuestra serie, procedemos a definir cuál es nuestro mejor modelo. Para ello nos basamos en el indicador RMSE ó error de la raíz cuadrada de la media, y por obvias razones el modelo con el resultado más bajo será el más adecuado.

Tabla 8. Resultados raíz cuadrada de la media

<u>Serie original</u> <u>X1</u>	<u>S. Pronostico</u> <u>HWM</u>	<u>X-Y</u>	<u>^2</u>	<u>S. Pronostico</u> <u>ARMA</u>	<u>X-Y</u>	<u>^2</u>
	<u>Y</u>			<u>X</u>		
5.777	8.060	-2.283	5211751	8096	2.319	5375887
5.777	5.305	472	222854	5340	437	191217
5.777	6.823	-1.046	1093961	6857	1.080	1166348
5.777	4.826	951	904542	4859	918	842107
5.777	6.397	-620	384308	6430	-653	426143
95	9.364	-9.269	85912730	9396	9.301	86514777
548	6.136	-5.588	31227979	6168	5.620	31586985
2.798	7.860	-5.062	25621414	7892	5.093	25943233
2.349	5.538	-3.189	10172827	5569	3.221	10374177
1.292	7.314	-6.022	36269338	7345	6.054	36645746
5.309	10.668	-5.359	28714830	10699	5.390	29047702
6.597	6.967	-370	136623	6998	-400	160333
3.106	8.897	-	33529913	8928	-	33885811

		5.791			5.821	
1.007	6.250	- 5.243	27491692	6281	- 5.274	27812671
5.968	8.230	- 2.262	5114599	8260	- 2.292	5253117
8.179	11.972	- 3.793	14385704	12002	- 3.823	14616621
8.267	7.799	468	218727	7829	437	191348
6.673	9.933	- 3.260	10627007	9963	- 3.290	10824686
3.030	6.962	- 3.932	15457408	6992	- 3.962	15695233
5.718	9.147	- 3.429	11756937	9177	- 3.459	11964121
<b>SUMATORIA</b>			34445514 4	<b>SUMATORIA</b>		
<b>PROMEDIO</b>			17222757	<b>PROMEDIO</b>		
<b>RAIZ CUADRADA</b>			<b><u>4150,03</u></b>	<b>RAIZ CUADRADA</b>		
				<b><u>4174,44</u></b>		

Con base en los resultados y basado en el indicador RMSE ó error de la raíz cuadrada de la media, se puede concluir que el mejor modelo de predicción para la ejecución de los proyectos de inversión de la Superintendencia Nacional de Salud para los años 2016-2019 es el modelo Holt Winters con un RMSE de 4150,03.

### 3.5 Análisis Modelos ARMAX

Con el propósito de identificar dentro de las variables exógenas (independientes) cual es la que mayor impacto tiene sobre la variable (endógena) de estudio ejecución de los proyectos de inversión se procede a nombrar cada una de ellas: exógenas: vigencia, valor solicitado, valor inicial, presupuesto asignado, presupuesto comprometido y la variable endógena presupuesto ejecutado.

Dada la Explicación Realizada en el Modelo ARMA y en la cual se identificó el mejor modelo AR(1) y MA(2), en la figura 15 podemos identificar los rezagos que mayor importancia tienen:

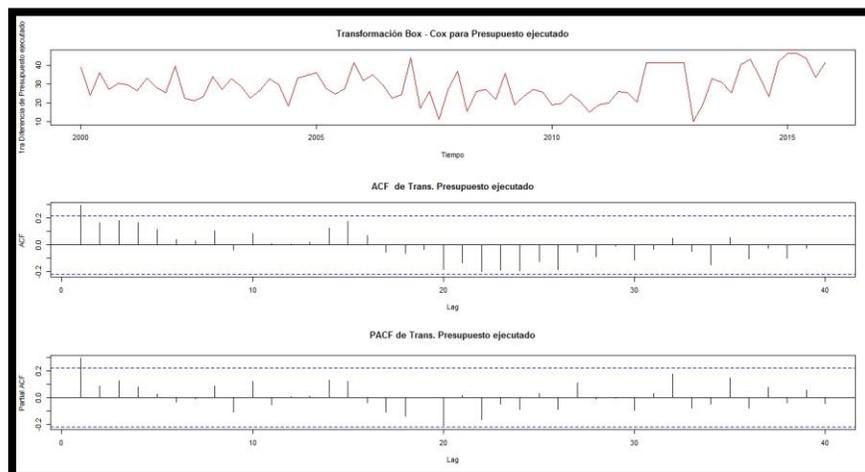


Figura 15 ACF y PACF Variable de estudio (presupuesto ejecutado)

Al correr el modelo integrando las variables exógenas a la variable de estudio se encuentra que la más significativas son presupuesto comprometido (COMP) y presupuesto asignado (PRESASIG), esto debido a que en términos absolutos supera el 3. Como lo muestra la siguiente tabla:

Tabla 9. Resultados raíz cuadrada de la media

Ar 1	Ma 1	intercept	V.SOL	V.INIC	PRESASIG	COMP
<b>0.2908</b>	-0.3682	220185	-0,0009	-0,0005	0,0247	0,0029
<b>0.6334</b>	0.6266	13465	0,0011	0,0011	0,0355	0,0004
			<u>0,81</u>	<u>0,45</u>	<u>6,95</u>	<u>7,25</u>

Al identificar las variables significativas (Presupuesto comprometido y presupuesto asignado) para la variable de estudio se realizan las pruebas estadísticas y así confirmar lo mencionado anteriormente.

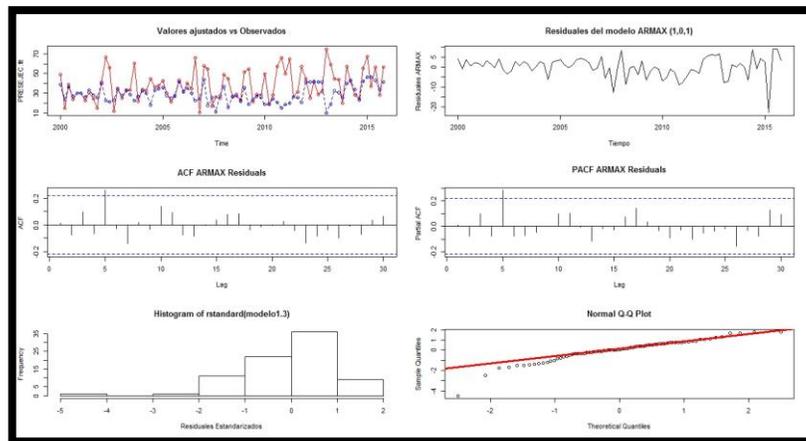


Figura 16 Prueba de Estadísticos

La tabla 16 representa las pruebas de residuales realizadas esto se analizará teniendo en cuenta las pruebas de Shapiro Wilk y las de Box-Ljung

Tabla 10 Análisis pruebas residuales ARMAX

Box-Ljung	p-value	0.9622
Shapiro-Wilk	p-value	0.3747

En la prueba de Shapiro Wilk, al ser mayor el p-valor a 0.05 este cae en la zona de aceptación, por lo que podemos decir que los datos tienen una distribución normal.

Una vez realizada la prueba de Ljung –Box, el p –valor es 0.96 el cual es mayor que el nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ , por tanto, no se rechaza la hipótesis nula indicando que los residuales no están correlacionados es decir se acepta la hipótesis nula

## **Capítulo 6. Conclusiones y Recomendaciones**

Realizado el análisis el modelo que mejor predice los saldos de ejecución financiera de los proyectos de inversión de la SNS para los años 2016 a 2019 es el Holt Winters

Con respecto a los valores que se observan en la predicción del Modelo Holt Winters se estima que para los años 2016 a 2019 se presenta una tendencia alta en la ejecución de proyectos de inversión asignados a la SNS.

Realizado en modelo Armax para revisar las variables más Significativas, la variable presupuesto comprometido (COMP) y presupuesto asignado son las variables que más contribuye en la explicación del comportamiento de los saldos de la ejecución financiera de los proyectos de inversión de la SNS

Las variables que no le aportan o no contribuyen con el comportamiento de los saldos de la ejecución financiera de los proyectos de inversión de la SNS son: valor solicitado y valor inicial

Se recomienda que la SNS en la ejecución de los proyectos de inversión, tenga en cuenta el modelo Multiplicativo de Holt Winters, para su proyección en los próximos años 2016 a 2019.

## Capítulo 7. Lista de Referencias

1. Barrera, V. Á.-P. (2015). *Propuesta Metodológica: Formulación*. Departamento de Política y Cultura.
2. Bustamante, A. M. (Julio de 2013). *Series de tiempo: Una aplicación a registros hidrométricos en una cuenca del Estado de Oaxaca*. Obtenido de [jupiter.utm.mx: http://jupiter.utm.mx/~tesis\\_dig/11917.pdf](http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/11917.pdf)
3. Canavos, G. (1998). *Probabilidad Estadística. Aplicaciones y Metodos*. México: Primera Edición. McGraw-Hill.
4. Departamento Nacional de Desarrollo. (agosto de 2013). Manual de Soporte Conceptual. *Metodología General para la Formulación y Evaluación de Proyectos*. BOGOTÁ: Dirección de Inversiones y Finanzas Públicas.
5. Departamento Nacional de Planeación, -DNP-. (31 de 12 de 2000). <https://www.dnp.gov.co/paginas/Inicio.aspx>. Obtenido de <https://spi.dnp.gov.co/>
6. DNP, D. (31 de 12 de 2015). *DNP*. Obtenido de <https://www.dnp.gov.co/paginas/Inicio.aspx>
7. Lawton. (1988). holt-Winters forecasting: Some practical issues. En C. a. Chatfi eld.
8. Pronosticos, m. d.-M. (15 de Marzo de 2016). *Modelos de Pronósticos*. Obtenido de <http://modelosdepronosticos.info/>
9. Reyes Aguiliar, P. (2007). *Metodología de análisis con series de tiempo*.
10. Supersalud-, I. d. (31 de 12 de 2015). *pagina Supersalud*. Obtenido de <https://www.supersalud.gov.co/es-co/superintendencia/informes-de-gestion>