



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**ESCUELA SUPERIOR DE FÍSICA Y MATEMÁTICAS**

**ESFM**

**“Análisis de la inflación en México con  
series de tiempo utilizando como indicador el  
Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC)”**

***Presenta:***

***GABRIEL RODRÍGUEZ BÁEZ***

***SEMINARIO DE TITULACIÓN:***

***“APLICACIÓN DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO AL PROCESAMIENTO DE  
INFORMACIÓN ESPACIAL, AL DISEÑO DE ENCUESTAS Y AL CONTROL DE  
CALIDAD”***

**México, D. F. 2006.**

### **INPC**

Se pretende realizar un análisis de la inflación en México de Enero de 1982 a Diciembre de 2005, con el fin de determinar si está observa algún comportamiento y de ser posible realizar predicciones ya sea a corto plazo, a mediano o largo plazo, para esto analizaremos el “Índice Nacional de Precios al Consumidor”

El Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC) es un indicador económico de gran importancia, cuya finalidad es la de medir a través del tiempo la variación de los precios de una canasta de bienes y servicios representativa del consumo de los hogares.

El INPC es el instrumento estadístico por medio del cual se mide el fenómeno económico que se conoce como inflación.

Así, el INPC es a la inflación lo mismo que el termómetro es a la temperatura, el barómetro a la presión atmosférica o el velocímetro a la velocidad.

Se entiende por inflación, el crecimiento continuo y generalizado de los precios de los bienes y servicios que se expenden en una economía.

### **Series de Tiempo**

Una de las características que define la actual investigación aplicada, en las ciencias sociales, es el creciente uso de modelos de investigación basados en datos cronológicos. Más aún, es posible afirmar que la incorporación del tiempo en la estructura del diseño constituye uno de los avances más importantes. Gracias a la dimensión temporal es posible estudiar los procesos de cambio, evaluar impactos, y corregir los posibles sesgos de los grupos causados por factores de selección.

Según Rossi y Freeman (1993), los procedimientos de estudio alternativos a un enfoque transversal en el tratamiento de los problemas aplicados, como por ejemplo evaluación de programas, poseen un carácter esencialmente longitudinal. De entre los modelos de

estudio longitudinales se destacan las estructuras conocidas por series temporales interrumpidas o series de tiempo. Esas estructuras suelen estar formadas por fases o períodos, más o menos amplios, donde se toman registros u observaciones antes y después de la presencia de algún hecho o intervención deliberada. Por otra parte, los distintos diseños de carácter temporal suelen variar en función de la cantidad de unidades o grupos, cantidad de variables de registro y cantidad de puntos de intervención. Sin embargo, a pesar de la diversidad entre los distintos modelos, siempre se pretende alcanzar un mismo objetivo: evaluar el efecto de una intervención comparando los períodos o fases de ausencia y presencia de intervención. Este objetivo común es compartido por el conjunto de estrategias basadas en los diseños de series de tiempo.

Si bien, como se ha destacado previamente, el enfoque longitudinal tiene en el diseño de series tiempo una de sus más fieles expresiones, existen otras versiones que son especialmente apropiadas en el estudio de determinadas cuestiones tanto sociales como psicológicas. Así, a título de ejemplo, pueden mencionarse los diseños longitudinales de medidas repetidas (como, por ejemplo, el análisis de curvas de crecimiento o análisis de perfiles para el estudio de procesos evolutivos; Bock, 1979), los diseños de cohortes, diseños en panel, etc. (Arnau, 1995). Como es obvio, cada uno de estos modelos no sólo parte de presupuestos distintos sino que obedece a cuestiones de investigación diferentes. Así, los diseños de las series de tiempo, desarrollados dentro del ámbito general del enfoque cuasi experimental, permiten estudiar el impacto o efecto de una variable de tratamiento o intervención sobre la variable dependiente de registro de un sujeto o de un grupo de sujetos. Cabe destacar que, a diferencia de las estructuras experimentales, el diseño de series temporales interrumpidas adolece de una escasa potencia inferencial o validez interna dado que, como ha señalado Campbell (1969), se halla constantemente amenazado por factores relevantes tales como historia, maduración, instrumentación, etc.

Un segundo aspecto, de especial importancia en investigación longitudinal, es el relativo a la elección y aplicación de métodos adecuados para el tratamiento de datos, a fin de conseguir respuestas significativas a los problemas estudiados. Pocas áreas de investigación psicológica cuentan con instrumentos de trabajo tan eficaces para el estudio de procesos de índole temporal. Sin embargo, como señalan Bergman et al. (1991), el uso correcto de un método de análisis depende de un conjunto de asunciones específicas

o condiciones, -que deben cumplirse. Tales asunciones pertenecen a los fenómenos bajo estudio, a los conceptos teóricos utilizados y a las propiedades de los datos. En la medida que tales presupuestos no se cumplan, los resultados empíricos aportarán soluciones erróneas a las cuestiones planteadas. Por dicha razón, consideramos acertada la propuesta de Menard (1991), cuando afirma que el uso tanto de métodos como de datos longitudinales no sólo se ha puesto de moda en la actualidad, sino que parece ser la solución para establecer el orden temporal, la medida del cambio, y para realizar interpretaciones causales válidas.

Atendiendo a los posibles análisis aplicables, ha de enfatizarse que esa clase de diseños parten de un supuesto que entra en total contradicción con una de las principales asunciones de la estadística convencional. Nos referimos al fenómeno de dependencia serial, tan característico en ese tipo de datos. La dependencia serial o autocorrelación suele manifestarse en aquellas situaciones donde los datos o registros son generados por un mismo sistema (sea individuo o proceso social). Por esa razón, constituye uno de los aspectos específicos de las series temporales y se define en términos de relaciones entre los distintos datos y entre sus residuales. Para ello, el investigador debe recurrir a nuevos procedimientos de análisis que permitan modelar las distintas expresiones de la dependencia serial y, de esa manera, corregirlas.

De entre los modelos estadísticos que más se han popularizado, en estos últimos tiempos, en el manejo de la dependencia serial cabe destacar los modelos Autorregresivos Integrados de Medias Móviles (ARIMA). El uso y aplicación de los modelos ARIMA supone tres fases importantes: identificación mediante las funciones de autocorrelación (autocorrelogramas), estimación de los parámetros del modelo y verificación. Estas tres fases o momentos son secuenciadas y requieren, por parte del analista, un intercambio constante cuando, a tal efecto, utiliza los distintos programas informáticos. No siempre los datos de los experimentos o estudios se ajustarán a los requerimientos de estos modelos, particularmente cuando se obtiene del ámbito conductual aplicado. Esto se debe a que, por lo general, los investigadores suelen disponer de una escasa cantidad de datos por período, lo cual imposibilita el correcto uso del análisis de series de tiempo. Ante esta eventualidad, es aconsejable la utilización de técnicas basadas en la regresión generalizada que a nuestro entender constituye la mejor alternativa a los modelos ARIMA (Algina y Swaminathan, 1979).

Desde el punto de vista histórico, los diseños de datos cronológicos fueron sistematizados inicialmente por Campbell y Stanley (1963, 1966), en términos de estructuras conocidas por series temporales interrumpidas. Posteriormente, Glass et al. (1975), inspirados en los desarrollos estadísticos de Box y Jenkins (1970), adoptaron las técnicas de análisis de series temporales o modelos ARIMA. Gracias a esas nuevas técnicas de análisis, los diseños de series temporales han adquirido el rigor y la potencia inferencial propia de los diseños tradicionales. En cuanto al diseño, cabe enfatizar de acuerdo con Fisher (1935) su doble vertiente -estructura y análisis estadístico-, como dos caras de una misma moneda. Es decir, no puede pensarse en ningún formato de diseño sin tener en cuenta un modelo de análisis.

Se debe a Box y Tiao (1965) y Box y Jenkins (1970) el desarrollo y sistematización de la técnicas de análisis de series temporales, estableciendo una clara distinción entre los procesos estacionarios y no estacionarios. La estacionariedad de la serie es un presupuesto fundamental para su análisis y posterior modelación. De ahí la necesidad de detectar la presencia de cualquier tipo de cambio sistemático en los datos a fin de eliminarlos y convertir la secuencia de puntos de datos en una serie estacionaria. Junto a la estacionariedad se describen otros procesos inherentes a cualquier estructura temporal, como los autorregresivos y de medias móviles. Ahora bien, la identificación de esta clase de estructura sería del todo imposible a no ser que dispusiéramos de técnicas diagnósticas como las funciones de autocorrelación simple y parcial. Ahora bien, cuando Campbell propuso el concepto de serie de tiempo y lo situó dentro del marco de la investigación cuasi experimental, el interés de los investigadores se orientó más específicamente hacia la evaluación del impacto de los tratamientos. Por esta razón es necesario introducir, en los modelos de análisis, un componente que permita tener en cuenta el efecto de los tratamientos.

## ***Agradecimientos***

---

A mis padres:

Por el amor, cuidado, apoyo y orientación, todos invaluable y que han contribuido a mi formación en la vida.

Gracias.

A Hanni Arlette:

Mi esposa quien se ha esmerado junto a mí, en tiempo y esfuerzo, para forjar un futuro con este principio.

Te agradezco por todo.

A Vania Scarlett:

Mi bebé de la que tome su tiempo para concluir esta investigación.

Te amo hija.

A la Escuela Superior de Física y  
Matemáticas:  
Por el resguardo que me ofreció  
dentro de su ciencia.  
Gracias.

A mis maestros:  
A todos y cada uno de ellos ya que han  
contribuido a mi formación profesional  
como ingeniero que es ahora el  
principio pero nunca el fin.  
Gracias.

A Fernando Jiménez Tovar  
Por ser pilar en la construcción de este  
trabajo  
Gracias.

# Índice

|   |           |
|---|-----------|
| <b><i>Contexto Institucional.....</i></b>     | <b>1</b>  |
| <b><i>Organigrama.....</i></b>                | <b>6</b>  |
| <b><i>Fundamentos teóricos.....</i></b>       | <b>14</b> |
| <b><i>Conclusiones y sugerencias.....</i></b> | <b>45</b> |
| <b><i>Bibliografía.....</i></b>               | <b>46</b> |
| <b><i>Anexos.....</i></b>                     | <b>47</b> |

## **INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

### **LEY ORGANICA DEL INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL**

#### **CAPITULO I**

##### **Naturaleza, Finalidades y Atribuciones**

**ARTÍCULO 1.-** El Instituto Politécnico Nacional es la institución educativa del Estado creada para consolidar, a través de la educación, la Independencia Económica, Científica, Tecnológica, Cultural y Política para alcanzar el progreso social de la Nación, de acuerdo con los objetivos Históricos de la Revolución Mexicana, contenidos en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

*Fe de erratas al artículo DOF 28-05-1982*

**ARTÍCULO 2.-** El Instituto Politécnico Nacional es un órgano desconcentrado de la Secretaría de Educación Pública, cuya orientación general corresponde al Estado; con domicilio en el Distrito Federal y representaciones en las Entidades de la República donde funcionen Escuelas, centros y unidades de Enseñanza y de Investigación que dependan del mismo.

**ARTÍCULO 3.-** Son finalidades del Instituto Politécnico Nacional:

**I.-** Contribuir a través del proceso educativo a la transformación de la sociedad en un sentido democrático y de progreso social, para lograr la justa distribución de los bienes materiales y culturales dentro de un régimen de igualdad y libertad;

**II.-** Realizar investigación científica y tecnológica con vista al avance del conocimiento, al desarrollo de la enseñanza tecnológica y al mejor aprovechamiento social de los recursos naturales y materiales;

**III.-** Formar profesionales e investigadores en los diversos campos de la ciencia y la tecnología, de acuerdo con los requerimientos del desarrollo económico, político y social del país;

**IV.-** Coadyuvar a la preparación técnica de los trabajadores para su mejoramiento económico y social;

**V.-** Investigar, crear, conservar y difundir la cultura para fortalecer la conciencia de la nacionalidad, procurar el desarrollo de un elevado sentido de convivencia humana y fomentar en los educandos el amor a la paz y los sentimientos de solidaridad hacia los pueblos que luchan por su Independencia;

**VI.-** Promover en sus alumnos y egresados actitudes solidarias y democráticas que reafirmen nuestra independencia económica;

**VII.-** Garantizar y ampliar el acceso de estudiantes de escasos recursos a todos los servicios de la enseñanza técnica que preste el instituto;

**VIII.-** Participar en los programas que para coordinar las actividades de investigación se formulen de acuerdo con la planeación y desarrollo de la política nacional de ciencia y tecnología, y

**IX.-** Contribuir a la planeación y al desarrollo interinstitucional de la Educación Técnica y realizar la función rectora de este tipo de Educación en el País, coordinándose con las demás instituciones que integran el Consejo del Sistema Nacional de Educación Tecnológica, en los términos previstos por la Ley para la Coordinación de la Educación Superior y de conformidad con los acuerdos que se tomen en el propio Consejo.

*Fe de erratas a la fracción DOF 28-05-1982*

## ***Contexto Institucional***

---

### **LEY PARA LA COORDINACION DE LA EDUCACION SUPERIOR**

#### **CAPITULO I**

##### **Disposiciones Generales**

**ARTICULO 1o.-** La presente ley es de observancia general en toda la República y tiene por objeto establecer bases para la distribución de la función educativa de tipo superior entre la Federación, los Estados y los Municipios, así como prever las aportaciones económicas correspondientes, a fin de coadyuvar al desarrollo y coordinación de la educación superior.

**ARTICULO 2o.-** La aplicación de la presente ley corresponde a las autoridades de la Federación, de los Estados y de los Municipios, en los términos que la misma establece.

A falta de disposición expresa de esta ley se aplicará supletoriamente la Ley Federal de Educación.

**ARTICULO 3o.-** El tipo educativo superior es el que se imparte después del bachillerato o de su equivalente. Comprende la educación normal, la tecnológica y la universitaria e incluye carreras profesionales cortas y estudios encaminados a obtener los grados de licenciatura, maestría y doctorado, así como cursos de actualización y especialización.

## ***Contexto Institucional***

---

### **Misión y visión del IPN**

#### **Misión**

El Instituto Politécnico Nacional es la institución educativa laica, gratuita de Estado, rectora de la educación tecnológica pública en México, líder en la generación, aplicación, difusión y transferencia del conocimiento científico y tecnológico, creada para contribuir al desarrollo económico, social y político de la nación. Para lograrlo, su comunidad forma integralmente profesionales en los niveles medio superior, superior y posgrado, realiza investigación y extiende a la sociedad sus resultados, con calidad, responsabilidad, ética, tolerancia y compromiso social.

#### **Visión**

Una institución educativa innovadora, flexible, centrada en el aprendizaje; fortalecida en su carácter rector de la educación pública tecnológica en México; poseedora de personalidad jurídica y patrimonio propios, con capacidad de gobernarse a sí misma; enfocada a la generación y difusión del conocimiento de calidad; caracterizada por procesos de gestión transparentes y eficientes; con reconocimiento social amplio por sus resultados y sus contribuciones al desarrollo nacional; por todo ello, posicionada estratégicamente en los ámbitos nacional e internacional.

Participa en el Sistema Educativo Nacional, comparte recursos intra y extra institucionales, intercambia información y conduce proyectos educativos y de investigación conjuntos, ubicando su operación en rangos de excelencia definidos por indicadores internacionales, constituyéndose en referentes del Sistema Nacional de Educación Científica y Tecnológica.

Cuenta con un sistema de educación virtual consolidado, con programas educativos y de formación a lo largo de la vida.

Tiene integrados sus distintos niveles formativos y las diferentes modalidades educativas. Posee una importante fortaleza en materia de uso de las tecnologías de información y de comunicación, aplicados a sus procesos académicos, de investigación y de extensión y difusión.

Sus procesos formativos, la integración de su planta docente y la investigación realizada, cumplen con normas de calidad definidas por instancias nacionales e internacionales. Los mecanismos de evaluación y la rendición de cuentas garantizan que su comunidad y la sociedad confirmen que la calidad es una constante en todas las acciones y procesos. Los programas académicos son acreditados y sus egresados cuentan con la certificación correspondiente.

Con un modelo de investigación basado en redes de cooperación nacional e internacional, plenamente vinculado con los sectores productivo y social, fomenta la generación, uso, circulación y protección del conocimiento en sectores estratégicos que promueven la competitividad, la equidad y el mejoramiento de la sociedad.

La comunidad del IPN tiene una conformación multinacional; su desempeño socialmente comprometido la habilita para actuar de manera proactiva, con capacidad para diseñar soluciones originales a problemas y oportunidades emergentes.

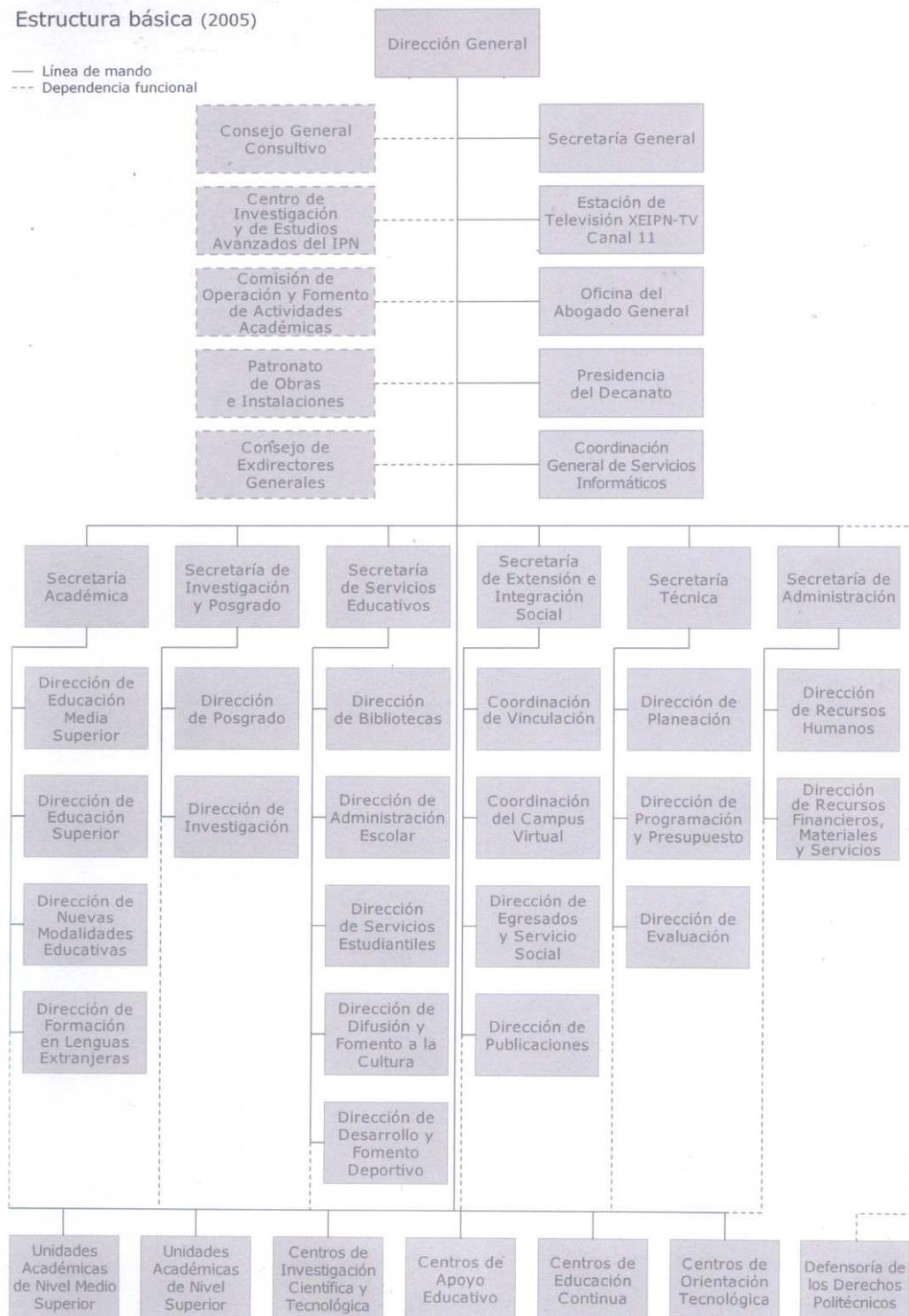
Cuenta con un modelo integral de vinculación, basado en programas académicos y de investigación que impulsan la incubación y desarrollo de la micro, pequeña y mediana empresa; el liderazgo social y empresarial de sus alumnos, garantizando la calidad de los servicios prestados a los sectores productivos.

Como institución rectora en la tecnología, posee instalaciones modernas, funcionales y equipadas con tecnología de punta que se utiliza de manera eficiente, eficaz y pertinente.

# Estructura Orgánica

Estructura básica (2005)

— Línea de mando  
 --- Dependencia funcional



## **Escuela Superior de Física y Matemáticas**

---

La Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional se fundó en 1961 con los siguientes objetivos:

- Formar profesionistas y posgraduados con una formación sólida en las áreas de Física y Matemáticas, capaces de contribuir al mejoramiento y desarrollo del país desarrollando labores de investigación y docencia, principalmente.
- Realizar investigación básica y aplicada en los diversos campos de la Física y las Matemáticas, así como contribuir a las labores de extensión y difusión del Instituto Politécnico Nacional.

La Escuela Superior de Física y Matemáticas del IPN imparte dos carreras a nivel licenciatura: La Licenciatura en Física y Matemáticas (desde su fundación en 1961) y la Ingeniería Matemática (a partir de 1997). Los egresados de la ESFM se distinguen por tener una formación matemática sólida, lo cual les permite desenvolverse con éxito en distintas áreas como son: la investigación científica, la docencia, la industria privada y la administración pública.

Los profesores y egresados de la Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional han sido merecedores de numerosas distinciones académicas. Entre ellas, el Premio Nacional de Ciencias y Artes y el premio de la Academia Mexicana de Ciencias. Más de cien de nuestros egresados y alrededor de cincuenta miembros de nuestra planta académica pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores. Así mismo, once profesores de la ESFM son actualmente miembros de la Academia Mexicana de Ciencias.

### **Objetivo de la carrera.**

El objetivo de la carrera de Ingeniería Matemática es la formación de profesionistas que aplicarán o crearán los modelos industriales, administrativos y financieros. Modelos que han de ser la base para que profesionales de otras especialidades investiguen, diseñen,

produzcan, construyan, operen, mantengan estimen y dirijan sistemas con diversos grados de complejidad. El egresado podrá simular procesos que permitan prever eventos.

### **Perfil de egreso.**

### **Conocimientos.**

Sólida formación profesional en matemáticas y conocimientos en el área según la opción que puede ser financiera o industrial.

Analizar problemas, crear modelos matemáticos que los representen, diseñar métodos para su solución, interpretar los resultados para plantear soluciones al problema.

Utilizar herramientas computacionales para resolver problemas matemáticos, así como desarrollar sus propios sistemas y aplicarlos a problemas específicos.

Dispondrá de elementos para juzgar el impacto, implicaciones y consecuencias de la aplicación de sus conocimientos y soluciones a problemas.

### **Habilidades.**

Dirigir o participar en proyectos de investigación científica de punta.

Tendrá flexibilidad para adaptarse al mercado, habilidad negociadora y sentido práctico para implantar los esquemas que propone con el fin de realizar con éxito cada proyecto donde interviene.

Tendrá capacidad de comunicación y expresión con poder de convencimiento para manejar el diálogo y la concertación con otros profesionales dirigiendo o integrando grupos interdisciplinarios.

## **Actitudes y valores.**

Abierta y amplio criterio ante nuevos problemas y situaciones mostrándose dispuesto al cambio para el progreso y bienestar, tanto social como personal.

Tendrá voluntad y metodologías para difundir la cultura matemática a no especialistas.

Practicará la ética profesional, juzgará los límites del derecho en lo que respecta al manejo y conocimiento de información y tomará las decisiones adecuadas.

Tendrá iniciativa y voluntad de búsqueda de nuevas soluciones a problemas, parcial o total.

## **Estadística**

### **Conceptos Básicos:**

**Estadística:** La estadística es comúnmente considerada como una colección de hechos numéricos expresados en términos de una relación sumisa, y que han sido recopilados a partir de otros datos numéricos.

Kendal y Auckland definen la estadística como un valor resumido, calculado, como base en una muestra de observaciones que generalmente, aunque no por necesidad, se considera como una estimación de parámetro de determinada población; es decir, una función de valores de muestra.

"La estadística es la ciencia que trata de la recolección, clasificación y presentación de los hechos sujetos a una apreciación numérica como base a la explicación, descripción y comparación de los fenómenos". (Yale y Kendal, 1954).

Cualquiera sea el punto de vista, lo fundamental es la importancia científica que tiene la estadística, debido al gran campo de aplicación que posee.

**Población:** El concepto de población en estadística va más allá de lo que comúnmente se conoce como tal. Una población se precisa como un conjunto finito o infinito de personas u objetos que presentan características comunes.

El tamaño que tiene una población es un factor de suma importancia en el proceso de investigación estadística, y este tamaño viene dado por el número de elementos que constituyen la población, según el número de elementos la población puede ser finita o infinita. Cuando el número de elementos que integra la población es muy grande, se puede considerar a esta como una población infinita. Una población finita es aquella que está formada por un limitado número de elementos.

Cuando la población es muy grande, es obvio que la observación de todos los elementos se dificulte en cuanto al trabajo, tiempo y costos no necesarios para hacerlo. Para solucionar este inconveniente se utiliza una muestra estadística.

Es a menudo imposible o poco práctico observar la totalidad de los individuos, sobre todos si estos son muchos. En lugar de examinar el grupo entero llamado **población** o **universo**, se examina una pequeña parte del grupo llamada muestra.

**Muestra:** "Se llama muestra a una parte de la población a estudiar que sirve para representarla"

El estudio de muestras es más sencillo que el estudio de la población completa; cuesta menos y lleva menos tiempo. Por último se ha probado que el examen de una población entera todavía permite la aceptación de elementos defectuosos, por tanto, en algunos casos, el muestreo puede elevar el nivel de calidad.

Una muestra representativa contiene las características relevantes de la población en las mismas proporciones que están incluidas en tal población.

Los expertos en estadística recogen datos de una muestra. Utilizan esta información para hacer referencias sobre la población que está representada por la muestra. En consecuencia muestra y población son conceptos relativos. Una población es un todo y una muestra es una fracción o segmento de ese todo.

**Muestreo:** Esto no es más que el procedimiento empleado para obtener una o más muestras de una población; el muestreo es una técnica que sirve para obtener una o más muestras de población.

Este se realiza una vez que se ha establecido un marco muestral representativo de la población, se procede a la selección de los elementos de la muestra aunque hay muchos diseños de la muestra.

Al tomar varias muestras de una población, las estadísticas que calculamos para cada muestra no necesariamente serían iguales, y lo más probable es que variaran de una muestra a otra.

### **Tipos de muestreo**

Existen dos métodos para seleccionar muestras de poblaciones; el muestreo no aleatorio o de juicio y el muestreo aleatorio o de probabilidad. En este último todos los elementos de la población tienen la oportunidad de ser escogidos en la muestra. Una muestra seleccionada por muestreo de juicio se basa en la experiencia de alguien con la población.

**Variables y Atributos:** Las variables, también suelen ser llamados caracteres cuantitativos, son aquellos que pueden ser expresados mediante números. Son caracteres susceptibles de medición. Como por ejemplo, la estatura, el peso, el salario, la edad, etc.

Según, Murray R. Spiegel, "una variable es un símbolo, tal como X, Y, Hx, que puede tomar un valor cualquiera de un conjunto determinado de ellos, llamado dominio de la variable. Si la variable puede tomar solamente un valor, se llama constante."

Todos los elementos de la población poseen los mismos tipos de caracteres, pero como estos en general no suelen representarse con la misma intensidad, es obvio que las variables toman distintos valores. Por lo tanto estos distintos números o medidas que toman los caracteres son los "valores de la variable". Todos ellos juntos constituyen una variable.

Los atributos también llamados caracteres cualitativos, son aquellos que no son susceptibles de medición, es decir que no se pueden expresar mediante un número.

**Estadística Descriptiva:** Tienen por objeto fundamental describir y analizar las características de un conjunto de datos, obteniéndose de esa manera conclusiones sobre las características de dicho conjunto y sobre las relaciones existentes con otras poblaciones, a fin de compararlas. No obstante puede no solo referirse a la observación de todos los elementos de una población (observación exhaustiva) sino también a la descripción de los elementos de una muestra (observación parcial).

**Datos Estadísticos:** Los datos estadísticos no son otra cosa que el producto de las observaciones efectuadas en las personas y objetos en los cuales se produce el fenómeno que queremos estudiar. Dicho en otras palabras, son los antecedentes (en cifras) necesarios para llegar al conocimiento de un hecho o para reducir las consecuencias de este.

Los datos estadísticos se pueden encontrar de forma no ordenada, por lo que es muy difícil en general, obtener conclusiones de los datos presentados de esta manera. Para poder obtener una precisa y rápida información con propósitos de descripción o análisis, estos deben organizarse de una manera sistemática; es decir, se requiere que los datos sean clasificados.

### **Clasificación de los datos**

Los datos estadísticos pueden ser clasificados en cualitativos, cuantitativos y cronológicos.

**Datos Cualitativos:** cuando los datos son cuantitativos, la diferencia entre ellos es de clase y no de cantidad.

**Datos cuantitativos:** cuando los valores de los datos representan diferentes magnitudes, decimos que son datos cuantitativos

**Datos cronológicos:** cuando los valores de los datos varían en diferentes instantes o períodos de tiempo, los datos son reconocidos como cronológicos.

**Series o distribuciones estadísticas:** Anteriormente hemos señalado que la estadística, no se encarga del estudio de un hecho aislado, sino que tienen por objeto de los colectivos. Pues bien cuando se realiza una investigación se obtiene una masa de datos que deben ser organizados para disponerlos en un orden, arreglo o secuencia lógica, con el fin de facilitar el análisis de los mismos esta colección de datos numéricos obtenidos de la observación, que se clasifican y ordenan según un determinado criterio, se denominan "series estadísticas", también conocidas como "distribución estadística".

#### **Clasificación de las series estadísticas:**

1. **Series temporales o cronológicas;** estas se definen como una masa o conjunto de datos producto de la observación de un fenómeno individual o colectivo, cuantificable en sucesivos instantes o periodos de tiempo.

**Series atemporales;** cuando las observaciones de un fenómeno se hacen referidas al mismo instante o intervalo de tiempo, nos encontramos ante una serie atemporal. Aquí el tiempo no va incluido a cada observación, puesto que es el mismo tiempo para todas ellas. Este tipo de observación proporciona una "visión instantánea" de los fenómenos o caracteres de los componentes del colectivo en estudio.

Mencionar el problema a resolver o la oportunidad, demostrando su magnitud, su vulnerabilidad, las repercusiones internas y externas, así como la aportación que se pretende hacer, destacando la factibilidad y viabilidad de la misma.

## ***Fundamentos Teóricos.***

---

*Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC) su base es la segunda quincena de junio de 2002. Es pertinente recordar que el INPC mide la inflación que enfrentan en promedio las familias mexicanas.*

Es un índice en el que se cotejan los precios de un conjunto de productos (conocido como "canasta" o "cesta") determinado en base a la encuesta continua presupuestos familiares, que una cantidad de consumidores adquiere de manera regular, y la variación con respecto del precio de cada uno, respecto de una muestra anterior. De esta forma se pretende medir, mensualmente, la evolución del nivel de precios de bienes y servicios de consumo en un país.

La inflación es un fenómeno económico y existen muchas definiciones de ella, la más común la identifica como un aumento generalizado de los precios; sin embargo, el alza general de los precios es la principal consecuencia de la inflación, no la inflación en sí misma. Se define también como la caída en el valor de mercado o en el poder adquisitivo de una moneda en una economía en particular, lo que se diferencia de la devaluación, dado que esta última se refiere a la caída en el valor de la moneda de un país en relación a otra moneda cotizada en los mercados internacionales, como son el dólar estadounidense, el euro o el yen. La inflación es el aumento de circulante (monedas y billetes) sin un respaldo suficiente de producción de bienes y servicios.

Históricamente el movimiento más común en los precios ha sido hacia arriba (inflación), aunque también se han observado periodos de movimiento hacia abajo (deflación). Esto último se presenta a veces en productos agrícolas.

La inflación, se mide con el Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC), que indica el crecimiento que sufren los precios de bienes y servicios que conforman la llamada "Canasta Básica".

Medir la inflación es un reto técnico complejo por las siguientes razones:

(a) Por el número tan grande de precios que existe en una economía moderna;

(b) Por la necesidad de tener una cobertura lo más amplia posible de los gastos que realizan los agentes económicos;

(c) Porque los bienes y servicios se expenden a todo lo largo y ancho del territorio nacional; y

(d) Porque los precios no cambian simultáneamente, ni avanzan todo el tiempo a la misma velocidad.

En razón de que es imposible cotizar la totalidad de los precios de los bienes y servicios que se consumen, la construcción del INPC y sus cálculos se realizan con base en procedimientos muestrales. Estos se apoyan en el principio fundamental de la estadística inferencial, de que no es necesario tomarse toda la sopa para saber si está buena, basta con probarla.

Los precios de la canasta básica se establecen con base en dos fuerzas: la oferta, que es la producción de bienes y servicios y la demanda, es decir, lo que la población necesita para cubrir sus necesidades de alimentarse, vestir, divertirse etc.

Cuando existe una descompensación en una de estas dos fuerzas, se habla de inflación (más demanda que oferta) o de deflación (más oferta que demanda).

El índice más corrientemente utilizado para medir la inflación es el "Índice nacional de precios al consumidor" o INPC, el cual indica porcentualmente la variación en el precio promedio de los bienes y servicios que adquiere un consumidor típico en dos periodos de tiempo, usando como referencia lo que se denomina la *canasta básica*.

Existen otros índices como son el "Índice nacional de precios al consumidor inflación subyacente", "Índice nacional de precios al consumidor inflación no subyacente" y el "Índice nacional de precios al productor sin petróleo y sin servicios", los cuales difieren del INPC en que no incluyen gravámenes e impuestos, ni la ganancia obtenida por mayoristas y productores. Estos índices son utilizados para hacer mediciones específicas

en el comportamiento de la economía de un país, pero no utilizados como índices oficiales de inflación.

También existen índices para otros sectores de la economía, como el índice de precios de los bienes de inversión, que también son muy útiles en sus respectivos campos.

El INPC, que es el índice más usado, no puede considerarse como una medida absoluta de la inflación (esto como punto de vista de algunos economistas), por cuanto se basa en la variación del costo de vida para un consumidor típico. Este costo de vida puede variar considerablemente entre diferentes clases sociales. No obstante, dado que no hay forma exacta de medir la inflación, el INPC determinado en base a costo de vida del consumidor típico se considera generalmente como el índice oficial de inflación.

La precisión con que se realice esta medición depende de dos cualidades que todo INPC debe contener:

- la representatividad
- la comparabilidad temporal.

Cuando se diseña, se establecen unas directrices, de forma que cualquier decisión que se adopte a la hora de establecer la muestra y el contenido metodológico debe ir encaminada a conseguir su objetivo.

Este análisis se usa en economía para determinar si la economía de un país determinado va en proceso de inflación (subida de precios) o deflación (bajada de precios), y en qué grado.

Cuando hablamos de deflación (economía), nos referimos a la Situación económica en que los precios se disminuyen por una falta de demanda. Ya que los comerciantes tienen que vender sus productos para cubrir sus costes fijos, bajan los precios. Con precios bajando, la demanda se disminuye más, porque no merece la pena comprar si mañana todo será todavía más barato. Por eso, los precios bajan aún más, etc. Al final, la economía se derrumba. Causada principalmente por una falta de circulación del dinero en la economía, porque todos prefieren retenerlo.

## Series de tiempo

En términos generales una serie de tiempo se denomina “Estacionaria” si no presenta cambios sistemáticos en la media (no hay tendencia), no presenta cambios sistemáticos en la varianza y se han removido las variaciones estrictamente periódicas. En este caso las propiedades en cada sección de la serie son muy similares.

El tipo más simple de tendencia es de la forma

$$Y_t = \alpha + \beta t + \varepsilon_t$$

Actualmente se enfatizan los modelos de tendencia lineal local, con puntos donde cambian la pendiente y la ordenada.

Otra alternativa es la evolución de estos parámetros a través del tiempo  $\alpha(t), \beta(t)$ , lo que da origen a una tendencia estocástica.

Una secuencia de observaciones,  $Y_t$  con  $(t=1, 2, 3, \dots, N)$ , queda usualmente correctamente caracterizada por la realización de algún proceso autorregresivo de orden  $p$ , o por la realización de algún proceso de promedio móvil de orden  $q$ , e inclusive nos podemos encontrar con series cuya descripción más conveniente nos venga dada a través de una combinación de los dos procesos anteriores. Junto con los componentes autorregresivo y de media móvil, el correspondiente al número de diferencias a tomar,  $d$ , describen completamente el proceso *ARIMA*  $(p, d, q)$  que verosímelmente haya podido generar la serie temporal bajo estudio. Cada uno de los parámetros del modelo puede ser igual a 1, 2, 3 o más; sin embargo, como se desprende del análisis de las 119 series examinadas por Glass *et al.* (1975), procesos de orden más alto son la excepción mas que la norma en las ciencias comportamentales. En función de las propiedades que satisfagan las variables  $Y_t$ , tendremos procesos estocásticos de una u otra clase.

En la siguiente tabla esquematizamos los procesos estocásticos que con mayor o menor frecuencia se utilizan para modelar las series de tiempo más comunes. De los once modelos, excepto el proceso estocástico de *ruido blanco* (secuencia de variables

aleatorias normal e independientemente distribuidas con media cero y varianza constante), los restantes presentan dependencia en los datos. De los diez, 5 son estacionarios [AR(1), AR(2), MA(1), MA(2), ARMA(1,1)]; esto es, las series permanecen en equilibrio alrededor de un nivel medio constante y, por tanto, los cinco restantes son no estacionarios [paseo o recorrido aleatorio, ARI(1,1), ARI(1,1)\*, IMA(1,1), IMA(1,1)\*]. De estos cinco, los que aparecen en las entradas 2, 4 y 8 de la tabla [paseo aleatorio, ARI(1,1) e IMA(1,1)] requieren ser diferenciados una vez para convertirse en estacionarios.

Para analizar series de tiempo generadas desde modelos como los expuestos en la tabla el enfoque desarrollado por Box y Jenkins se basa en un proceso iterativo en tres etapas: identificación, estimación y validación. Superado este ciclo de construcción o formulación, el modelo puede ser utilizado con diversos fines: predictivos, descriptivos, explicativos, etc.

*Modelos ARIMA encontrados con mayor frecuencia en las investigaciones.*

| <b>Nombre</b>       | <b>(p,d,q)</b> | <b>Modelo matemático</b>   |
|---------------------|----------------|--|
| <i>R. Blanco</i>    | (0,0,0)        | $Y_t = L + \varepsilon_t$  |
| <i>P. Aleatorio</i> | (0,1,0)        | $Y_t = L + Y_{t-1} + \varepsilon_t$  |
| AR(1)               | (1,0,0)        | $Y_t = L + \phi_1(Y_{t-1} - L) + \varepsilon_t$  |
| AR(2)               | (2,0,0)        | $Y_t = L + \phi_1(Y_{t-1} - L) + \phi_2(Y_{t-2} - L) + \varepsilon_t$  |
| ARI(1,1)            | (1,1,0)        | $Y_t = L + (Y_{t-1} - L) + \phi_1(Y_{t-1} - L) - \phi_1(Y_{t-2} - L) + \varepsilon_t$  |
| ARI(1,1)*           | (1,1,0)        | $Y_t = L + \phi_1(Y_{t-1} - L) + \lambda + \varepsilon_t$  |
| MA(1)               | (0,0,1)        | $Y_t = L + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1}$   |
| MA(2)               | (0,0,2)        | $Y_t = L + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2}$  |
| IMA(1,1)            | (0,1,1)        | $Y_t = L + (1 - \theta_1)(\varepsilon_1 + \dots + \varepsilon_{t-1}) + \varepsilon_t$  |
| IMA(1,1)*           | (0,1,1)        | $Y_t = L + (t-1)\lambda(1 - \theta_1) + \lambda + (1 - \theta_1)(\varepsilon_1 + \dots + \varepsilon_{t-1}) + \varepsilon_t$ |
| ARMA(1,1)           | (1,0,1)        | $Y_t = L + \phi_1(Y_{t-1} - L) + \varepsilon_t - \phi_1 \varepsilon_{t-1}$   |

Dentro del ciclo de construcción del modelo, la fase de identificación o de especificación es la más problemática y consiste en determinar los ordenes *p*, *d* y *q* del modelo a traves

de la inspección de las funciones de auto correlación y de autocorrelación parcial propuestas en el trabajo original de Box y Jenkins (1970). En esta fase, un paso decisivo lo constituye la correcta diferenciación de la serie, obviamente en el caso de que esta no fuese estacionaria. La principal causa de que las series no sean estacionarias lo constituye la existencia de tendencias, y su presencia suele ser fácilmente detectable mediante la comparación de las funciones de autocorrelación y de autocorrelación parcial teóricas con las empíricas. Más adelante volveremos sobre estas funciones, al tratar con más detalle la fase de identificación.

### **Pronostico**

Es una medida de protección respecto a los efectos causados por cambios en condiciones que varían en el tiempo (económicas, comerciales, políticas, etc.). Por ejemplo: desempleo, inflación, producción industrial, ingresos esperados por impuestos, demanda esperada, ingresos de ventas, preferencias de los consumidores, etc.

Los tipos de pronóstico se clasifican como:

| Tipo         |  | Método           | Aplicación   |
|--------------|--|------------------|--|
| Cualitativo  | No se dispone de datos históricos<br>Altamente subjetivo y basado en opiniones |                  |  |
| Cuantitativo | Utiliza datos históricos   | Series de Tiempo | Proyección de valores futuros  |
|              |  | Causales         | Determinación de factores relacionados con la variable que se predice. |

La suposición fundamental en el análisis de series de tiempo es que los factores que han influido en los patrones de actividad en el pasado y el presente tendrán más o menos la misma influencia en el futuro.

El modelo más esencial que explora los factores que componen una serie de tiempo es el modelo multiplicativo para datos registrados anualmente, trimestralmente o mensualmente.

$$Y_i = T_i \times S_i \times C_i \times I_i$$

$T_i$ ,  $C_i$ ,  $I_i$  – valores respectivos del componente de tendencia, cíclico e irregular en el periodo  $i$

$S_i$  – valor del componente estacional en el periodo  $i$

La clasificación de factores que influyen en la serie de tiempo es como sigue:

| COMPONENTE | CLASIFICACION | DEFINICION  | RAZON  | DURACION  |
|------------|---------------|---|--|---|
| Tendencia  | Sistemático   | Patrón de movimiento global o persistente, a largo plazo hacia arriba o hacia abajo   | Cambios en tecnología, población, riqueza, valores                             | Varios años   |
| Estacional | Sistemático   | Fluctuación más o menos regular que ocurre en periodos aproximados de 12 meses  | Condiciones de clima, costumbres sociales, costumbres religiosas               | Dentro de 12 meses (o datos mensuales o trimestrales)         |
| Cíclico    | Sistemático   | Oscilación o movimiento repetitivo arriba-abajo en cuatro etapas: pico (prosperidad), contracción (recesión), fondo (depresión), expansión (recuperación o crecimiento) | Interacción de numerosas combinaciones de factores que influyen en la economía | De 2 a 10 años con diferente intensidad en un ciclo completo. |

Continuación

| COMPONENTE | CLASIFICACION  | DEFINICION   | RAZON  | DURACION                        |
|------------|----------------|--|--|---------------------------------|
| Irregular  | No sistemático | Fluctuación errática o residual en una serie que está presente después de tomar en cuenta los efectos sistemáticos | Variaciones aleatorias en los datos o debidas a eventos no previstos como huelgas, huracanes, inundaciones, asesinatos políticos, etc. | Corta duración y sin repetición |

El primer paso en un análisis de series de tiempo es graficar los datos y observar si existe una tendencia en el tiempo.

|               | METODO                  | OBJETIVO  |
|---------------|-------------------------|---|
| Sin Tendencia | Promedios Móviles       | Proporciona un panorama global del patrón de movimiento de los datos en el tiempo.  |
|               | Suavización Exponencial | Proporciona una visualización global de los movimientos a largo plazo.<br>Se puede usar para obtener pronósticos a corto plazo. |
| Con Tendencia | Mínimos cuadrados       | Ajuste de tendencia a mediano y largo plazo   |
|               | Modelos autorregresivos | Ajuste de tendencia y pronostico  |

### **Método de promedios móviles**

Este método es muy subjetivo y dependiente de L, la longitud del periodo seleccionado para calcular los promedios. Se eliminan las fluctuaciones cíclicas al elegir la longitud del periodo como un múltiplo de la longitud estimada de un ciclo en la serie.

Los promedios móviles para un periodo de terminado de longitud L consisten en una serie de promedios aritméticos en el tiempo, tales que cada uno se calcula a partir de una

secuencia de L valores sucesivos observados. Por conveniencia la longitud del periodo puede ser un número impar, para centrar el promedio en el dato central de cada muestra.

$$PM(L)_i = \frac{Y_i + Y_{i+1} + \dots + Y_{L+i-1}}{L}$$

Los promedios móviles con un periodo más largo, suavizan la serie mucho más, pero se obtienen menos promedios móviles lo que ocasiona que falten más datos al principio y al final de la serie ajustada haciendo más difícil obtener un panorama global de la serie en el tiempo.

### **Suavización exponencial**

El método de suavización exponencial proporciona un promedio móvil con ponderación exponencial a través de la serie de tiempo. Cada cálculo de la suavización exponencial depende de todos los valores anteriores de la serie de tiempo. Los pesos asignados a los valores observados decrecen en el tiempo de tal forma que el valor observado más recientemente recibe el peso más alto (tiene una mayor influencia en el comportamiento futuro) y el valor inicial tiene el valor de ponderación más bajo (la influencia en el valor futuro es menor, debido a la lejanía en el tiempo).

Para obtener un valor con suavización exponencial en el periodo i procedemos como sigue:

$$E_i = WY_i + (1 - W)E_{i-1}$$

donde

$E_i$  – valor de la serie suavizada exponencialmente que se calcula en el periodo i

$E_{i-1}$  – valor de la serie suavizada exponencialmente que se calcula en el periodo i-1

$Y_i$  – valor observado de la serie de tiempo en el periodo i

W – peso asignado al coeficiente de suavización  $0 < W < 1$

$E_1 = Y_1$

La elección del coeficiente de suavización es crítica porque afecta en forma directa los resultados. Si se desea solo suavizar una serie con la eliminación de la variación cíclica y la irregular, debe elegirse un valor pequeño para  $W$  (cercano a 0), esto nos permitirá observar las tendencias globales a largo plazo de la serie. Por otro lado, si la meta es pronosticar, debe elegirse un valor grande para  $W$  (más cercano a 1), entonces es posible predecir direcciones futuras a corto plazo de manera más adecuada.

Para usar el promedio móvil con ponderación exponencial con el propósito de pronosticar en lugar de solo suavizar, se toma el valor de la suavización en el periodo actual, digamos el periodo  $i$ , como la estimación proyectada del valor observado de la serie de tiempo en el siguiente periodo  $i+1$ , es decir

$$\hat{Y}_{i+1} = E_i$$

### **Ajuste de tendencia y pronóstico con mínimos cuadrados**

El factor componente que se estudia con mayor frecuencia es la tendencia, con dos propósitos: el primero es predecir, al hacer proyecciones de pronósticos a mediano y largo plazo. Segundo, para aislar y después eliminar sus efectos del modelo de la serie de tiempo, como guía en el pronóstico a corto plazo para condiciones generales del ciclo de negocios.

Para seleccionar el modelo adecuado mediante el método de mínimos cuadrados se observan las diferencias primera, segunda o porcentual.

- 1) Si un modelo de tendencia lineal se ajustara de manera perfecta a una serie de tiempo, entonces las primeras diferencias serían constantes. Es decir, las diferencias entre observaciones consecutivas de la serie serían las mismas.

$$Y_2 - Y_1 = Y_3 - Y_2 = \dots = Y_n - Y_{n-1}$$

El modelo adecuado tiene la forma

$$\hat{Y}_i = b_0 + b_1 X_i$$

Para pronosticar el valor  $Y_{i+1}$  se sustituye el valor  $X_{i+1}$  en esta ecuación.

Es usual codificar los valores de  $X$  de manera que la primera observación en la serie de tiempo corresponda a  $X=0$  y la última al valor  $X=n-1$ .

### Autocorrelación y correlograma

Dados  $N$  pares de observaciones  $(x_1, y_1), \dots, (x_N, y_N)$ , el coeficiente de correlación muestral es

$$r = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\left[ \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2 \right]^{1/2}}$$

Dadas  $N$  observaciones en una serie de tiempo, podemos formar  $N-1$  pares de observaciones  $(x_1, x_2), (x_2, x_3), \dots, (x_{N-2}, x_{N-1}), \dots, (x_{N-1}, x_N)$ , separados por una unidad de tiempo.

Entonces el coeficiente de correlación entre observaciones adyacentes  $x_t, x_{t+1}$ , es

$$r_1 = \frac{\sum_{i=1}^{N-1} (x_i - \bar{x}_{(1)})(x_{i+1} - \bar{x}_{(2)})}{\left[ \sum_{i=1}^{N-1} (x_i - \bar{x}_{(1)})^2 \sum_{i=1}^{N-1} (x_{i+1} - \bar{x}_{(2)})^2 \right]^{1/2}}$$

es llamado el coeficiente de autocorrelación de lag 1.

donde

$$\bar{x}_{(1)} = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^{N-1} x_i$$
$$\bar{x}_{(2)} = \frac{1}{N-1} \sum_{i=2}^N x_i$$

son las medias respectivas de las primeras y segundas observaciones de cada par.

Si  $\bar{x}_{(1)} \cong \bar{x}_{(2)}$  y  $N/(N-1) \rightarrow 1$  simplificamos

$$r_1 = \frac{\sum_{i=1}^{N-1} (x_i - \bar{x})(x_{i+1} - \bar{x})}{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$$

En forma similar se define la correlación entre observaciones que están separadas k pasos aparte (lag k) dado por

$$r_k = \frac{\sum_{i=1}^{N-k} (x_i - \bar{x})(x_{i+k} - \bar{x})}{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$$

este se llama coeficiente de autocorrelación de lag k.

En la práctica los coeficientes de autocorrelación se calculan por las series de coeficientes de autocovarianza  $\{c_k\}$  definidas por

$$c_k = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N-k} (x_i - \bar{x})(x_{i+k} - \bar{x})$$

que es el coeficiente de autocovarianza de lag k.

Entonces calculamos

$$r_k = \frac{c_k}{c_0}, \quad k = 1, 2, \dots, M < N$$

En un correlograma los coeficientes de autocorrelación son graficados vs el lag  $k$ ,  $k=0,1,2,\dots,M$ , donde  $M$  usualmente es mucho menor que  $N$ . Por ejemplo si  $N=200$ , se puede elegir  $M=20$  ó  $30$ .

Notemos que  $r_0 = 1$

El correlograma es también llamado la función de autocorrelación de la muestra ó ac.f.

### **Interpretación del correlograma.**

#### **Series aleatorias.**

Una serie es completamente aleatoria si consiste de una serie de observaciones independientes con la misma distribución.

Entonces para  $N \rightarrow \infty$ , esperamos que  $r_k \rightarrow 0$  para todos los valores no cero de  $k$ .

De hecho, se espera que  $r_k \approx N(0, 1/N)$ . Así que podemos esperar que 95% de los  $r_k$  caigan entre  $\pm 2/\sqrt{N}$ .

#### **Correlación de corto plazo.**

Las series estacionarias frecuentemente exhiben correlación a corto plazo, caracterizada por un valor grande de  $r_1$ , seguido por uno o dos coeficientes mayores que cero pero tendientes a ser sucesivamente más pequeños.

Los valores de  $r_k$  para lag's más grandes tienden a ser aproximadamente cero.

### **Series alternantes.**

Si una serie alterna con observaciones sucesivas en lados opuestos de la media, el correlograma también tiende a alternar. Con valores sucesivos en lados opuestos de la media, el valor de  $r_1$  será  $< 0$  y  $r_2 > 0$ .

### **Series no estacionarias**

Si una serie de tiempo contiene una tendencia, entonces los valores de  $r_k$  no se aproximarán a cero excepto para valores muy grandes del lag.

Se puede inferir muy poco de un correlograma tal pues la tendencia domina las otras características de la serie.

De hecho la ac.f.  $\{ r_k \}$  solo es significativa para datos de un modelo de serie de tiempo estacionaria. Así que cualquier tendencia debe ser eliminada antes de calcular  $\{ r_k \}$ .

Por supuesto si la tendencia es el objeto de interés, no debe ser eliminada y el correlograma no será útil.

### **Series estacionales**

Si una serie de tiempo tiene variación estacional, entonces el correlograma exhibirá oscilaciones de la misma frecuencia. Si se eliminan las variaciones estacionales, el correlograma puede ser útil.

### **Modelos autorregresivos para ajuste de tendencia y pronóstico**

Con frecuencia los valores de una serie de tiempo tienen una correlación alta con los valores que le preceden y le siguen.

Una autocorrelación de primer orden se refiere a la magnitud de la asociación entre valores consecutivos en una serie de tiempo.

Una autocorrelación de segundo orden se refiere a la magnitud de la asociación entre los valores con dos periodos de separación.

Una autocorrelación de orden p se refiere a la magnitud de la correlación entre los valores de una serie de tiempo con p periodos de separación, es decir

$$Y_i = A_0 + A_1 Y_{i-1} + A_2 Y_{i-2} + \dots + A_p Y_{i-p} + Z_i$$

donde los  $A_i$ 's son parámetros fijos estimados a partir del modelo de regresión de mínimos cuadrados y  $Z_i$  es un componente aleatorio con media cero y varianza constante.

Se puede seleccionar un modelo autorregresivo de orden p específico basado en la experiencia previa con datos similares, o bien, como punto de partida se puede elegir un modelo con varios parámetros y después eliminar los que no contribuyan de manera significativa.

En este último enfoque se puede usar la prueba t para la significancia de  $A_p$ , el parámetro de orden más alto en el modelo ajustado.

$$H_0: A_p = 0$$

$$H_1: A_p \neq 0$$

$$t_0 = \frac{a_p - A_p}{S_{ap}}, \quad t_0 \approx t_{n-2p-1}$$

Se rechaza  $H_0$  si  $|t_0| > t_{\frac{\alpha}{2}, n-2, p-1}$

Si no se rechaza la hipótesis nula se descarta el término de orden más alto y se obtiene un modelo de autorregresión de orden p-1 y se repite la prueba de hipótesis para el parámetro de orden más alto en este modelo.

Este procedimiento se repite hasta que se rechaza  $H_0$ . Cuando esto ocurre el modelo obtenido puede usarse para pronosticar a partir del modelo ajustado.

Supongamos que el modelo ajustado fue de la forma

$$\hat{Y}_i = a_0 + a_1 Y_{i-1} + a_2 Y_{i-2} + \dots + a_p Y_{i-p}$$

Para pronosticar a  $j$  años futuros a partir del periodo  $n$  actual se tiene

$$\hat{Y}_{n+j} = a_0 + a_1 \hat{Y}_{n+j-1} + a_2 \hat{Y}_{n+j-2} + \dots + a_p \hat{Y}_{n+j-p}$$

Por ejemplo consideremos un modelo autorregresivo de tercer orden.

Para pronosticar a un año

$$\hat{Y}_{n+1} = a_0 + a_1 Y_n + a_2 Y_{n-1} + a_3 Y_{n-2}$$

Para pronosticar a dos años

$$\hat{Y}_{n+2} = a_0 + a_1 \hat{Y}_{n+1} + a_2 Y_n + a_3 Y_{n-1}$$

Para pronosticar a tres años

$$\hat{Y}_{n+3} = a_0 + a_1 \hat{Y}_{n+2} + a_2 \hat{Y}_{n+1} + a_3 Y_n$$

Para pronosticar a cuatro años

$$\hat{Y}_{n+4} = a_0 + a_1 \hat{Y}_{n+3} + a_2 \hat{Y}_{n+2} + a_3 \hat{Y}_{n+1}$$

### Definición

Una serie de tiempo se dice estrictamente estacionaria si la distribución conjunta de  $Y_i, Y_{i+1}, \dots, Y_{i+k}$  es la misma que la de  $Y_{i+t}, Y_{i+1+t}, \dots, Y_{i+k+t}$  para todo  $i$ , y para todo  $t$ .

En otras palabras, el desplazamiento del origen por una cantidad  $t$  no tiene efecto en la distribución conjunta.

### Definición

Un proceso puramente aleatorio es una sucesión de variables  $\{Z_t\}$  mutuamente independientes e idénticamente distribuidas con media cero y varianza constante.

### Proceso de promedios móviles de orden Q. MA(Q)

Supongamos que  $\{Z_k\}$  es un proceso puramente aleatorio. Entonces un proceso  $\{Y_k\}$  se dice un proceso de promedios móviles de orden  $q$  si

$$Y_K = \beta_0 Z_K + \beta_1 Z_{K-1} + \dots + \beta_q Z_{K-q}$$

donde los coeficientes son constantes.

Podemos escribir usando el operador de retraso  $B$

$$B^j Y_k = Y_{k-j}, \quad \forall j$$

Entonces el proceso de promedios móviles puede expresarse como

$$Y_K = (\beta_0 + \beta_1 B + \dots + \beta_q B^q) Z_K = \theta(B) Z_K$$

donde  $\theta(B)$  es un polinomio en  $B$  de orden  $q$ .

## Proceso autorregresivo de orden p. AR(p)

Supongamos que  $\{Z_k\}$  es un proceso puramente aleatorio. Entonces un proceso  $\{Y_k\}$  se dice autorregresivo de orden p si

$$Y_k = \alpha_1 Y_{k-1} + \alpha_2 Y_{k-2} + \dots + \alpha_p Y_{k-p} + Z_k$$

Es como un modelo de regresión múltiple pero  $Y_k$  se regresa sobre sus valores pasados en lugar de usar un conjunto separado de variables predictoras.

Por simplicidad observemos el proceso de orden 1 AR(1)

$$\begin{aligned} Y_k &= \alpha Y_{k-1} + Z_k \\ &= \alpha(\alpha Y_{k-2} + Z_{k-1}) + Z_k \\ &= \alpha^2(\alpha Y_{k-3} + Z_{k-2}) + \alpha Z_{k-1} + Z_k \\ &= Z_k + \alpha Z_{k-1} + \alpha^2 Z_{k-2} + \dots \end{aligned}$$

Esto es, un proceso autorregresivo puede expresarse como un proceso de promedios móviles de orden infinito.

La posibilidad de que un proceso AR pueda expresarse como un proceso MA y viceversa significa que hay una dualidad entre estos procesos.

## Modelos mezclados arma

Una clase útil de modelos para series de tiempo se obtiene al combinar un proceso AR(p) y un proceso MA(q) denotado por ARMA(p,q), este proceso está dado por

$$Y_k = \alpha_1 Y_{k-1} + \alpha_2 Y_{k-2} + \dots + \alpha_p Y_{k-p} + Z_k + \beta_1 Z_{k-1} + \dots + \beta_q Z_{k-q}$$

o bien usando el operador B podemos escribir

$$\phi(B)Y_k = \theta(B)Z_k$$

donde

$$\phi(B) = 1 - \alpha_1 B - \dots - \alpha_p B^p$$

$$\theta(B) = 1 - \beta_1 B - \dots - \beta_q B^q$$

La importancia de los procesos ARMA (p,q) estriba en el hecho de que una serie de tiempo estacionaria puede ser modelada adecuadamente la mayoría de las veces por un modelo ARMA que involucra menos parámetros que los procesos puros MA o AR separadamente.

## ***Descripción de la Propuesta de solución.***

---

El INPC considera 8 conceptos en los que se va a analizar la inflación, estos se encuentran los productos de mayor consumo por a población de los distintos estratos económicos, los conceptos (para una mayor descripción de cada uno de los conceptos ver anexo 1) a los que nos referimos son:

1. Alimentos, bebidas y tabaco,
2. ropa, calzado y accesorios,
3. vivienda,
4. muebles, aparatos y accesorios domésticos,
5. salud y cuidado personal
6. transporte,
7. educación y esparcimiento, y,
8. otros servicios.

La tabla de los porcentajes de enero de 1982 a diciembre de 2005 se muestra a continuación:

Tabla 1

|   |                       |
|---|-----------------------|
| <a href="#">SP56368 ÍNDICE NACIONAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR CANASTA BÁSICA</a> |                       |
| <a href="#">INFLACIÓN ACUMULADA</a>   |                       |
| período: Ene 1982 – Dic 2005  | periodicidad: Mensual |
| cifra: Porcentajes  | unidad: Sin Unidad    |

| <b>FECHA</b>    | <b><a href="#">SP56368</a></b> | <b>FECHA</b>    | <b><a href="#">SP56368</a></b> | <b>FECHA</b>    | <b><a href="#">SP56368</a></b> |
|-----------------|--------------------------------|-----------------|--------------------------------|-----------------|--------------------------------|
| <b>Ene 1982</b> | 8.470                          | <b>Nov 1982</b> | 86.060                         | <b>Sep 1983</b> | 50.130                         |
| <b>Feb 1982</b> | 11.300                         | <b>Dic 1982</b> | 120.900                        | <b>Oct 1983</b> | 55.920                         |
| <b>Mar 1982</b> | 14.310                         | <b>Ene 1983</b> | 7.670                          | <b>Nov 1983</b> | 69.570                         |
| <b>Abr 1982</b> | 19.960                         | <b>Feb 1983</b> | 10.910                         | <b>Dic 1983</b> | 74.600                         |
| <b>May 1982</b> | 26.370                         | <b>Mar 1983</b> | 15.260                         | <b>Ene 1984</b> | 5.180                          |
| <b>Jun 1982</b> | 33.150                         | <b>Abr 1983</b> | 24.550                         | <b>Feb 1984</b> | 12.160                         |
| <b>Jul 1982</b> | 38.980                         | <b>May 1983</b> | 28.730                         | <b>Mar 1984</b> | 16.800                         |
| <b>Ago 1982</b> | 64.030                         | <b>Jun 1983</b> | 31.630                         | <b>Abr 1984</b> | 25.000                         |
| <b>Sep 1982</b> | 71.560                         | <b>Jul 1983</b> | 39.470                         | <b>May 1984</b> | 31.010                         |
| <b>Oct 1982</b> | 79.280                         | <b>Ago 1983</b> | 45.350                         | <b>Jun 1984</b> | 35.400                         |

| <b>FECHA</b>    | <a href="#"><u>SP56368</u></a> | <b>FECHA</b>    | <a href="#"><u>SP56368</u></a> | <b>FECHA</b>    | <a href="#"><u>SP56368</u></a> |
|-----------------|--------------------------------|-----------------|--------------------------------|-----------------|--------------------------------|
| <b>Jul 1984</b> | 38.720                         | <b>Abr 1988</b> | 34.000                         | <b>Ene 1992</b> | 1.020                          |
| <b>Ago 1984</b> | 40.430                         | <b>May 1988</b> | 34.430                         | <b>Feb 1992</b> | 1.450                          |
| <b>Sep 1984</b> | 43.900                         | <b>Jun 1988</b> | 35.020                         | <b>Mar 1992</b> | 1.960                          |
| <b>Oct 1984</b> | 50.780                         | <b>Jul 1988</b> | 36.510                         | <b>Abr 1992</b> | 2.200                          |
| <b>Nov 1984</b> | 55.130                         | <b>Ago 1988</b> | 37.020                         | <b>May 1992</b> | 2.950                          |
| <b>Dic 1984</b> | 61.820                         | <b>Sep 1988</b> | 36.500                         | <b>Jun 1992</b> | 3.840                          |
| <b>Ene 1985</b> | 10.860                         | <b>Oct 1988</b> | 37.740                         | <b>Jul 1992</b> | 4.580                          |
| <b>Feb 1985</b> | 15.930                         | <b>Nov 1988</b> | 39.500                         | <b>Ago 1992</b> | 5.410                          |
| <b>Mar 1985</b> | 19.760                         | <b>Dic 1988</b> | 41.570                         | <b>Sep 1992</b> | 5.990                          |
| <b>Abr 1985</b> | 21.820                         | <b>Ene 1989</b> | 2.740                          | <b>Oct 1992</b> | 6.700                          |
| <b>May 1985</b> | 24.140                         | <b>Feb 1989</b> | 3.060                          | <b>Nov 1992</b> | 7.210                          |
| <b>Jun 1985</b> | 26.250                         | <b>Mar 1989</b> | 3.430                          | <b>Dic 1992</b> | 8.080                          |
| <b>Jul 1985</b> | 28.610                         | <b>Abr 1989</b> | 4.200                          | <b>Ene 1993</b> | 1.260                          |
| <b>Ago 1985</b> | 32.800                         | <b>May 1989</b> | 4.500                          | <b>Feb 1993</b> | 2.260                          |
| <b>Sep 1985</b> | 36.810                         | <b>Jun 1989</b> | 5.000                          | <b>Mar 1993</b> | 3.190                          |
| <b>Oct 1985</b> | 41.670                         | <b>Jul 1989</b> | 5.360                          | <b>Abr 1993</b> | 3.700                          |
| <b>Nov 1985</b> | 46.470                         | <b>Ago 1989</b> | 5.770                          | <b>May 1993</b> | 4.050                          |
| <b>Dic 1985</b> | 61.320                         | <b>Sep 1989</b> | 6.650                          | <b>Jun 1993</b> | 4.310                          |
| <b>Ene 1986</b> | 11.880                         | <b>Oct 1989</b> | 8.920                          | <b>Jul 1993</b> | 4.930                          |
| <b>Feb 1986</b> | 17.210                         | <b>Nov 1989</b> | 10.310                         | <b>Ago 1993</b> | 5.570                          |
| <b>Mar 1986</b> | 23.210                         | <b>Dic 1989</b> | 15.390                         | <b>Sep 1993</b> | 5.950                          |
| <b>Abr 1986</b> | 30.850                         | <b>Ene 1990</b> | 7.650                          | <b>Oct 1993</b> | 6.560                          |
| <b>May 1986</b> | 37.950                         | <b>Feb 1990</b> | 9.010                          | <b>Nov 1993</b> | 6.990                          |
| <b>Jun 1986</b> | 46.800                         | <b>Mar 1990</b> | 10.040                         | <b>Dic 1993</b> | 7.530                          |
| <b>Jul 1986</b> | 54.470                         | <b>Abr 1990</b> | 11.640                         | <b>Ene 1994</b> | 1.010                          |
| <b>Ago 1986</b> | 74.260                         | <b>May 1990</b> | 13.910                         | <b>Feb 1994</b> | 1.850                          |
| <b>Sep 1986</b> | 85.170                         | <b>Jun 1990</b> | 18.150                         | <b>Mar 1994</b> | 2.720                          |
| <b>Oct 1986</b> | 95.660                         | <b>Jul 1990</b> | 20.250                         | <b>Abr 1994</b> | 3.320                          |
| <b>Nov 1986</b> | 109.690                        | <b>Ago 1990</b> | 22.380                         | <b>May 1994</b> | 3.730                          |
| <b>Dic 1986</b> | 125.330                        | <b>Sep 1990</b> | 23.450                         | <b>Jun 1994</b> | 4.170                          |
| <b>Ene 1987</b> | 6.960                          | <b>Oct 1990</b> | 25.220                         | <b>Jul 1994</b> | 4.660                          |
| <b>Feb 1987</b> | 14.430                         | <b>Nov 1990</b> | 29.470                         | <b>Ago 1994</b> | 5.170                          |
| <b>Mar 1987</b> | 21.580                         | <b>Dic 1990</b> | 33.640                         | <b>Sep 1994</b> | 5.830                          |
| <b>Abr 1987</b> | 34.830                         | <b>Ene 1991</b> | 2.820                          | <b>Oct 1994</b> | 6.620                          |
| <b>May 1987</b> | 45.830                         | <b>Feb 1991</b> | 4.580                          | <b>Nov 1994</b> | 7.190                          |
| <b>Jun 1987</b> | 57.240                         | <b>Mar 1991</b> | 6.130                          | <b>Dic 1994</b> | 8.100                          |
| <b>Jul 1987</b> | 68.790                         | <b>Abr 1991</b> | 6.480                          | <b>Ene 1995</b> | 4.510                          |
| <b>Ago 1987</b> | 84.090                         | <b>May 1991</b> | 6.970                          | <b>Feb 1995</b> | 9.000                          |
| <b>Sep 1987</b> | 94.410                         | <b>Jun 1991</b> | 7.740                          | <b>Mar 1995</b> | 18.720                         |
| <b>Oct 1987</b> | 106.870                        | <b>Jul 1991</b> | 8.430                          | <b>Abr 1995</b> | 31.110                         |
| <b>Nov 1987</b> | 118.790                        | <b>Ago 1991</b> | 9.070                          | <b>May 1995</b> | 35.830                         |
| <b>Dic 1987</b> | 155.880                        | <b>Sep 1991</b> | 9.820                          | <b>Jun 1995</b> | 39.360                         |
| <b>Ene 1988</b> | 20.060                         | <b>Oct 1991</b> | 11.180                         | <b>Jul 1995</b> | 42.070                         |
| <b>Feb 1988</b> | 29.000                         | <b>Nov 1991</b> | 17.610                         | <b>Ago 1995</b> | 44.070                         |
| <b>Mar 1988</b> | 32.350                         | <b>Dic 1991</b> | 22.320                         | <b>Sep 1995</b> | 46.620                         |

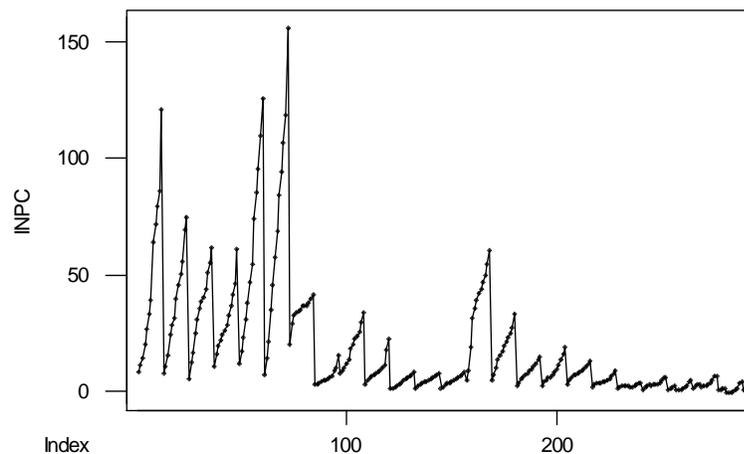
| FECHA    | <a href="#">SP56368</a> | FECHA    | <a href="#">SP56368</a> | FECHA    | <a href="#">SP56368</a> |
|----------|-------------------------|----------|-------------------------|----------|-------------------------|
| Oct 1995 | 49.610                  | Mar 1999 | 5.920                   | Ago 2002 | 3.090                   |
| Nov 1995 | 54.490                  | Abr 1999 | 6.890                   | Sep 2002 | 3.538                   |
| Dic 1995 | 60.570                  | May 1999 | 6.960                   | Oct 2002 | 4.490                   |
| Ene 1996 | 4.750                   | Jun 1999 | 7.600                   | Nov 2002 | 6.010                   |
| Feb 1996 | 7.370                   | Jul 1999 | 8.270                   | Dic 2002 | 6.060                   |
| Mar 1996 | 9.870                   | Ago 1999 | 8.730                   | Ene 2003 | 0.860                   |
| Abr 1996 | 13.440                  | Sep 1999 | 9.410                   | Feb 2003 | 1.360                   |
| May 1996 | 15.360                  | Oct 1999 | 10.430                  | Mar 2003 | 1.910                   |
| Jun 1996 | 17.410                  | Nov 1999 | 11.970                  | Abr 2003 | 2.080                   |
| Jul 1996 | 19.280                  | Dic 1999 | 13.150                  | May 2003 | 0.750                   |
| Ago 1996 | 21.190                  | Ene 2000 | 1.540                   | Jun 2003 | 0.790                   |
| Sep 1996 | 22.860                  | Feb 2000 | 2.660                   | Jul 2003 | 0.780                   |
| Oct 1996 | 24.750                  | Mar 2000 | 3.350                   | Ago 2003 | 1.090                   |
| Nov 1996 | 27.150                  | Abr 2000 | 3.670                   | Sep 2003 | 1.540                   |
| Dic 1996 | 33.300                  | May 2000 | 3.550                   | Oct 2003 | 2.210                   |
| Ene 1997 | 2.370                   | Jun 2000 | 3.850                   | Nov 2003 | 4.240                   |
| Feb 1997 | 3.800                   | Jul 2000 | 4.260                   | Dic 2003 | 4.710                   |
| Mar 1997 | 5.040                   | Ago 2000 | 4.830                   | Ene 2004 | 1.180                   |
| Abr 1997 | 6.180                   | Sep 2000 | 5.370                   | Feb 2004 | 2.110                   |
| May 1997 | 7.020                   | Oct 2000 | 6.280                   | Mar 2004 | 2.730                   |
| Jun 1997 | 7.930                   | Nov 2000 | 7.900                   | Abr 2004 | 2.870                   |
| Jul 1997 | 8.640                   | Dic 2000 | 8.740                   | May 2004 | 1.880                   |
| Ago 1997 | 9.290                   | Ene 2001 | 0.980                   | Jun 2004 | 2.170                   |
| Sep 1997 | 10.540                  | Feb 2001 | 1.780                   | Jul 2004 | 2.419                   |
| Oct 1997 | 11.850                  | Mar 2001 | 2.290                   | Ago 2004 | 3.090                   |
| Nov 1997 | 13.400                  | Abr 2001 | 2.540                   | Sep 2004 | 3.610                   |
| Dic 1997 | 14.890                  | May 2001 | 2.200                   | Oct 2004 | 4.470                   |
| Ene 1998 | 2.220                   | Jun 2001 | 2.440                   | Nov 2004 | 6.310                   |
| Feb 1998 | 4.090                   | Jul 2001 | 1.770                   | Dic 2004 | 6.730                   |
| Mar 1998 | 4.990                   | Ago 2001 | 1.820                   | Ene 2005 | 0.440                   |
| Abr 1998 | 5.760                   | Sep 2001 | 2.500                   | Feb 2005 | 0.700                   |
| May 1998 | 5.860                   | Oct 2001 | 2.920                   | Mar 2005 | 1.070                   |
| Jun 1998 | 7.270                   | Nov 2001 | 3.770                   | Abr 2005 | 0.890                   |
| Jul 1998 | 8.210                   | Dic 2001 | 3.830                   | May 2005 | -0.640                  |
| Ago 1998 | 9.450                   | Ene 2002 | 0.850                   | Jun 2005 | -0.500                  |
| Sep 1998 | 11.360                  | Feb 2002 | 1.890                   | Jul 2005 | -0.340                  |
| Oct 1998 | 13.350                  | Mar 2002 | 2.410                   | Ago 2005 | -0.060                  |
| Nov 1998 | 16.010                  | Abr 2002 | 2.810                   | Sep 2005 | 0.390                   |
| Dic 1998 | 18.950                  | May 2002 | 2.610                   | Oct 2005 | 1.240                   |
| Ene 1999 | 2.830                   | Jun 2002 | 2.790                   | Nov 2005 | 3.350                   |
| Feb 1999 | 4.640                   | Jul 2002 | 2.730                   | Dic 2005 | 3.880                   |

Con estos datos de la inflación que son porcentajes veamos con MINITAB 13.0 como se comporta la gráfica de la serie de tiempo (gráfica 1), no consideraremos los meses de noviembre y diciembre de 2005, para poder evaluar el modelo al que se llegue y constatar

si este tiene valides, es decir, si funciona para predicciones o solo nos sirve para modelar la serie de datos e indicarnos que comportamiento ha tenido.

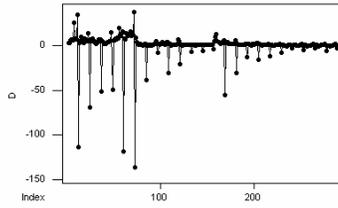
Como se pede observar en la grafica 1 existe una estacionalidad, es decir que con el tiempo se repiten, los puntos más altos en la gráfica de la serie de tiempo son con un periodo de longitudinal de tiempo igual, pero la altura de los puntos es de distinta magnitud, para realizar el análisis de estos datos tenemos que remover la estacionalidad e ir determinando los valores del modelo que vamos a ocupar.

Grafica 1

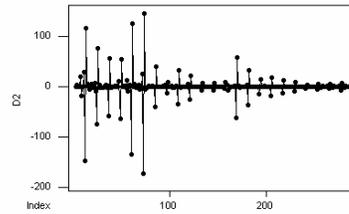


Aplicaremos una primera diferencia de longitud 1 ó delta ( $\nabla$ ) y una segunda diferencia ó delta cuadrada ( $\nabla^2$ ) para remover la tendencia, tratando de hacer mas estable y con una mejor línea para determinar el modelo, además removeremos la estacionalidad con una diferencia de longitud 12 ó delta 12 ( $\nabla_{12}$ ), y algunas posibles combinaciones de estos términos para determinar los valores del modelo y veamos las graficas de cada uno de estos.

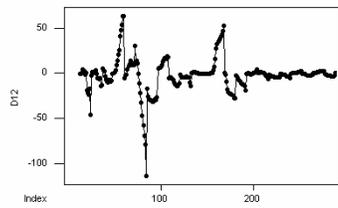
Gráfica 2 ( $\nabla$ )



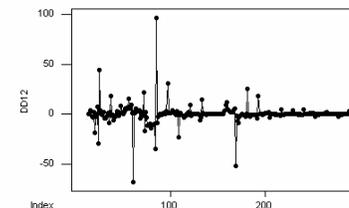
Gráfica 3 ( $\nabla^2$ )



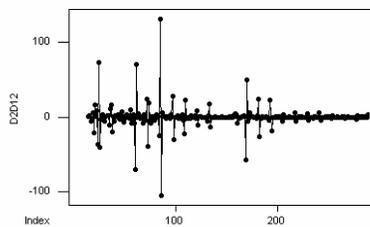
Gráfica 4 ( $\nabla_{12}$ )



Gráfica 5 ( $\nabla\nabla_{12}$ )



Gráfica 6 ( $\nabla^2\nabla_{12}$ )



Un criterio para decidir que grafica es estacionaria es cuando el proceso tiene estabilidad, es decir permanece en equilibrio estadístico. Otro criterio es el de la varianza de las diferencias para corroborar lo que ya se menciono de lo observado en las gráficas, pero para no descartar solo visualmente, analicemos la variación de todas las series generadas a partir de las diferencias, es decir las estadísticas.

**Descriptive Statistics: INPC, D, D2, D12, DD12, D2D12**

Tabla 2

| Variable | N   | N* | Mean   | Median | TrMean | StDev  |
|----------|-----|----|--------|--------|--------|--------|
| INPC     | 289 | 0  | 18.950 | 7.900  | 15.560 | 24.860 |
| D        | 288 | 1  | -0.027 | 0.935  | 1.907  | 15.763 |
| D2       | 287 | 2  | -0.020 | 0.050  | 0.250  | 24.150 |
| D12      | 277 | 12 | -2.040 | -0.800 | -2.150 | 17.950 |
| DD12     | 276 | 13 | 0.004  | -0.060 | -0.024 | 10.104 |
| D2D12    | 275 | 14 | 0.010  | -0.010 | -0.016 | 15.346 |

Aquí como podemos darnos cuenta de la desviación estándar de la serie DD12 ó  $(\nabla\nabla_{12})$  es  $\sigma^2 = 10.104$ , es decir que esta es la menor de las desviaciones estándar estos valores, por lo tanto será la serie que usemos para determinar los valores del modelo ARIMA con componente estacional (SARIMA).

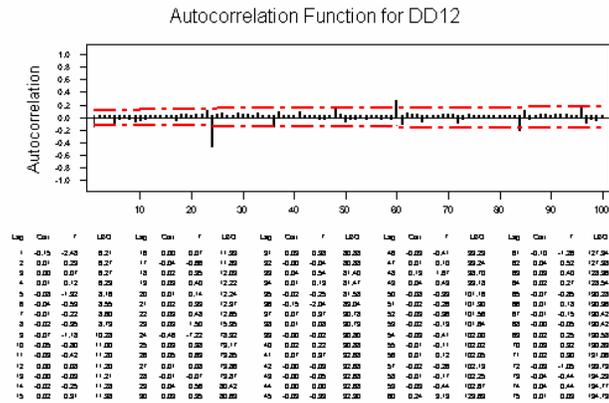
El modelo SARIMA esta formada de dos componentes, el componente no estacional con parámetros (p, d, q) y el componente estacional con parámetros (P, D, Q).

Como estamos considerando que el modelo que vamos a analizar a fondo es  $(\nabla\nabla_{12})$ , este nos indica de primer momento que tenemos un factor de diferencias de orden 1 para la parte estacional, es decir,  $d = 1$  y para la parte no estacional tenemos una diferencia de orden 12 dicho de otra manera un parámetro  $D = 1$ , ya están determinados los primeros parámetros de nuestro modelo ARIMA.

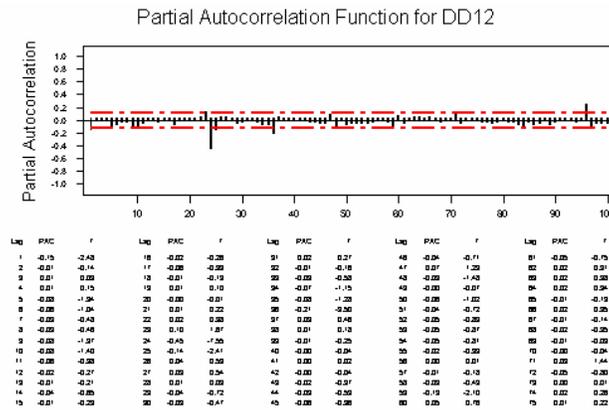
$$SARIMA(p, 1, q) \times (P, 1, Q)_{12}$$

Ahora determinemos los demás parámetros de nuestro modelo, y esto lo aremos a través del autocorrelograma y el autocorrelograma parcial de la serie generada por las diferencias  $(\nabla\nabla_{12})$ , que veremos a continuación.

Grafica 7



Grafica 8



Podemos observar en el autocorrelograma que los lags 24, 36 48 y 60 van en orden decreciente con valores -0.46, -0.15, 0.13, 0.24 mientras que el lag de orden 12 es cero, y en la autocorrelación parcial es totalmente decreciente los lags de manera muy similar a la autocorrelación, de aquí podemos elegir los parámetros P y Q de la parte estacionaria, como el primer lag significativo en la autocorrelación es el de orden 24 tenemos un proceso en el concepto autoregresiva de la parte estacionaria de orden 2 y en el concepto de medias móviles de la parte estacionarias de orden 1.

El modelo ARIMA quedaría expresado de la siguiente manera:

$$SARIMA(p, 1, q) \times (2, 1, 1)_{12}$$

Entre los primeros valores de correlación y correlación parcial solo uno (el primero) parece significativo por tanto es posible postular el modelo  $ARIMA(1,1,1)$  para la parte no estacional.

Ahora nos queda probar con los siguientes modelos, para valorar cual modela mejor la serie de tiempo de la inflación en México vista a través del INPC, los modelos son los siguientes:

$$SARIMA(1, 1, 1) \times (2, 1, 1)_{12}$$

$$SARIMA(1, 1, 0) \times (2, 1, 1)_{12}$$

$$SARIMA(0, 1, 1) \times (2, 1, 1)_{12}$$

Observemos los datos que arroja el análisis del modelo:

Final Estimates of Parameters

| Type     | Coef    | SE Coef | T     | P     |
|----------|---------|---------|-------|-------|
| AR 1     | -0.3223 | 0.3702  | 0.04  | 0.384 |
| SAR 12   | 0.2948  | 0.1043  | 4.06  | 0.000 |
| SAR 24   | -0.5412 | 0.3646  | 0.48  | 0.000 |
| MA 1     | -0.1741 | 0.0727  | 10.66 | 0.651 |
| SMA 12   | 0.4349  | 0.1068  | -0.01 | 0.000 |
| Constant | 0.4349  | 0.1068  | -0.01 | 0.950 |

Differencing: 1 regular, 1 seasonal of order 12  
 Number of observations: Original series 286, after differencing 273  
 Residuals: SS = 18540.9 (backforecasts excluded)  
 MS = 69.4 DF = 267

Ver gráficas (Anexo 2)

Con este valor de  $P = 0.950$  en el termino constante no es significativo en el modelo, al igual que los valores de  $P$  en el termino autorregresivo de orden 1 (AR 1) y medias móviles de orden 1 (MA 1), determinamos que un valor constante no nos aporta al modelo  $SARIMA(1,1,1) \times (2,1,1)_{12}$  nada y lo desechamos, por esto decidimos quitar el termino constante primero, dado que es el menos significativo.

Y realizamos nuevamente el análisis para el modelo  $SARIMA(1,1,1)\times(2,1,1)_{12}$  sin término constante.

Final Estimates of Parameters

| Type   | Coef    | SE Coef | T      | P     |
|--------|---------|---------|--------|-------|
| AR 1   | -0.3212 | 0.3701  | -0.87  | 0.386 |
| SAR 12 | 0.2978  | 0.0777  | 3.83   | 0.000 |
| SAR 24 | -0.5414 | 0.0530  | -10.21 | 0.000 |
| MA 1   | -0.1735 | 0.3847  | 0.45   | 0.652 |
| SMA 12 | 0.4362  | 0.0872  | 5.00   | 0.000 |

Differencing: 1 regular, 1 seasonal of order 12  
 Number of observations: Original series 286, after differencing 273  
 Residuals: SS = 18542.7 (backforecasts excluded)  
 MS = 69.2 DF = 268

Ver gráficas anexo 3.

Tenemos las gráficas muy parecidas y continuamos con los valores de P siendo no significativos en el modelo  $SARIMA(1,1,1)\times(2,1,1)_{12}$  sin termino constante, procedemos a cambiar los valores de los términos de p y q en la parte no estacional y probaremos con los modelos  $SARIMA(1,1,0)\times(2,1,1)_{12}$  y  $SARIMA(0,1,1)\times(2,1,1)_{12}$ .

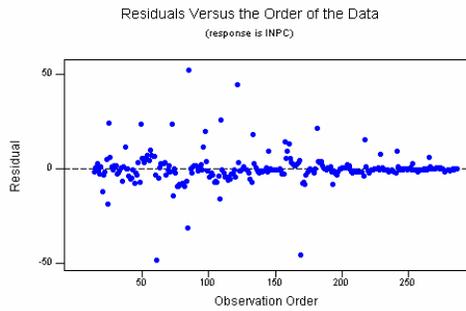
Estimación del modelo  $SARIMA(0,1,1)\times(2,1,1)_{12}$

Final Estimates of Parameters

| Type   | Coef   | SE Coef | T      | P     |
|--------|--------|---------|--------|-------|
| SAR 12 | 0.2961 | 0.0773  | 3.83   | 0.000 |
| SAR 24 | 0.5413 | 0.0531  | -10.19 | 0.000 |
| MA 1   | 0.1379 | 0.0604  | 2.28   | 0.023 |
| SMA 12 | 0.4404 | 0.0865  | 5.09   | 0.000 |

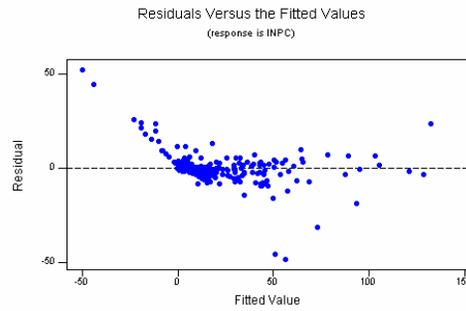
Differencing: 1 regular, 1 seasonal of order 12  
 Number of observations: Original series 286, after differencing 273  
 Residuals: SS = 18591.2 (backforecasts excluded)  
 MS = 69.1 DF = 269

Gráfica 9



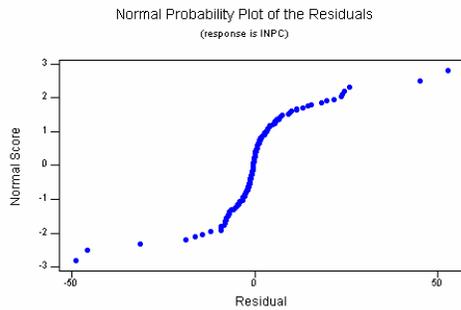
Gráfica de residuos contra el orden del modelo  $SARIMA(0,1,1) \times (2,1,1)_2$  no presentan correlaciones ni efectos estacionales, es ser aleatoria y tiene varianza constante.

Gráfica 10



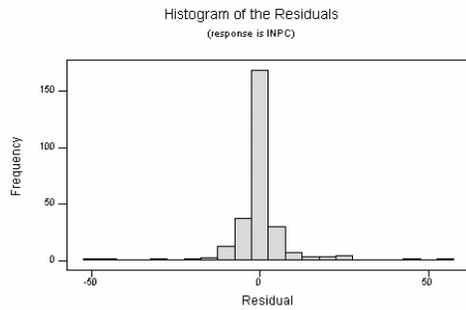
Aquí se presenta buena adecuación del modelo, aun que cuenta con valores extremos.

Gráfica 11



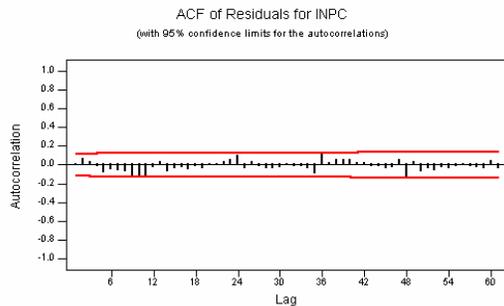
En esta gráfica estamos probando la normalidad de los residuos y si cumplen con este supuesto.

Gráfica 12



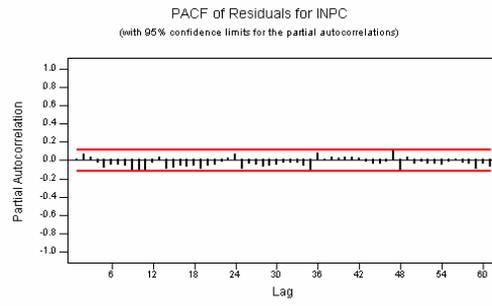
Aquí podemos observar que los errores tienen un comportamiento normal

Gráfica 13



En esta gráficas se observa la independencia de los errores todo esto con al fin de probar la normalidad con  $(\mu = 0, \sigma^2 = cte.)$ . e independencia de los errores.

Gráfica 14



Para el modelo  $SARIMA(0,1,1) \times (2,1,1)_{12}$  estas son las estadísticas y tentativamente es un buen modelo dado que las estadísticas de P dicen que todos los parámetros para este modelo son significativos, y las graficas nos pronostican que no tenemos dependencia de los errores y son normales con  $(\mu = 0, \sigma^2 = cte.)$  pero hasta descartar con los valores de las estadísticas del modelo  $SARIMA(1,1,0) \times (2,1,1)_{12}$ , pero aun nos falta descartar el modelo  $SARIMA(1,1,0) \times (2,1,1)_{12}$ .

En caso de que el modelo  $SARIMA(1,1,0) \times (2,1,1)_{12}$  también resulta con buenos niveles de significancia entonces la decisión seria compara los modelos para ver cual nos da una mejor predicción con respecto al las predicciones.

#### Estimación del modelo $SARIMA(1,1,0) \times (2,1,1)_{12}$

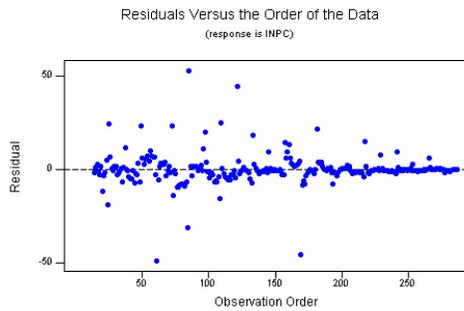
Final Estimates of Parameters

| Type   | Coef    | SE Coef | T      | P     |
|--------|---------|---------|--------|-------|
| SAR 12 | 0.1518  | 0.0602  | -2.52  | 0.012 |
| SAR 24 | -0.2978 | 0.0782  | 3.81   | 0.000 |
| MA 1   | 0.5334  | 0.0531  | -10.04 | 0.000 |
| SMA 12 | 0.4410  | 0.0874  | 5.05   | 0.000 |

Differencing: 1 regular, 1 seasonal of order 12  
 Number of observations: Original series 286, after differencing 273  
 Residuals: SS = 18566.4 (backforecasts excluded)  
 MS = 69.0 DF = 269

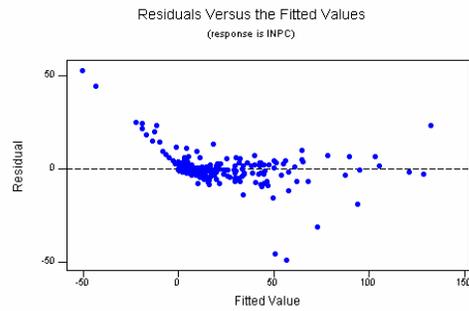
Veamos como funcionan los modelos al momento de predecir los datos de noviembre y diciembre con cada uno de los modelos ya seleccionados como los que mejor predicen y comparemos cual se parece mas a los datos de la serie.

Gráfica 15



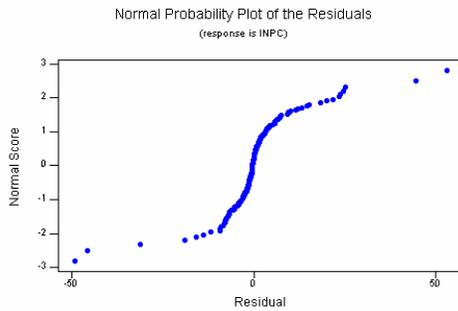
Gráfica de residuos contra el orden del modelo  $SARIMA(0,1,1) \times (2,1,1)_{12}$  no presentan correlaciones ni efectos estacionales, es ser aleatoria y tiene varianza constante.

Gráfica 16



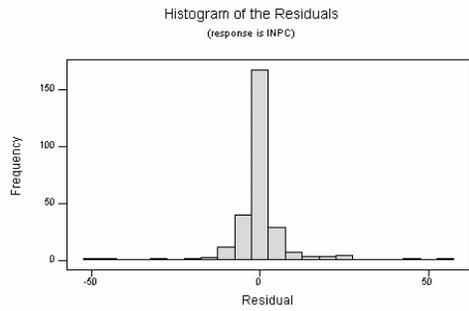
Aquí se presenta buena adecuación del modelo, aun que cuenta con valores extremos.

Gráfica 17



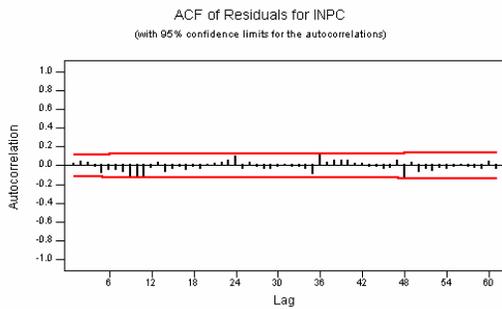
En esta gráfica estamos probando la normalidad de los residuos y si cumplen con este supuesto.

Gráfica 18



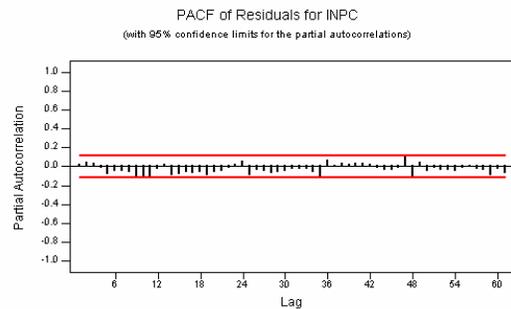
Aquí podemos observar que los errores tienen un comportamiento normal

Gráfica 19



En esta gráficas se observa la independencia de los errores todo esto con al fin de probar la normalidad con  $(\mu = 0, \sigma^2 = cte.)$  e independencia de los errores.

Gráfica 20

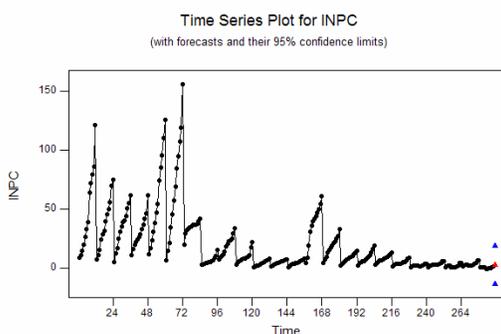


## Conclusiones y sugerencias.

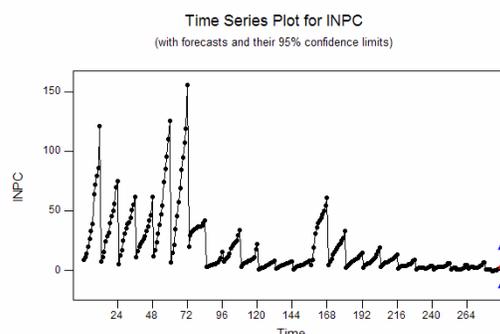
Con los modelos que ya elegimos probemos como nos predicen los datos a futuro, es decir como nos modelan la serie para los meses de noviembre y diciembre, meses con los que ya contamos y solo vamos a probar si el modelo es bueno y que acercamiento tenemos de la predicción a los datos reales.

Comenzaremos con las gráficas de las predicciones de los modelos como siguen:

Gráfica  $SARIMA(1,1,0) \times (2,1,1)_{12}$



Gráfica  $SARIMA(0,1,1) \times (2,1,1)_{12}$



$SARIMA(0,1,1) \times (2,1,1)_{12}$

| Period | Forecast | Lower    | Upper   | Actual |
|--------|----------|----------|---------|--------|
| 287    | 2.7426   | -13.5550 | 19.0401 | 3.350  |

### Final Estimates of Parameters

| Type   | Coef    | SE Coef | T      | P     |
|--------|---------|---------|--------|-------|
| SAR 12 | 0.2961  | 0.0773  | 3.83   | 0.000 |
| SAR 24 | -0.5413 | 0.0531  | -10.19 | 0.000 |
| MA 1   | 0.1379  | 0.0604  | 2.28   | 0.023 |
| SMA 12 | 0.4404  | 0.0865  | 5.09   | 0.000 |

Differencing: 1 regular, 1 seasonal of order 12

Number of observations: Original series 286, after differencing 273

Residuals: SS = 18591.2 (backforecasts excluded)  
MS = 69.1 DF = 269

$$SARIMA(1,1,0) \times (2,1,1)_{12}$$

Final Estimates of Parameters

| Type   | Coef    | SE Coef | T      | P     |
|--------|---------|---------|--------|-------|
| AR 1   | -0.1518 | 0.0602  | -2.52  | 0.012 |
| SAR 12 | 0.2978  | 0.0782  | 3.81   | 0.000 |
| SAR 24 | -0.5334 | 0.0531  | -10.04 | 0.000 |
| SMA 12 | 0.4410  | 0.0874  | 5.05   | 0.000 |

Differencing: 1 regular, 1 seasonal of order 12

Number of observations: Original series 286, after differencing 273

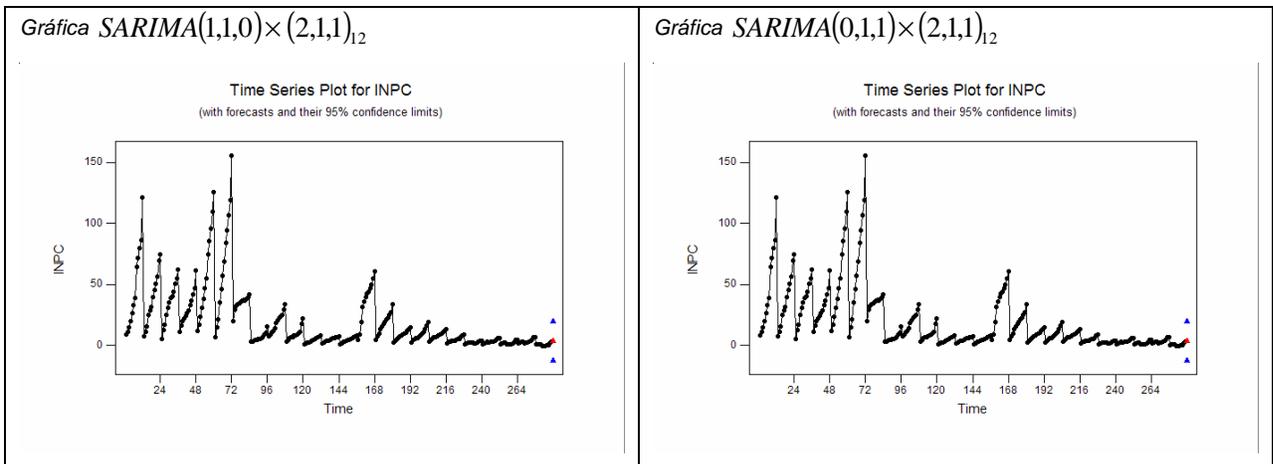
Residuals: SS = 18566.4 (backforecasts excluded)

MS = 69.0 DF = 269

| Period | Forecast | Lower    | Upper   | Actual |
|--------|----------|----------|---------|--------|
| 287    | 2.7452   | -13.5414 | 19.0319 | 3.350  |

*Realmente es poca la diferencia entre los dos modelos al momento de predecir el valor actual del INPC en el mes de noviembre, y solo hacemos una predicción debido al bajo orden de la parte de medias móviles en el modelo  $SARIMA(1,1,0) \times (2,1,1)_{12}$  al igual pasa en el modelo  $SARIMA(0,1,1) \times (2,1,1)_{12}$  con un orden bajo en el coeficiente de media móviles, en ambos casos estos coeficientes no nos permiten predecir mas adelante de un mes.*

*Basado en la suma de los errores al cuadrado (SS) el modelo  $SARIMA(1,1,0) \times (2,1,1)_{12}$  es ligeramente mejor, además de que los intervalos de confianza son ligeramente más pequeños, es decir es mejor el modelo  $SARIMA(1,1,0) \times (2,1,1)_{12}$ .*



$$SARIMA(0,1,1) \times (2,1,1)_{12}$$

Final Estimates of Parameters

| Type   | Coef    | SE Coef | T      | P     |
|--------|---------|---------|--------|-------|
| SAR 12 | 0.2961  | 0.0772  | 3.84   | 0.000 |
| SAR 24 | -0.5413 | 0.0530  | -10.20 | 0.000 |
| MA 1   | 0.1380  | 0.0603  | 2.29   | 0.023 |
| SMA 12 | 0.4404  | 0.0863  | 5.10   | 0.000 |

Differencing: 1 regular, 1 seasonal of order 12

Number of observations: Original series 287, after differencing 274

Residuals: SS = 18591.7 (backforecasts excluded)  
MS = 68.9 DF = 270

| Period | Forecast | Lower    | Upper   | Actual |
|--------|----------|----------|---------|--------|
| 288    | 3.5929   | -12.6746 | 19.8604 | 3.880  |

$$SARIMA(1,1,0) \times (2,1,1)_{12}$$

| Type   | Coef    | SE Coef | T      | P     |
|--------|---------|---------|--------|-------|
| AR 1   | -0.1518 | 0.0601  | -2.52  | 0.012 |
| SAR 12 | 0.2978  | 0.0780  | 3.82   | 0.000 |
| SAR 24 | -0.5334 | 0.0530  | -10.06 | 0.000 |
| SMA 12 | 0.4410  | 0.0872  | 5.05   | 0.000 |

Differencing: 1 regular, 1 seasonal of order 12

Number of observations: Original series 287, after differencing 274

Residuals: SS = 18566.8 (backforecasts excluded)  
MS = 68.8 DF = 270

| Period | Forecast | Lower    | Upper   | Actual |
|--------|----------|----------|---------|--------|
| 288    | 3.5847   | -12.6719 | 19.8413 | 3.880  |

*Realmente es poca la diferencia entre los dos modelos al momento de predecir el valor actual del INPC en el mes de diciembre, basado en la suma de los errores al cuadrado (SS) el modelo  $SARIMA(1,1,0) \times (2,1,1)_{12}$  es ligeramente mejor, además de que los intervalos de confianza son ligeramente más pequeños, es decir es mejor el modelo  $SARIMA(0,1,1) \times (2,1,1)_{12}$ .*

Los modelos ARIMA tienen muchas aplicaciones, una de ellas es las predicciones a futuro de la inflación, por ser un modelo autorregresivo de orden bajo ó de medias móviles de orden bajo no podemos hacer mas predicciones de una y la sugerencia seria ir actualizando la serie con datos reales para poder seguir con las predicciones.

Se sugiere para un trabajo futuro se estudien los modelos de intervención dinámica, es debido a que las devaluaciones en los datos de la serie, requieren un estudio mas a fondo.

Con las devaluaciones en la serie, en los puntos en donde se encuentran estas. Se cambia e modelo, por tanto es difícil tomar todos los datos para hacer el análisis de la inflación en México.

Las devaluaciones han sido las siguientes desde 1948 hasta la actualidad:

Crónica de las devaluaciones del peso mexicano

| Año     | Pesos por dólar antes de la devaluación | Pesos por dólar después de la devaluación | Porcentaje de la devaluación | Presidente de México   |
|---------|---|---|------------------------------|------------------------|
| 1948-49 | 4.85                                    | 8.65                                      | 78%                          | Miguel Alemán V.       |
| 1954    | 8.65                                    | 12.50                                     | 45%                          | Adolfo Ruiz Cortínez   |
| 1976    | 12.50                                   | 20.60                                     | 65%                          | Luis Echeverría A.     |
| 1976-82 | 20.60                                   | 70.00                                     | 240%                         | José López Portillo    |
| 1982-88 | 70.00                                   | 2 285.00                                  | 3 164%                       | Miguel de la Madrid H. |
| 1988-94 | 2 885.00                                | 3 450.00<br>(N\$ 3.45)                    | 51%                          | Carlos Salinas de G.   |
| 1994-00 | 3.45                                    | 9.45                                      | 174%                         | Ernesto Zedillo        |
| 2000-   | 9.45                                    | 11.63                                     | 23.07                        | Vicente Fox Q.         |

## **Bibliografía.**

---

- Arnau, J. (1995). *Diseños Longitudinales Aplicados a las Ciencias Sociales y del Comportamiento*. México: Limusa.
- Bergman, L.S... Eklund, G., y Magnusson, D. (1991). Studying individual development: problems and methods. En D. Magnusson, L.R. Bergman, G. Rudinger y B. Torestad (Eds.), *Problems and Methods in Longitudinal Research: Stability and Change*. Nueva York: Cambridge University Press.
- Bock, R.D. (1979). Univariate and multivariate analysis of variance of time-structured data. En J.R. Nesselroade y P.B. Baltes (Eds.), *Longitudinal Research in the Study of Behavior and Development*. Nueva York: Academic Press.
- Box, G.E.P., Jenkins, G.M. (1970). *Time-Series Analysis: Forecasting and Control*. San Francisco, Holden Day.
- Box, G.E.P., y Tiao, G.C. (1965). A change in level of a nonstationary time series. *Biometrika*, 52, 181-192.
- Campbell, D.T. (1969). Reforms as experiments. *American Psychologist*, 24, 409-429.
- Campbell, D.T., y Stanley, J.C. (1963). Experimental and quasiexperimental designs for research on teaching. En N.L. Gage (Ed.), *Handbook of Research on Teaching*. Chicago: Rand McNally. (Publicado también como *Experimental and Quasiexperimental Designs for Research*. Chicago: Rand McNally, 1966).
- Fisher, R.A. (1935). *The Design of Experiments*. Londres: Oliver and Boyd.
- <http://www.banxico.org.mx>
- <http://es.wikipedia.org/>

## **Anexos**

---

|   |             |
|---|-------------|
| <b>Anexo 1:</b> Descripción de los conceptos englobados en la canasta básica.....   | <b>I</b>    |
| <b>Anexo 2:</b> Graficas de normalidad, histograma de residuos, autocorrelograma, autocorrelograma parcial de residuos del modelo $ARIMA(1,1,1)X(2,1,1)$ con termino constante..... | <b>VIII</b> |
| <b>Anexo 3:</b> Graficas de normalidad, histograma de residuos, autocorrelograma, autocorrelograma parcial de residuos del modelo $ARIMA(1,1,1)X(2,1,1)$ con termino constante..... | <b>IX</b>   |

**Anexo 1:** Descripción de los conceptos englobados en la canasta básica.

| <b>CONCEPTO</b>                          | <b>Ponderación</b> |
|--|--------------------|
| <b>Alimentos, bebidas y tabaco</b>       | <b>22.74156</b>    |
|  |                    |
| Aceites y grasas vegetales comestibles   | 0.32098            |
| Agua embotellada                         | 0.35455            |
| Aguacate                                 | 0.13057            |
| Arroz                                    | 0.15001            |
| Atún y sardina en lata                   | 0.14472            |
| Azúcar                                   | 0.20734            |
| Barbacoa o birria                        | 0.22119            |
| Bistec de res                            | 1.14286            |
| Brandy                                   | 0.10091            |
| Café soluble                             | 0.11826            |
| Café tostado                             | 0.03293            |
| Calabacita                               | 0.07865            |
| Camarón                                  | 0.08894            |
| Carne molida de res                      | 0.57050            |
| Carnes secas                             | 0.04324            |
| Carnitas                                 | 0.25392            |
| Cebolla                                  | 0.13590            |
| Cereales en hojuelas                     | 0.26113            |
| Cerveza                                  | 1.46330            |
| Cigarrillos                              | 0.60021            |
| Concentrados de pollo y sal              | 0.04611            |
| Concentrados para refrescos              | 0.08261            |
| Cortes especiales de res                 | 0.06623            |
| Crema de leche                           | 0.10468            |
| Chayote                                  | 0.03038            |
| Chícharo                                 | 0.04753            |
| Chile poblano                            | 0.05460            |
| Chile seco                               | 0.03197            |
| Chile serrano                            | 0.06715            |
| Chiles procesados                        | 0.07877            |
| Chocolate                                | 0.06008            |
| Chorizo                                  | 0.15592            |
| Chuletas de cerdo                        | 0.14242            |
| Chuletas y costillas de res              | 0.17856            |
| Dulces, cajetas y miel                   | 0.04674            |
| Durazno                                  | 0.03680            |
| Ejotes                                   | 0.02171            |
| Frijol                                   | 0.31594            |
| Frutas y legumbres preparadas para bebés | 0.02619            |
| Galletas populares                       | 0.08369            |
| Gelatina en polvo                        | 0.03107            |
| Guachinango                              | 0.03465            |

|   |         |
|---|---------|
| Guayaba                                   | 0.02709 |
| Harinas de trigo                          | 0.03036 |
| Helados                                   | 0.04832 |
| Hígado de res                             | 0.04902 |
| Huevo                                     | 0.53375 |
| Jamón                                     | 0.44869 |
| Jitomate                                  | 0.49532 |
| Jugos o néctares envasados                | 0.15528 |
| Leche en polvo                            | 0.11612 |
| Leche evaporada, condensada y maternizada | 0.04742 |
| Leche pasteurizada y fresca               | 1.86485 |
| Lechuga y col                             | 0.05315 |
| Limón                                     | 0.07816 |
| Lomo                                      | 0.05338 |
| Maíz                                      | 0.02359 |
| Mango                                     | 0.09072 |
| Mantequilla                               | 0.02321 |
| Manzana                                   | 0.20787 |
| Masa y harinas de maíz                    | 0.03616 |
| Mayonesa y mostaza                        | 0.09138 |
| Melón                                     | 0.05059 |
| Mojarra                                   | 0.08689 |
| Naranja                                   | 0.14212 |
| Nopales                                   | 0.03738 |
| Otras conservas de frutas                 | 0.03403 |
| Otras frutas                              | 0.06578 |
| Otras galletas                            | 0.04683 |
| Otras legumbres                           | 0.11626 |
| Otras legumbres secas                     | 0.02497 |
| Otras vísceras de res                     | 0.03268 |
| Otros alimentos cocinados                 | 0.52718 |
| Otros condimentos                         | 0.03838 |
| Otros cortes de carne                     | 0.05480 |
| Otros chiles frescos                      | 0.05904 |
| Otros embutidos                           | 0.06229 |
| Otros licores                             | 0.13751 |
| Otros mariscos                            | 0.04254 |
| Otros pescados                            | 0.09341 |
| Otros pescados y mariscos en conserva     | 0.02969 |
| Otros quesos                              | 0.07393 |
| Pan blanco                                | 0.21603 |
| Pan de caja                               | 0.18499 |
| Pan dulce                                 | 0.52608 |
| Papa                                      | 0.23429 |
| Papas fritas y similares                  | 0.09672 |
| Papaya                                    | 0.08775 |
| Pasta para sopa                           | 0.13527 |
| Pastelillos y pasteles                    | 0.05700 |
| Pepino                                    | 0.02805 |

|   |                |
|---|----------------|
| Pera                                    | 0.03865        |
| Pierna                                  | 0.02750        |
| Piña                                    | 0.03101        |
| Pizzas                                  | 0.12712        |
| Plátanos                                | 0.17775        |
| Pollo en piezas                         | 1.05177        |
| Pollo entero                            | 0.15197        |
| Pollos rostizados                       | 0.22964        |
| Pulpa de cerdo                          | 0.19002        |
| Puré de tomate y sopas enlatadas        | 0.03723        |
| Queso amarillo                          | 0.02749        |
| Queso fresco                            | 0.24055        |
| Queso manchego o Chihuahua              | 0.09869        |
| Queso Oaxaca o asadero                  | 0.14712        |
| Refrescos envasados                     | 1.45187        |
| Retazo                                  | 0.16479        |
| Robalo y mero                           | 0.04029        |
| Ron                                     | 0.12242        |
| Salchichas                              | 0.18002        |
| Sandía                                  | 0.03930        |
| Tequila                                 | 0.27712        |
| Tocino                                  | 0.02846        |
| Tomate verde                            | 0.10892        |
| Toronja                                 | 0.03130        |
| Tortilla de maíz                        | 1.22652        |
| Tortillas de harina de trigo            | 0.06701        |
| Uva                                     | 0.05676        |
| Verduras envasadas                      | 0.04519        |
| Vino de mesa                            | 0.09754        |
| Yogurt                                  | 0.20483        |
| Zanahoria                               | 0.06248        |
|   |                |
| <b>Ropa, calzado y accesorios</b>       | <b>5.59224</b> |
|   |                |
| Blusas para mujer                       | 0.24022        |
| Bolsas, maletas y cinturones            | 0.08665        |
| Calcetines                              | 0.03909        |
| Calcetines y calcetas                   | 0.02247        |
| Camisas                                 | 0.32428        |
| Camisas y playeras para niños           | 0.09767        |
| Camisetas para bebés                    | 0.04185        |
| Conjuntos y otras prendas para mujer    | 0.16434        |
| Chamarras y abrigos                     | 0.18761        |
| Faldas para mujer                       | 0.06672        |
| Medias y pantimedias                    | 0.06353        |
| Otras prendas para hombre               | 0.03403        |
| Otros gastos del calzado                | 0.12985        |
| Pantalones para hombre base algodón     | 0.27729        |
| Pantalones para hombre otros materiales | 0.18914        |

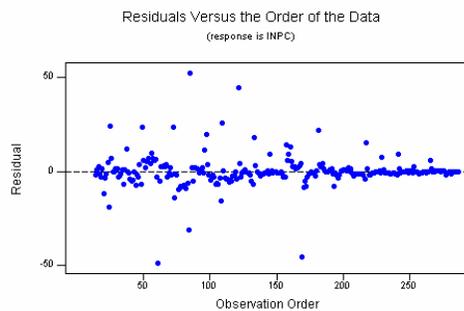
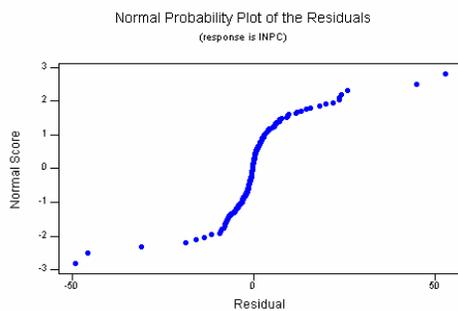
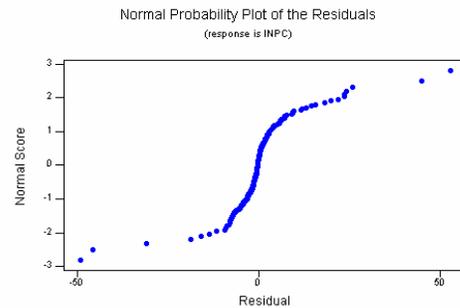
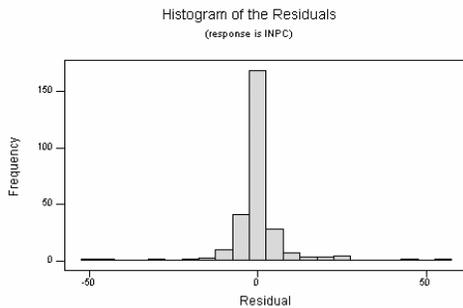
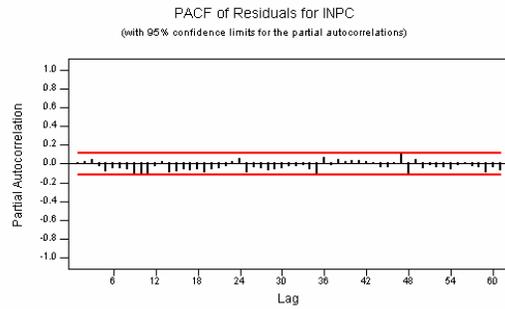
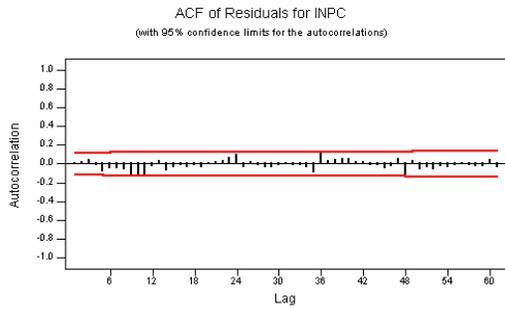
|  |                 |
|--|-----------------|
| Pantalones para mujer base algodón               | 0.23139         |
| Pantalones para mujer otros materiales           | 0.16177         |
| Pantalones para niño base algodón                | 0.15939         |
| Pantalones para niño otros materiales            | 0.10872         |
| Relojes, joyas y bisutería                       | 0.05119         |
| Ropa interior hombre                             | 0.04719         |
| Ropa interior para mujer                         | 0.11972         |
| Ropa interior para niña                          | 0.02400         |
| Ropa interior para niño                          | 0.02474         |
| Servicio de lavandería                           | 0.07290         |
| Servicio de tintorería                           | 0.25523         |
| Sombreros  | 0.02583         |
| Suéter para niño y niña                          | 0.02069         |
| Trajes   | 0.24752         |
| Trajes para bebés                                | 0.11154         |
| Uniformes para niña                              | 0.10259         |
| Uniformes para niño                              | 0.14853         |
| Vestidos para mujer                              | 0.15739         |
| Vestidos para niña                               | 0.07148         |
| Zapatos de material sintético                    | 0.11656         |
| Zapatos para hombre                              | 0.36721         |
| Zapatos para mujer                               | 0.38213         |
| Zapatos para niños                               | 0.16453         |
| Zapatos tenis                                    | 0.45526         |
|  |                 |
| <b>Vivienda</b>                                  | <b>26.40994</b> |
|  |                 |
| Derechos por el suministro de agua               | 0.74243         |
| Electricidad                                     | 2.27215         |
| Gas doméstico                                    | 1.84418         |
| Impuesto predial                                 | 0.17706         |
| Larga distancia internacional                    | 0.44789         |
| Larga distancia nacional                         | 1.00862         |
| Línea telefónica                                 | 0.21023         |
| Materiales para mantenimiento de vivienda        | 0.84636         |
| Otros servicios para el hogar                    | 0.60381         |
| Renta de vivienda                                | 2.52067         |
| Servicio doméstico                               | 1.49095         |
| Servicio telefónico local                        | 1.84885         |
| Servicios para mantenimiento de vivienda         | 0.42586         |
| Vivienda propia                                  | 11.97088        |
|  |                 |
| <b>Muebles, aparatos y accesorios domésticos</b> | <b>4.85674</b>  |
|  |                 |
| Antecomedores                                    | 0.06613         |
| Aparatos de aire acondicionado                   | 0.05629         |
| Baterías de cocina                               | 0.04807         |
| Blanqueadores                                    | 0.15609         |
| Calentadores para agua                           | 0.02057         |

|  |                |
|--|----------------|
| Cerillos                                   | 0.04274        |
| Cobijas                                    | 0.04020        |
| Colchas                                    | 0.07374        |
| Colchones                                  | 0.15896        |
| Comedores                                  | 0.15110        |
| Computadoras                               | 0.22385        |
| Cortinas                                   | 0.02408        |
| Desodorantes ambientales                   | 0.08754        |
| Detergentes                                | 0.67495        |
| Equipos modulares                          | 0.18381        |
| Escobas                                    | 0.12233        |
| Estufas                                    | 0.05403        |
| Focos                                      | 0.04413        |
| Jabón para lavar                           | 0.14769        |
| Lavadoras de ropa                          | 0.14104        |
| Licuadoras                                 | 0.02408        |
| Loza y cristalería                         | 0.08610        |
| Muebles diversos para el hogar             | 0.15534        |
| Muebles para cocina                        | 0.19600        |
| Otros aparatos eléctricos                  | 0.13871        |
| Otros blancos para el hogar                | 0.06322        |
| Otros utensilios de cocina                 | 0.03124        |
| Pilas                                      | 0.03960        |
| Plaguicidas                                | 0.08450        |
| Planchas eléctricas                        | 0.02598        |
| Radios y grabadoras                        | 0.03242        |
| Recámaras                                  | 0.10457        |
| Refrigeradores                             | 0.14231        |
| Reproductores de video                     | 0.07833        |
| Sábanas                                    | 0.05342        |
| Salas                                      | 0.25281        |
| Suavizantes y limpiadores                  | 0.37579        |
| Televisores                                | 0.30017        |
| Toallas                                    | 0.03146        |
| Utensilios de plástico para el hogar       | 0.04196        |
| Velas y veladoras                          | 0.03198        |
| Ventiladores                               | 0.04941        |
|  |                |
| <b>Salud y cuidado personal</b>            | <b>8.57766</b> |
|  |                |
| Analgésicos                                | 0.13790        |
| Análisis clínicos                          | 0.14455        |
| Análisis clínicos durante el embarazo      | 0.04217        |
| Antibióticos                               | 0.26930        |
| Anticonceptivos y hormonales               | 0.12101        |
| Antigripales                               | 0.04297        |
| Artículos de maquillaje para ojos y labios | 0.10715        |
| Atención médica durante el parto           | 0.06218        |
| Cardiovasculares                           | 0.13270        |

|                                     |                 |
|-------------------------------------|-----------------|
| Consulta médica                     | 0.83187         |
| Consulta médica durante el embarazo | 0.07017         |
| Corte de cabello                    | 0.42853         |
| Cremas para la piel                 | 0.20767         |
| Cuidado dental                      | 0.23834         |
| Dermatológicos                      | 0.06398         |
| Desodorantes personales             | 0.25702         |
| Estudios de gabinete                | 0.15925         |
| Expectorantes y descongestivos      | 0.08996         |
| Gastrointestinales                  | 0.10519         |
| Hospitalización general             | 0.55685         |
| Hospitalización para parto          | 0.16106         |
| Jabón de tocador                    | 0.38850         |
| Lentes y otros aparatos             | 0.18879         |
| Lociones y perfumes                 | 0.46249         |
| Material de curación                | 0.02339         |
| Navajas y máquinas de afeitar       | 0.18439         |
| Nutricionales                       | 0.12774         |
| Operación quirúrgica                | 0.28393         |
| Otros artículos de maquillaje       | 0.06391         |
| Otros artículos de tocador          | 0.09464         |
| Otros medicamentos                  | 0.08985         |
| Pañales                             | 0.39159         |
| Pañuelos desechables                | 0.07745         |
| Papel higiénico                     | 0.54421         |
| Pasta dental                        | 0.35190         |
| Productos para el cabello           | 0.49962         |
| Prótesis dentales                   | 0.06784         |
| Sala de belleza                     | 0.12167         |
| Servilletas de papel                | 0.13234         |
| Toallas sanitarias                  | 0.25359         |
|                                     |                 |
| <b>Transporte</b>                   | <b>13.40559</b> |
|                                     |                 |
| Aceites lubricantes                 | 0.14339         |
| Acumuladores                        | 0.02593         |
| Autobús foráneo                     | 0.49757         |
| Autobús urbano                      | 1.31665         |
| Automóviles                         | 3.30297         |
| Bicicletas                          | 0.02292         |
| Colectivo                           | 1.81805         |
| Cuotas de autopistas                | 0.07721         |
| Estacionamiento                     | 0.03373         |
| Gasolina de alto octanaje           | 0.46658         |
| Gasolina de bajo octanaje           | 3.19002         |
| Lavado y engrasado de automóvil     | 0.16648         |
| Mantenimiento de automóvil          | 0.14815         |
| Metro o transporte eléctrico        | 0.13396         |
| Neumáticos                          | 0.13215         |

|  |                 |
|--|-----------------|
| Otras refacciones                      | 0.05691         |
| Reparación de automóvil                | 0.17209         |
| Seguro de automóvil                    | 0.44353         |
| Taxi                                   | 0.57201         |
| Tenencia de automóvil                  | 0.29752         |
| Transporte aéreo                       | 0.38777         |
|  |                 |
| <b>Educación y esparcimiento</b>       | <b>11.53647</b> |
|  |                 |
| Alimento para mascotas                 | 0.11260         |
| Artículos deportivos                   | 0.02399         |
| Carrera corta                          | 0.23810         |
| Centro nocturno                        | 0.48250         |
| Cine                                   | 0.48777         |
| Club deportivo                         | 0.18846         |
| Cuadernos y carpetas                   | 0.68768         |
| Discos y cassetes                      | 0.35369         |
| Enseñanza adicional                    | 0.20346         |
| Espectáculos deportivos                | 0.12626         |
| Gastos turísticos en paquete           | 0.77176         |
| Hoteles                                | 0.09468         |
| Instrumentos musicales y otros         | 0.04993         |
| Jardín de niños y guardería            | 0.19042         |
| Juguetes                               | 0.36563         |
| Libros de texto                        | 0.73300         |
| Material y aparatos fotográficos       | 0.09976         |
| Otras diversiones                      | 0.38655         |
| Otros libros                           | 0.29078         |
| Periódicos                             | 0.27226         |
| Plumas, lápices y otros                | 0.13037         |
| Preparatoria                           | 0.90548         |
| Preprimaria                            | 0.27853         |
| Primaria                               | 1.15652         |
| Renta de películas                     | 0.07530         |
| Revistas                               | 0.09310         |
| Secundaria                             | 0.56826         |
| Servicio de Internet                   | 0.09811         |
| Servicio de televisión                 | 0.40833         |
| Universidad                            | 1.66319         |
|  |                 |
| <b>Otros servicios</b>                 | <b>6.87980</b>  |
|  |                 |
| Cafeterías                             | 0.17723         |
| Cantinas                               | 0.42010         |
| Cuotas de licencias y otros documentos | 0.06749         |
| Loncherías                             | 3.57568         |
| Restaurantes                           | 2.33179         |
| Servicios funerarios                   | 0.12555         |
| Servicios profesionales                | 0.18196         |

**Anexo 2:** Graficas de normalidad, histograma de residuos, autocorrelograma, autocorrelograma parcial de residuos del modelo  $SARIMA(1,1,1) \times (2,1,1)$  con termino constante.



**Anexo 3:** Graficas de normalidad, histograma de residuos, autocorrelograma, autocorrelograma parcial de residuos del modelo  $SARIMA(1,1,1) \times (2,1,1)$  sin termino constante.

