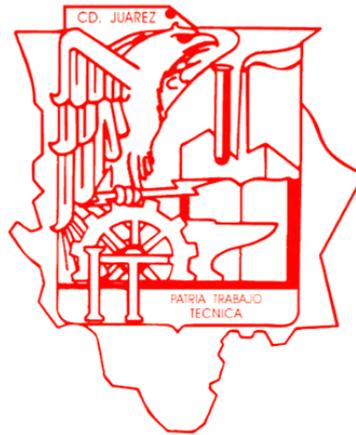


INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CIUDAD JUÁREZ
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN



**PRONÓSTICO DE DEMANDA ESCOLAR PARA
DETERMINAR CAPACIDAD REQUERIDA EN COLEGIO DE
EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR**

TESIS

QUE PRESENTA:

HIGINIO HERNÁNDEZ PÉREZ

**COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

MAESTRO EN INGENIERÍA ADMINISTRATIVA

CD. JUÁREZ, CHIH.

NOVIEMBRE DE 2021



Ciudad Juárez, Chihuahua, **22/noviembre/2021**

Oficio: DEPI/037

Asunto: Autorización impresión de tesis

**C. HIGINIO HERNÁNDEZ PÉREZ
CANDIDATO AL GRADO DE MAESTRO EN
INGENIERÍA ADMINISTRATIVA
PRESENTE**

Por este conducto, tengo el agrado de comunicarle que el Comité Tutorial asignado a su trabajo de Tesis titulado **“PRONÓSTICO DE DEMANDA ESCOLAR PARA DETERMINAR CAPACIDAD REQUERIDA EN COLEGIO DE EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR”** ha informado a esta División de Estudios de Posgrado e Investigación, que está de acuerdo con el trabajo presentado. Por lo anterior se le autoriza se proceda con la **IMPRESIÓN DEFINITIVA DE SU TRABAJO DE TESIS.**

Esperando que el logro del mismo sea acorde con sus aspiraciones profesionales, reciba un cordial saludo.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®

**C. EDUARDO RAFAEL POBLANO OJINAGA
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS
DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**



ccp. Departamento de Servicios Escolares
División de Estudios Profesionales

ERPO/dmsp





C. EDUARDO RAFAÉL POBLANO OJINAGA
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS
DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
PRESENTE.

Por medio de la presente se hace constar que la Tesis denominada **“PRONÓSTICO DE DEMANDA ESCOLAR PARA DETERMINAR CAPACIDAD REQUERIDA EN COLEGIO DE EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR”**, que presenta el alumno **C. HIGINIO HERNÁNDEZ PÉREZ**, con número de control **G03110838**, para obtener el Grado de Maestro en Ingeniería Administrativa, ha sido revisada y aprobada en su forma y contenido por los suscritos, por lo que no existe ningún inconveniente para la impresión de la misma.

Se extiende la presente constancia a petición del interesado y para los fines legales que a él mismo convengan, en Ciudad Juárez, Chihuahua, a los dieciséis días del mes de noviembre del año dos mil veintiuno.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®

C. MANUEL ALONSO RODRÍGUEZ MORACHIS
DIRECTOR

C. LUZ ELENA TERRAZAS MATA
CO-DIRECTORA

C. LUZ ELENA TARANGO HERNÁNDEZ
REVISORA

C. FRANCISCO ZORRILLA BRIONES
REVISOR

ccp. Coordinación de Titulación
Alumno



CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En Ciudad, Juárez, Chihuahua, México, siendo el día 23 de noviembre del año 2021, el que suscribe, Ing. Higinio Hernández Pérez, alumno del Programa de la Maestría en Ingeniería Administrativa, con número de control G03110838, adscrito a la División de Estudios de Posgrado e Investigación, manifiesta que es el autor intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección del Dr. Manuel Alonso Rodríguez Morachis y cede los derechos del trabajo titulado "Pronóstico de Demanda Escolar para Determinar Capacidad Requerida en Colegio de Educación Media Superior", al Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el consentimiento expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: higi.hepe@gmail.com. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.



Atentamente

Ing. Higinio Hernández Pérez

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios por darme la oportunidad de crecer como persona y de manera profesional, por darme la oportunidad de mejorar día a día y seguir adelante.

También agradezco a mi director de tesis Dr. Manuel Alonso Rodríguez Morachis, por ayudarme en todo lo necesario, por guiarme a elaborar esta tesis, así como tener la paciencia y compartir sus conocimientos, sin duda un gran maestro que siempre estaré agradecido.

Agradecer también a dos grandes compañeras de generación, Gaby y Reyna que con sus palabras de aliento me ayudaron a seguir adelante, así mismo agradezco a la institución educativa donde elaboré dicha investigación.

Además, también agradezco a las personas que elaboraron diferentes investigaciones considerando sus documentos elaborados como apoyo para desarrollar esta investigación.

A mi familia, amigos por el apoyo que siempre me han brindado su apoyo y por creer en mí.

DEDICATORIA

Dedico esta investigación a aquellas personas que me motivan a creer en mí, que con esfuerzos se pueden lograr los objetivos, a mi familia que siempre están ahí para apoyarme y darme ánimos.

RESUMEN

El incremento en la población de nuestra ciudad origina cambios, dentro de esos cambios esta la demanda en la educación media superior, que puede incrementar en un momento dado, debido a este cambio en la población estudiantil, es necesario contar con la infraestructura necesaria tanto de personal de apoyo, de equipo y de inmuebles.

Esta investigación se realiza en un colegio de educación media superior, que inicio a desarrollarse hace algunos años, donde ha mantenido algunos cambios durante los semestres de los años anteriores, en algunos semestres se presentaron incrementos de población de jóvenes que ingresaron a este plantel, y es necesario estar preparados para el incremento en la demanda.

Debido a que actualmente no hay un modelo para pronosticar la demanda escolar en educación media superior, se formula como pregunta de investigación, de buscar con los diferentes modelos de pronósticos cuál de ellos cumple con las características y se aproximen al modelo adecuado considerando los datos históricos en los periodos de cada ciclo escolar, para luego hacer una correlación con la infraestructura y lograr pronosticar así los requerimientos necesarios para satisfacer la demanda.

El desarrollo de esta investigación abarca desde el capítulo 1 donde se hace la descripción de la escuela a desarrollar dicha investigación, considerando la demanda que ha tenido a través de cada ciclo escolar, así como la infraestructura.

En el capítulo 2 se desarrolla los antecedentes, la descripción del problema, hipótesis, así como la pregunta de investigación y los objetivos relacionados a este tema de investigación.

En el capítulo 3 se mencionan las fuentes de información consultados relacionados al pronóstico, el cual permitió el análisis y la comprensión de cómo aplicar los diferentes modelos en diferentes investigaciones realizados.

En el capítulo 4 se hace una descripción de materiales y métodos utilizados para el desarrollo de la investigación, considerando los diferentes procesos para la selección del mejor modelo y adecuado.

En el capítulo 5 se muestran los resultados obtenidos, así como su análisis y comparación entre la demanda escolar y correlación entre la infraestructura.

En el capítulo 6 se detallan las conclusiones, así como las recomendaciones pertinentes.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTO.....	V
DEDICATORIA.....	VI
RESUMEN.....	VII
CONTENIDO.....	IX
LISTA DE TABLAS.....	XII
LISTA DE FIGURAS.....	XIII
1. INTRODUCCIÓN	1
2.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
2.1 Antecedentes	5
2.2 Definición del Problema	5
2.3 Pregunta de Investigación.....	6
2.4 Hipótesis	6
2.5 Objetivo.....	6
2.6 Justificación	6
2.7 Delimitaciones.....	7
3.MARCO TEÓRICO	8
3.1 Capacidad Instalada	8

3.1.1 Capacidad Instalada Real	10
3.2 Demanda	10
3.2.1 Incertidumbre en la Demanda	11
3.2.2 Administración de la Demanda.....	11
3.3 Pronósticos	12
3.3.1 Definición de Pronóstico	13
3.3.2 Aplicaciones de Pronósticos	14
3.3.3 Características de los Pronósticos.....	15
3.3.4 Horizonte de Planeación del Pronóstico	17
3.3.5 Técnicas Representativas del Pronóstico.....	17
3.3.6 Modelo Pronóstico Cualitativo.....	18
3.3.7 Pronóstico Modelos Cuantitativos.....	19
3.3.7.1 Métodos para el Análisis de Series de Tiempo.....	20
3.3.7.2 Métodos de Suavización.....	24
3.3.7.3 Método de Proyección de Tendencias.....	26
3.3.7.5 Método de Proyección de Tendencia Ajustada por Influencia Estacional.....	29
3.3.8 Pronóstico Modelos Cualitativos Causales.....	31
3.4 Indicadores Para Medir el Desempeño del Error en los Modelos de Pronóstico.....	32
3.4.1 Desviación Media Absoluta (MAD).....	32

3.4.2 Error Medio Cuadrado (MSE)	32
3.4.3 Raiz del Error Medio al Cuadrado(RMSE).....	33
3.4.4 Porcentaje Medio de Error Absoluto(MAPE).....	33
4.MATERIALES Y MÉTODOS	34
4.1 Materiales	34
4.2 Métodos.	35
4.2.1 Recolección de Datos Históricos.....	35
4.2.2 Análisis de Datos	42
4.2.3 Cálculo de la Demanda y Error de Pronóstico.	45
4.2.4 Selección del Mejor Método de Pronóstico.	49
4.2.6 Prueba de los Datos Reales Vs Pronosticados.....	50
4.2.7 Seguimiento y Verificación del Modelo.	51
5.ANALISIS DE RESULTADOS.....	55
6.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	57
6.1 Conclusiones	57
6.2 Recomendaciones	58
BIBLIOGRAFÍA.....	59

LISTA DE TABLAS

Tabla 3.1 Características de los Modelos Cuantitativos.....	33
Tabla 4.1 Número de Alumnos por Cada Ciclo Escolar.....	36
Tabla 4.2 Infraestructura en Cada Periodo Escolar.....	37
Tabla 4.3 Demanda Real Contra Pronosticados o Suavizados.....	49
Tabla 4.4 Datos Reales y Pronosticados.....	52

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 CECyT No.11	3
Figura 2.1 Demanda de Alumnos en Cada Ciclo Escolar.....	4
Figura 3.1 Técnica Representativas de Pronósticos.....	17
Figura 3.2 Tendencia de los Datos de una Serie de Tiempo.....	21
Figura 3.3 Ciclos Abajo y Hacia Arriba de los Datos de una Serie de Tiempo....	22
Figura 3.4 Otros Patrones de Estacionalidad que se Pueden Generar al Recopilar los Datos Históricos.....	22
Figura 3.5 Ejemplo de Estacionalidad.....	23
Figura 3.6 Diferentes Correlaciones que existe entre el 0 +1 y el -1.....	27
Figura 4.1 Metodología Aplicado a esta Investigación.....	35
Figura 4.2 Comportamiento del Matricula de Número de Alumnos en Cada Ciclo Escolar.....	37
Figura 4.3 Comportamiento de Matricula de Alumnos Inscritos.....	42
Figura 4.4 Resultado Obtenido de la Prueba de Normalidad de los Datos.....	43
Figura 4.5 Modelo de Regresión Lineal.....	44
Figura 4.6 Análisis de Residual de Los Datos Históricos.....	45

Figura 4.7 Comportamiento de la Demanda y Pronóstico con $\alpha=0.9$ y $\gamma=0.2$...	46
Figura 4.8 Comportamiento de la Demanda y Pronóstico con $\alpha=0.7$ y $\gamma=0.1$...	46
Figura 4.9 Comportamiento de la Demanda y Pronóstico con $\alpha=0.8$ y $\gamma=0.1$...	47
Figura 4.10 Comportamiento de la Demanda y Pronóstico con $\alpha=0.5$ y $\gamma=0.1$...	47
Figura 4.11 Comportamiento de la Demanda y Pronóstico con $\alpha=0.7$ y $\gamma=0.1$..	48
Figura 4.12 Comportamiento de la Demanda y Pronóstico con $\alpha=0.6$ y $\gamma=0.1$...	48
Figura 4.13 Prueba de Normalidad de la Demanda de Alumnos Inscritos.....	50
Figura 4.14 Prueba de Normalidad de los Datos Pronosticados	51
Figura 4.15 Prueba De Normalidad de los Datos Reales 21 Datos.....	53
Figura 4.16 Prueba De Normalidad de los Datos Suavizados 21 Datos.....	53
Figura 4.17 Prueba de Media Para 2 Muestra	54
Figura 4.18 Prueba de Varianza Para 2 Muestra	54
Figura 5.1 Comportamiento de los Datos Reales y Pronosticado.....	55

1. INTRODUCCIÓN

La educación es trascendente para el cambio en el pensamiento y en el mejoramiento de la sociedad, ya que con ello se genera el desarrollo de la capacidad intelectual, moral y afectiva de acuerdo con la cultura y las normas de convivencia.

Con el acontecer del tiempo, Ciudad Juárez, Chih., sufre un incremento en la población, con ello se genera una serie de demandas, que involucra diferentes contextos o situaciones que pueden ser tipo comercial, de vivienda, de salud, de desarrollo personal, educación, entre otros y es necesario cubrir estas necesidades que en algún momento dado se pueda generar.

El desarrollo de esta investigación analiza diferentes modelos de pronósticos que determine la relación de la demanda con una capacidad requerida para satisfacer las necesidades de instalación y de equipo de una institución educativa de nivel medio superior. Actualmente en el Estado de Chihuahua según la Dirección General de Planeación, Programación y Estadística Educativa en el periodo CICLO ESCOLAR 2016-2017 hay 633 escuelas de este nivel educativo.

Hablar de educación, es hablar de situaciones de cambio que cada uno de nosotros, como, personas tenemos que adquirir y es nuestra obligación desde cierto punto el cual, el artículo 3ro. de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos marca que todos los mexicanos tienen derecho a la educación, el cual obliga a todos los niños, jóvenes de diferentes edades a cursar algún tipo de educación como parte de su formación personal, para acceder a una mejor calidad de vida.

El Artículo 3ro. de la Ley General de Educación y la Reforma Actual (enero-febrero 2014) mencionan que el Estado está obligado a prestar servicios educativos de calidad que garanticen el máximo logro de aprendizaje de los educandos, para que toda la población pueda cursar la educación preescolar, la primaria, la secundaria y la media superior. En relación a este, la mayoría de las instituciones educativas desde el nivel básico hasta el nivel medio superior, serán los encargados de recibir y atender con las mejores condiciones de infraestructura adecuada a los jóvenes de la ciudad.

La sobrepoblación en las orillas de la ciudad, ha generado un requerimiento de aperturas de instituciones educativas en el nivel medio superior, que afecta directamente las capacidades instaladas de los planteles que existen en la ciudad. Con cada ciclo escolar, incrementa el número de estudiantes y esto provoca que no haya, suficiente capacidad para atender a todo joven que pretenda cursar este nivel medio superior, debido a las situaciones que presentan algunos planteles.

El estudio que se realiza es con la finalidad de obtener el análisis de varios modelos de pronósticos y seleccionar el modelo adecuado que ayude a determinar a futuro la capacidad de instalación del Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos No.11 ubicado en la ciudad del conocimiento, con el objetivo de mantener y prever las necesidades que se pudiera generar en este plantel. El estudio de pronóstico es un tema importante en cualquier ámbito que quisiéramos aplicar, ejemplo en el contexto industrial, en el contexto comercial, hasta en la vida cotidiana, para administrar nuestra situación económica en la compra de productos útiles y de primera necesidad en el hogar.

Según González-Luna y Rodríguez-Morachis (2017), pronosticar se define como el arte y ciencia de predecir eventos futuros que puede ser mediante el uso de datos históricos o mediante modelos matemáticos.

Algunas aplicaciones de pronósticos que se han analizado, recientemente, abarcan campos tan variados como herramientas para la planeación de la producción (García-Gómez et al.2015; Medina-Zarate, et al.2015), control de

inventarios (Serrato-Córdoba y Rodríguez-Morachis, 2014), compra de materia prima (González-Luna y Rodríguez-Morachis, 2017), reducción de costos de inventarios (Nevárez-Carrasco et al.2018), análisis de la demanda de una cadena de supermercados (Esparza-Esparza et al.2017), en demandas inciertas (Rodríguez-Coy y Rodríguez-Morachis, 2010).

La mayoría de las investigaciones de pronósticos, que se han aplicados a diferentes campos, manejan palabras claves, el cual es necesario comprenderlas para poder aplicarlas de forma adecuada, así como su metodología, análisis mediante software, posibles resultados y conclusiones.

Mediante el estudio de pronóstico y la demanda generada se podrá determinar la capacidad pretendida en el colegio de educación media superior. En la figura 1.1 se muestra la institución educativa en el cual se efectúa el estudio de esta investigación.



Figura 1.1 CECyT No.11.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

De acuerdo a lo anterior, el desarrollo de la investigación se realizó en una institución educativa, que tiene como matrícula actual de 1,134 alumnos en el periodo escolar febrero-julio 2018, y de acuerdo a la tendencia mostrada se presume que, para el próximo ciclo escolar, la demanda de jóvenes será mayor, de acuerdo a los datos obtenidos durante los ciclos escolares pasados tal y como se muestra en la figura 2.1, en la cual se observa una tendencia ascendente de cada ciclo escolar.

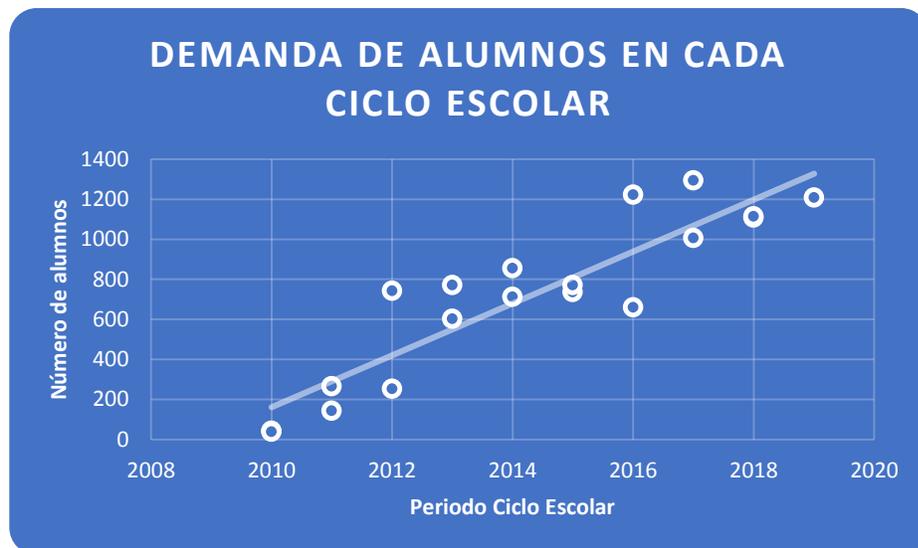


Figura 2.1 Demanda de Alumnos en Cada Ciclo Escolar

Realizar un estudio de pronósticos ayudaría a describir el comportamiento del ciclo escolar, el cual ayudaría a analizar el futuro acerca de la demanda sobre la capacidad instalada, dando como resultado la oportunidad de actuar y cumplir con las necesidades correspondientes a ese ciclo escolar en logrando con ello, tener más alumnos satisfechos durante su desarrollo en la etapa de educación media superior.

2.1 Antecedentes

El trabajo de investigación se desarrolla en una institución educativa de nivel medio superior, considerando el modelo más adecuado para su estudio. A través del tiempo el crecimiento de la población en el país ha ido en aumento, trayendo consigo problemáticas de todo tipo que se transforman en demandas. Una de estas demandas es el incremento en el ciclo escolar de jóvenes de nivel medio superior. Actualmente la situación de algunos planteles de nuestro país no cumple con la infraestructura adecuada para cubrir la demanda de muchos estudiantes debido a la falta de planeación a futuro.

Realizar un estudio de pronóstico, con las diferentes metodologías ayudaría de gran manera a mantener el equilibrio en la demanda con la capacidad instalada, así como tener todos los recursos tanto de inmuebles, infraestructura como personal de apoyo, para los jóvenes de nuevo ingreso y satisfacer sus diferentes necesidades, logrando con ello una escuela de calidad como marca la reforma educativa.

2.2 Definición del Problema

La institución que está ubicado en la Nueva Ciudad del Conocimiento en Ciudad Juárez, Chihuahua. Esta institución educativa, es de nivel medio superior cuya modalidad es bivalente, debido a que es una escuela tipo bachillerato tecnológico, el cual cuenta con una infraestructura tipo gubernamental y que cuenta con una capacidad de instalación que no satisface la demanda de alumnos, ya que se construyó para cierta capacidad de alumnos únicamente y no para los cambios que se está generando en los ciclos escolares actuales, por lo que es necesario cubrir dichas necesidades.

Debido a la demanda de alumnos que se genera durante los inicios de cada ciclo escolar, lo cual influye directamente en la capacidad instalada de la institución bajo investigación ha generado diferentes problemas, algunos de ellos

son; la insuficiencia de aulas, mesa bancos, mesas, proyectores, personal de apoyo, etc., esta insuficiencia influye directamente en el proceso de enseñanza-aprendizaje, de toda la comunidad estudiantil, logrando con ello la baja calidad en su educación, así como el desempeño en comparación con las demás instituciones que se encuentren es este nivel medio superior.

2.3 Pregunta de Investigación

¿Cuál es el modelo de pronóstico que más se adecúa para determinar la demanda estudiantil para establecer la capacidad requerida de instalaciones y equipo de apoyo?

2.4 Hipótesis

H₀: Mediante el análisis de la demanda estudiantil con modelos estadísticos de pronósticos, es posible determinar de una manera confiable la población a futuro para determinar las necesidades de instalaciones y equipo.

2.5 Objetivo

Con este trabajo de investigación se realiza un análisis de pronósticos acerca de la demanda y establecer a instalar la capacidad de la institución de educación media superior.

2.6 Justificación

La justificación de esta investigación radica en que actualmente no existe un modelo para pronosticar la demanda de alumnos y establecer capacidades de instalaciones y equipo para una atención adecuada de los estudiantes.

2.7 Delimitaciones

Esta investigación se desarrolla en un colegio de educación media superior con el análisis de pronóstico se pretende desarrollar estrategias de preparación para lograr el equilibrio de la demanda contra la capacidad instalada de cada ciclo escolar. Mejorando con ello los aspectos que la institución en cierto momento pueda requerir.

3. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se exploran algunos conceptos y definiciones relacionados al tema de investigación, tales como, capacidad, demanda, pronostico, entre otros, además de conocer los diferentes tipos de pronósticos y su clasificación para luego considerar cuál de ellos es el más adecuado para el estudio y análisis de esta investigación, también se consideran los puntos de vista de algunos autores que han realizado trabajos similares.

El estudio del pronóstico aplicado a una escuela de educación media superior, ayudaría a mejorar la calidad en el servicio, así como el equipamiento de los equipos de mayor necesidad, logrando con ello la satisfacción a la demanda de cada ciclo escolar, también con ello se lograría el mejor desempeño de los docentes y de los estudiantes.

Heizer y Render (2009) destacan que, para la proyección de la capacidad de instalación a futuro es necesario para alcanzar el éxito a largo plazo dentro de una estructura, pero la falta de capacidad de instalación o el exceso de la misma, puede provocar insatisfacción al cliente, al momento de generar el servicio.

3.1 Capacidad Instalada

Antes de definir que es la capacidad instalada, primero se va a definir que es la capacidad desde diferentes puntos de vista, lo cual lleva a mencionar algunas definiciones de algunos autores de revistas especializadas y así como el desarrollo de este término en algunas aplicaciones, para luego considerar el

que se relacione con el tema de investigación.

Hamel y Prahaland (1995) mencionan que una capacidad se define como un conjunto de cualificaciones, tecnologías, experiencias y conocimientos que ejecutadas en un proceso organizacional aseguran un desempeño superior en las actividades. También mencionan que las capacidades para el futuro es un reto supremo donde el objetivo es medir y evaluar las capacidades actuales y visualizar las futuras para así poder utilizarlas de manera adecuada.

Según Slack et al. (1999), el significado de la capacidad es en el sentido estático, físico del volumen fijo de un contenedor o el espacio en un edificio. Esto quiere decir que para cumplir con la capacidad de la demanda en el servicio es mantener esto en equilibrio (demanda y la capacidad de servicio). Además, Chase et al. (1994) definen que la capacidad es un monto de producción que un sistema es capaz de alcanzar en un periodo específico.

La definición de capacidad instalada que se adoptará en esta investigación será: Satisfacer la necesidad de equipos, personal de apoyo e instalaciones en una escuela de educación media superior sobre una demanda pronosticada, que en este caso sería la capacidad de instalación, que tiene mucha semejanza a las expuestas o planteadas por Osorio (1992).

Es parte de la definición de capacidad instalada; entendiéndose ésta como la disponibilidad de infraestructura necesaria siendo; la planta física, equipamiento, tecnología, bienes, maquinaria, talento humano, etc., para producir determinados bienes o servicios, determinada por la magnitud de la misma que está en función directa a la cantidad de producto ofertado, así se entiende que a mayor nivel de producción se requiere un mayor uso de la capacidad instalada, misma que gira en torno a niveles de costos de utilización, de eficiencia y productividad de uso de los recursos (Mejía, 2013).

3.1.1 Capacidad Instalada Real

La capacidad real según Villa (2014), es la capacidad que espera conseguir una empresa considerando sus actuales limitaciones operativas, a menudo este tipo de capacidad es menor que la capacidad teórica. Se refiere a la capacidad instalada real que en este caso cumple con la demanda actual ya sea de servicio y equipamiento, cubriendo todas estas necesidades y logrando satisfacer al cliente. La capacidad real a la que se hace referencia, es en relación a la demanda de equipos, infraestructura, muebles, personal de apoyo, docentes y personal directivo dentro de una institución de educación media superior que se cuenta actualmente.

3.2 Demanda

La satisfacción de la demanda generada en la investigación relaciona directamente a la capacidad instalada de equipos y servicios, conocer la demanda futura y determinar su capacidad futura, se lograría mejorar en la incertidumbre de cuanta inversión se necesitaría para cubrir estas necesidades. Kotler et al. (2002) definen a la demanda como el volumen total en unidades físicas o monetarias que pueden adquirir un grupo de compradores en un lugar y período de tiempos concretos, bajo unas condiciones del entorno y un esfuerzo comercial determinados.

Bustos et al. (2012) definen que la demanda es la cantidad de bienes y servicios que el mercado requiere o solicita para buscar la satisfacción de una necesidad específica a un precio determinado. Otra definición de demanda según Bakir (1998), la demanda también se define como la cantidad de productos y/o servicios que pueden ser adquiridos por uno por el conjunto de consumidores, en un momento determinado. También menciona los tipos de demandas y su definición:

- a) Demanda independiente, es la que se crea a partir de decisiones ajenas a la empresa, esta demanda se refiere a cuando una empresa no tiene un pronóstico de ventas.
- b) Demanda dependiente es la que se crea a partir de decisiones tomadas por la propia empresa, se sabe cuánto se va a producir y se compra toda la materia prima necesaria para cumplir con el plan de producción.
- c) Demanda determinista, es cuando se conoce la demanda exacta de un producto.
- d) Demanda estocástica, es cuando la demanda del producto es aleatoria y desconocida, tiene sus propios métodos de análisis y su manejo es más complicado.

3.2.1 Incertidumbre en la Demanda

Silva et al. (2009), mencionan que en algunas ocasiones la demanda tiene cierta variabilidad e incierta y no es tan predecible, es por ello que se debe saber qué tipo de demanda analizar de acuerdo al problema planteado, ya que esto puede ser a corto plazo, mediano plazo y largo plazo.

3.2.2 Administración de la Demanda

Chase (2009) describe la administración de la demanda como el control y la coordinación de la misma con la finalidad de hacerlo efectivamente y de manera oportuna ya sea de producto o de servicio. Asimismo, genera ciertas interrogantes tales como: ¿De dónde proviene la demanda del producto o servicio de una empresa? y ¿qué puede hacer una compañía para administrarla? Existen dos fuentes básicas de la demanda, las cuales son: Demanda dependiente y la demanda independiente. La demanda dependiente es la demanda de un producto o servicio provocada por la demanda de otros productos

o servicios. a diferencia a la demanda independiente esta no se deriva directamente de la demanda de otros productos.

3.3 Pronósticos

El pronóstico aplicado a diferentes temas de investigación, su estudio y análisis, según Hanke y Reitsch (1996) ayuda a determinar la sobreproducción, la buena planeación, las capacidades de instalación, así como el sobre inventario de algunos productos. Antes de realizar el pronóstico es necesario considerar las siguientes preguntas: ¿Que es el pronóstico?, ¿Por qué es importante el pronóstico?, ¿Cómo podemos evaluar una demanda futura?, entre otras interrogantes.

Los pronósticos se pueden calcular utilizando diferentes métodos, estos métodos son: Cuantitativos y cualitativos. Dentro de los pronósticos cuantitativos se encuentran.

1. Sencillos, los cuales son de comportamiento constante, los cuales parten de demanda constante, gráficas de control y valor promedio.
2. Comportamiento cíclico (al menos un ciclo para determinar un pronóstico).
3. Comportamiento cíclico con tendencia ascendente o descendente

El comportamiento de los datos determina que método usar, en algunas aplicaciones como; planeación de la producción, planeación con productos en instalaciones actuales y en productos a corto plazo. La metodología a usar puede ser, opiniones subjetivas de gente con experiencia, índices de actividad en los negocios, promedio de datos anteriores, análisis estadístico, estudio de mercado (dato no paramétrico) y combinación de los antes mencionados.

3.3.1 Definición de Pronóstico

Medina-Zárate et al. (2015) y Render (2004) mencionan que el pronosticar se define como el arte y ciencia de predecir eventos futuros, además que esto se puede realizar con el uso de datos históricos o mediante el uso de modelo matemáticos.

La definición de pronóstico de la demanda que se desarrolla en esta investigación es con la finalidad para determinar la capacidad de instalación, equipos y personal de apoyo en un colegio de educación media superior, el cual implica la estimación anticipada de algún valor de una variable, que se convierte en una herramienta fundamental para la toma de decisiones dentro de la institución educativa.

Díaz-Novas y Gallego-Machado (2004) enfatizan que el pronóstico es la previsión del surgimiento, el carácter del desarrollo y el término de la enfermedad, basada en el conocimiento de las regularidades del curso de los procesos patológicos. El pronóstico se refiere a los resultados de una enfermedad y la frecuencia con que se espera que ocurran.

Everett y Ebert (1991) destacan que: “Pronosticar consiste en utilizar datos pasados para determinar acontecimientos futuros”, la predicción y pronóstico tienen diversos significados, por ejemplo, el pronóstico, es un proceso de estimación de un acontecimiento futuro proyectando hacia el futuro datos del pasado, estos datos del pasado se combinan sistemáticamente en forma predeterminada para hacer una estimación del futuro y la predicción, es un proceso de estimación de un suceso futuro basándose en consideraciones subjetivas diferentes a los simples datos provenientes del pasado, estas consideraciones subjetivas no necesariamente deben combinarse de una manera predeterminada.

Al idear un tipo de sistema es preciso conocer las demandas agregadas futuras, de manera que los procesos puedan diseñarse o rediseñarse, para establecer los flujos de producción necesarios para satisfacer la demanda.

Aportar la capacidad de satisfacer la demanda actual y futura es una responsabilidad fundamental de la administración de operaciones. Un equilibrio entre la capacidad y la demanda puede generar altas ganancias y clientes satisfechos, aunque un balance malo puede ser un desastre potencial.

Rodríguez-Coy y Rodríguez-Morachis, (2010), afirman que el pronóstico de la demanda siempre ha sido un tema importante en la administración y control de las operaciones; actividades como la toma de decisiones, administración de inventarios, desarrollo de nuevos productos y planificación de la cadena de suministros.

3.3.2 Aplicaciones de Pronósticos

Es importante hacer mención de algunas aplicaciones exitosas del uso de algunos métodos de pronósticos en diseño y el modelado de la misma, en este caso, en la planeación de la producción, demandas inciertas, análisis de la demanda en una cadena de suministro, en el diseño y aplicación de producción, etc. Hay una diversidad de aplicaciones de algunos modelos de pronósticos, para mejorar la situación de las empresas, por ejemplo, Esparza-Esparza et al. (2017) realizaron un estudio de un súper mercado que fue sobre la demanda que tenía este en relación de los precios de los productos, así como el exceso de inventario de los diferentes productos en el almacén que esto ocasionaba, un problema que en esta empresa generaba pérdidas. Buscan economizar, calidad en los diferentes productos, así como la atención adecuada, concluyendo, que algunos factores como el clima y el aumento de precio generaba la disminución de las ventas de algunos productos y mediante el método de suavización exponencial simple se obtuvo el resultado.

García-Gómez (2015) menciona en el diseño de la planeación de producción en una empresa industrial del sector eléctrico, que realizó una investigación de pronósticos debido a situaciones de acciones innecesarias, que originaba altos costes para la producción, contratación de personal no necesario,

y sobre inventarios. Se utilizó el método de suavización exponencial doble en comparación con otros dos métodos y en base a los resultados obtenidos y comparados se consideró el mejor con resultados satisfactorios.

Otra aplicación exitosa fue en la aplicación de pronósticos en productos con demandas inciertas, Rodríguez-Coy y Rodríguez-Morachis (2010) mencionan diferentes contextos industriales y de lo que se enfrentan a diferentes demandas inciertas, como gastos innecesarios, para el material a producir. se concluyo que los métodos utilizados de suavización exponencial y Holt-Winter son los más confiables para este tipo de análisis ya que los valores obtenidos son estadísticamente iguales.

El estudio, aplicación y modelado del tipo de pronóstico del tema de investigación será de acuerdo a las características que éste tenga, además de definir el tipo y el que mejor se adecue a los datos, el tiempo, el modelo y además del comportamiento. Esto quiere decir que todos los procedimientos formales para pronosticar requieren extender las experiencias del pasado hacia el futuro.

3.3.3 Características de los Pronósticos.

a) Basado en relación causal, por ejemplo, si un alumno en dos años obtuvo buenos resultados, cuál sería la probabilidad de que no obtenga un buen resultado en el tercer año. Con datos pasados, se puede pronosticar y obtener datos futuros. Pronosticar es difícil, especialmente sobre el futuro.

b) Requiere más de un número, el pronóstico es el valor que se busca, pero es necesaria alguna idea sobre su distribución de probabilidad.

c) El pronóstico agregado es mejor, ya que, si se tiene que pronosticar alguna demanda, se puede encontrar que tiene la distribución de Gauss (normal) con un promedio de μ y una desviación estándar σ . El coeficiente de variación de la predicción es, por lo tanto, σ / μ .

d) Largos horizontes generan grandes errores y a su vez tantas cosas pueden pasar.

e) Tener diferentes enfoques ganas confianza en tu pronóstico y así pueden encontrar de diferentes maneras.

f) Utilizar cualquier otra información conocida o cualquier información adicional debe ser incorporada. No se puede estimar con precisión la demanda futura si no tiene en cuenta los hechos que influyen en la demanda Hanke y Reitsh (1996).

Primero, se necesita una relación causal. Si lo que sucede es puramente aleatorio y no depende de nada, no se puede predecir qué sucederá. Por otro lado, si observa algunas correlaciones entre algunas variables, puede usar estas correlaciones para hacer un pronóstico.

Chopra y Meindl (2008) expresan que los pronósticos a corto plazo son más exactos que los de largo plazo; todo pronóstico respalda las decisiones que se basan en él, igualmente que es importante identificar con claridad estas decisiones y saber interpretar cada tipo de pronóstico.

Medina et al. (2015) mencionan que para realizar un buen pronóstico se tiene que conocer el tipo de pronóstico adecuado, dependiendo del tiempo de análisis de los datos.

a) Los pronósticos a corto plazo abarca únicamente las predicciones para la producción, el equipamiento, así como la planificación y programación de personal y esto abarca un periodo de tiempo hasta un año.

b) Pronósticos a mediano plazo estos son causados por factores cíclicos. Por lo regular es de 3 meses a 3 años.

c) Finalmente, el pronóstico a largo plazo es para la planificación de personal, capital, recursos humanos y tecnología, nuevos productos y servicios. La predicción de nuevos productos.

Es por ello que es necesario considerar el tiempo de planificación adecuado ya que esto determinará los resultados eficientes en el pronóstico de la demanda de servicio al aplicar las diferentes técnicas o métodos.

3.3.4 Horizonte de Planeación del Pronóstico

López (2012) menciona que una de las incógnitas más usuales al generar un pronóstico, corresponde a cuál es el período de la demanda que precisamos calcular. Es decir, si queremos calcular la demanda de un mes, un trimestre, un semestre, un año, etc. Al período de tiempo que cubrirá el pronóstico se le conoce como horizonte de planeación, y su idoneidad depende de cuál sea nuestro objetivo al emplear la previsión de la demanda. Es muy común en la gestión de la demanda establecer horizontes de planeación no mayores a 18 meses, dado que se considera que según los cambios que afectan constantemente los procesos, los sistemas y los entornos, un período mayor arrojaría resultados muy poco confiables.

3.3.5 Técnicas Representativas del Pronóstico.

En la figura 3.1 se muestra algunas técnicas representativas o modelos de pronósticos que nos permiten describir algún comportamiento de un fenómeno o sistema (Chase y Aquilano, 1998).



Figura 3.1 Técnica Representativas de Pronósticos.

Esparza-Esparza et al. (2017) menciona que para calcular la demanda a futuro se pueden usar los métodos, cualitativos y cuantitativos, a su vez es posible utilizar cada uno de ellos por separado o combinarlos.

3.3.6 Modelo Pronóstico Cualitativo

Este tipo de modelo de pronóstico se fundamentan en juicios y opinión para el análisis y lograr el resultado, ya que no necesita de datos históricos, según Hanke y Reitsh (1996) para desarrollar este tipo de modelo, podría ser mediante una encuesta de opiniones de la gente, observando las ventas similares de un producto, preguntando a personas adecuadas para compilar la información necesaria. Esto se realiza al no tener datos históricos y es útil cuando se desarrolla un producto nuevo.

Los principales modelos de pronósticos cualitativos, son:

- a) Grupo Delphi: Según Slack et al. (1999), esta técnica se usa para reunir las opiniones y los pronósticos de un grupo de expertos, los cuales son interrogados, mediante cuestionarios y de manera separada entre cada uno de ellos, una vez obtenido la información se recopila, se resume, se asocia y se presenta en forma anónima, este tipo de modelo es aceptable para corto, mediano y largo plazo. Su aplicación es de pronósticos a grandes rangos y ventas de productos nuevos.
- b) Datos históricos; para Chase y Aquilano (2009), al igual que el método Delphi, la aplicación de este modelo tiene su aplicación a grandes rangos y ventas de productos nuevo, el alcance de este modelo es muy pobre a corto plazo, pero buena para mediano y largo plazo. Se utiliza como comparativo en la introducción y desarrollo de nuevos productos similares. Y realiza analogías con el pasado de manera lógica.
- c) Técnicas de grupo nominal; según Chase y Aquilano (2009), esta técnica se da en un consenso abierto de opiniones, el cual consiste en discusión

de ideas, del mismo tema, ya que si lo hace una sola persona el pronóstico sería muy pobre que si lo hace varias personas que el pronóstico sería más adecuado ya que dentro de esta técnica participan personas que pueden ser ejecutivas, personal de ventas o clientes que están involucrados directamente en el producto o servicio.

- d) Investigación de Mercado; según Chapman (2006), este tipo de técnica utiliza un método sistemático entre el consumidor externo por un producto o servicio, mediante la creación y puesta a prueba de diversas hipótesis por medio de encuestas encaminadas a la recopilación de datos.
- e) Chase y Aquilano (2009), definen que los niveles inferiores son obtenidos mediante la compilación de datos por personas de la parte más baja de la jerarquía, por ejemplo, se puede obtener un pronóstico global de ventas al combinar información de cada agente de ventas, el cual conoce su región donde lo realiza.

3.3.7 Pronóstico Modelos Cuantitativos.

Para Nahmias (2007), si se consideran los datos históricos, los métodos cuantitativos son aquellos que usan datos provenientes de fuentes distintas a las series que están pronosticando, es decir, pueden existir otras variables con valores que están vinculadas de alguna forma a lo que se está pronosticando y se dividen en causales y de serie de tiempos, en relación a los pronósticos cuantitativos causales se subdividen en: Análisis de regresión, modelos econométricos, modelos de entrada y salida e indicadores guía.

Anderson et al. (2008) mencionan con respecto a los pronósticos de serie de tiempo se clasifican en método de suavizamiento que a su vez se clasifican en promedios móviles, promedios móviles ponderados y de suavización exponencial, así mismo el método de proyección con tendencia se dividen en análisis de regresión, suavización exponencial doble (método Holt) y el último

método es la de proyección con tendencia ajustada por influencia estacional conocido como el método de Winters para los problemas estacionales.

También mencionan que los métodos cuantitativos se utilizan cuando:

a) Se dispone de información pasada sobre la variable que se pronosticará

b) La información puede cuantificarse

c) Es razonable suponer que el patrón del pasado seguirá ocurriendo en el futuro. En estos casos puede elaborarse un pronóstico con un método de series de tiempo o un método causal.

3.3.7.1 Métodos para el Análisis de Series de Tiempo.

Anderson et al. (2008) mencionan que el objetivo de tal análisis es obtener un buen pronóstico o predicción de los valores futuros de una serie de tiempo. Los datos históricos forman una serie de tiempo. Una serie de tiempo es un conjunto de observaciones de una variable medida en puntos sucesivos en el tiempo o en periodos de tiempo sucesivos, así mismo, en los métodos de series de tiempo, es descubrir en los datos históricos, un patrón para después extrapolar ese patrón al futuro; el pronóstico se basa únicamente en los valores de la variable en el pasado o en errores de pronóstico en el pasado. En esta parte, se analizan tres métodos de series de tiempo; suavizamiento (promedios móviles, promedios móviles ponderados y suavizamiento exponencial), proyección de tendencia y proyección de tendencia ajustada a la influencia estacional.

Los métodos de una serie de tiempo siguen un patrón o el comportamiento que siguen los datos, esto se debe a diversos componentes. Por lo general se supone que son cuatro los componentes que se combinan para dar los valores de una serie de tiempo: de tendencia, ciclicidad, estacionalidad e irregularidad.

La tendencia en el análisis de las series de tiempo, las mediciones pueden hacerse cada hora, diario, a la semana, cada mes, anualmente o en cualquier otro intervalo regular de tiempo. Aunque los datos de las series de tiempo suelen

mostrar fluctuaciones aleatorias, las series de tiempo también muestran un desplazamiento o movimiento gradual hacia valores relativamente altos o bajos a través de un lapso largo. A este desplazamiento gradual de la serie de tiempo se le conoce como la tendencia de la serie de tiempo, este desplazamiento o tendencia suele deberse a factores de largo plazo como variaciones en las características demográficas de la población, en la tecnología o en las preferencias del público tal como se muestra en la figura 3.2



Figura 3.2 Ejemplo de Tendencia de los Datos de una Serie de Tiempo

Otro de los patrones del comportamiento de los datos en una serie de tiempo donde los datos se visualizan arriba y abajo en referencia de una línea de tendencia esto se deben a las secuencias de puntos que caen de manera alternante arriba y abajo de la línea de tendencia. Toda sucesión recurrente de puntos que caiga abajo y arriba de la línea de tendencia y que dure más de un año puede atribuirse al componente cíclico de la serie de tiempo, tal como se muestra en la figura 3.3, y es un componente a largo plazo.



Figura 3.3 Ciclos Abajo y Hacia Arriba de los Datos de una Serie de Tiempo.

Según Anderson et al. (2008) hay otras tendencias o patrones que pueden generar una serie de tiempo tal como se muestra en la figura 3.4

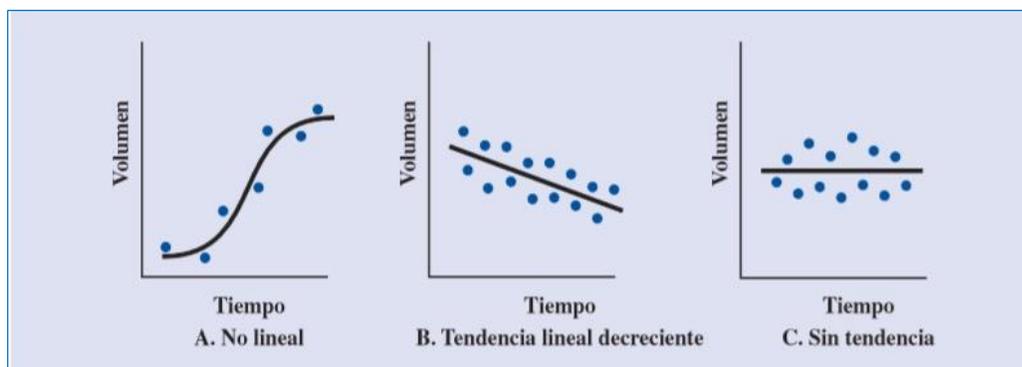


Figura 3.4 Otros Patrones de Estacionalidad que se Pueden Generar al Recopilar los Datos Históricos, Según Anderson et al. (2008)

En la figura 3.4 A se muestra una tendencia no lineal; en este caso, al inicio se observa poco crecimiento en la serie de tiempo y al final una estabilización.

Esta tendencia puede ser una buena aproximación a las ventas de un producto desde su introducción, seguida por una etapa de crecimiento y llegando al final a un periodo de saturación del mercado. La tendencia de disminución lineal que se observa en la figura 3.4 B se encuentra en series de tiempo que observan una disminución creciente a lo largo del tiempo. La línea horizontal que se observa en la figura 3.4 C representa una serie de tiempo en la que no hay un aumento ni una disminución consistentes a lo largo del tiempo y, por tanto, en la que no hay tendencia alguna. Al componente de las series de tiempo que representan la variabilidad en los datos debida a la influencia estacional se le conoce como componente estacional, se considera que las variaciones estacionales son variaciones que se presentan durante el lapso de un año, el componente estacional también se usa para representar cualquier variación que se presente con regularidad en un lapso menor que un año, tal como se muestra en la figura 3.5.



Figura 3.5 Ejemplo de Estacionalidad

La estacionalidad es un patrón repetitivo en intervalos fijos, estos generalmente son comunes los patrones anuales, mensuales, semanales o diarios.

El último componente que afecta a una serie de tiempo es el que representa la variabilidad aleatoria en las series de tiempo y es resultado de factores a corto plazo, imprevistos y no recurrentes que afectan a la serie de tiempo. Como este componente representa la variabilidad aleatoria en las series de tiempo, es impredecible; no podemos intentar predecir su impacto en las series de tiempo y se le considera componente irregular ya que mide la variabilidad de una serie cuando los demás componentes se han eliminado o no existen.

3.3.7.2 Métodos de Suavización.

Anderson et al. (2008) mencionan que los métodos de suavización tienen por objeto suavizar las fluctuaciones aleatorias ocasionadas por el componente irregular de la serie de tiempo, razón por la que se les conoce como métodos de suavizamiento. Los métodos de suavizamiento simple son adecuados para series de tiempo estables; es decir, para aquellas series que no muestran efectos importantes de tendencia, cíclicos o estacionales porque se adaptan muy bien a los cambios en el nivel de la serie de tiempo. Sin embargo, sin alguna modificación, no funcionan muy bien cuando hay variaciones importantes de tendencia, cíclicas o estacionales. Los métodos de suavizamiento son fáciles de utilizar y, por lo general, se obtiene una buena exactitud en pronósticos a corto plazo, como se describen a continuación:

a) Media o Promedio Móvil Simple. Chase y Aquilano (2009) definen que, cuando la demanda de un producto no crece ni se reduce rápidamente, y no tiene características estacionales, es necesario un promedio móvil ya que esto es útil y puede ayudar a eliminar las fluctuaciones aleatorias del pronóstico, el cual es más conveniente usar datos del pasado para pronosticar directamente el

siguiente periodo. También mencionan que el promedio se puede mover, en el tiempo y en el sentido de que, al transcurrir un periodo, el valor observado del periodo más antiguo se descarta, y se agrega el valor observado para el periodo más reciente para la siguiente operación. Sin embargo, para Hernández y Téllez (2016) el promedio móvil simple es aquel que combina los datos de los valores observados de la mayor parte de los periodos recientes, siendo un promedio de ellos el pronóstico para el periodo siguiente, tal como se muestra en la siguiente ecuación (3.1)

$$F_t = \frac{A_{t-1} + A_{t-2} + A_{t-3} \dots + A_{t-n}}{n} \quad (3.1)$$

Donde:

F_t = Pronóstico para el siguiente periodo.

n =Número de periodos por promediar.

A_{t-1} =Suceso real en el periodo pasado.

$A_{t-2}, A_{t-3}, A_{t-n}$ =Sucesos reales hace dos periodos, hace tres periodos, y así sucesivamente, hasta n periodos.

b) Promedio Móvil Ponderado. Según Chase y Aquilano (2009), es aquel que permite asignar cualquier importancia a cada elemento, siempre y cuando la suma de todas las ponderaciones sea igual a uno. El cual puede expresarse de la siguiente manera:

$$F_t = w_1 A_{t-1} + w_2 A_{t-2} \dots + w_n A_{t-n} \quad (3.2)$$

Donde:

F_t =promedio móvil ponderado

w_1 =ponderación dada al hecho real para el periodo $t - 1$

w_2 =ponderación dada al hecho real para el periodo $t - 2$

w_n =ponderación dada al hecho real para el periodo $t - n$

n =número total de periodos en el pronóstico

c) Según Slack et al. (1999) los dos métodos anteriores se pueden resolver mediante el uso del método de suavización exponencial simple y cuyo cálculo es más sencillo. porque esto pronostica la demanda del siguiente periodo considerando la demanda real del periodo actual y el pronóstico hecho por el periodo actual.

Su expresión matemática es la siguiente:

$$F_t = \alpha A_{t-1} + (1 - \alpha)F_{t-1} \quad (3.3)$$

Donde:

α =Constante de suavización.

F_t =Pronóstico suavizado exponencialmente para el periodo t .

F_{t-1} =Pronóstico suavizado exponencialmente para el periodo anterior.

A_{t-1} =Demanda real en el periodo anterior.

Considerando la definición de los autores Chase y Aquilano (2009) expresan que la razón por lo que se llama suavización exponencial, se debe que a cada incremento en el pasado se reduce $(1 - \alpha)$, un ejemplo sería que si α es = 0.05 las ponderaciones serían:

- a) Ponderación más reciente = $\alpha (1 - \alpha)^0$ -----0.0500
- b) Datos de un periodo anterior = $\alpha (1 - \alpha)^1$ -----0.0475
- c) Datos de dos periodos anteriores = $\alpha (1 - \alpha)^2$ ---0.0451
- d) Datos de tres periodos anteriores = $\alpha (1 - \alpha)^3$ ----0.0429

En este tipo de método solo se necesitan tres piezas de datos para pronosticar, el dato del pronóstico más reciente, la demanda real que ocurrió durante el periodo de pronóstico y la constante de suavización que es alfa (α).

3.3.7.3 Método de Proyección de Tendencias.

Para Anderson et al. (2008), el tipo de series de tiempo al que se aplica el método de la proyección de tendencia son las series de tiempo que muestran un aumento o disminución consistente a lo largo del tiempo; como estas series de

tiempo no son estables, no se pueden utilizar los métodos de suavizamiento descritos en la sección anterior.

Hanke y Wichern (2010) mencionan que, para una serie de tiempo con tendencia, el nivel de la serie no es constante, los métodos de pronósticos que representan la tendencia son; el análisis de regresión, el método de Holt (Suavización exponencial doble).

a) El modelo de pronóstico de regresión lineal simple permite hallar el valor esperado de una variable aleatoria Y cuando X toma un valor específico.

López (2019) la aplicación de este método implica un supuesto de linealidad cuando la demanda presenta un comportamiento creciente o decreciente, por tal razón, se hace indispensable que previo a la selección de este método exista un análisis de regresión que determine la intensidad de las relaciones entre las variables que componen el modelo. ¿Cuándo utilizar un pronóstico de regresión lineal?, el pronóstico de regresión lineal simple es un modelo óptimo para patrones de demanda con tendencia (creciente o decreciente), es decir, patrones que presenten una relación de linealidad entre la demanda y el tiempo. El objetivo de un análisis de regresión es determinar la relación que existe entre una variable dependiente y una o más variables independientes.

Coefficiente de correlación (r). comúnmente identificado como r u R , es una medida de asociación entre las variables aleatorias X y Y, cuyo valor Varía entre -1 y +1. tal como se muestra en la figura 3.6

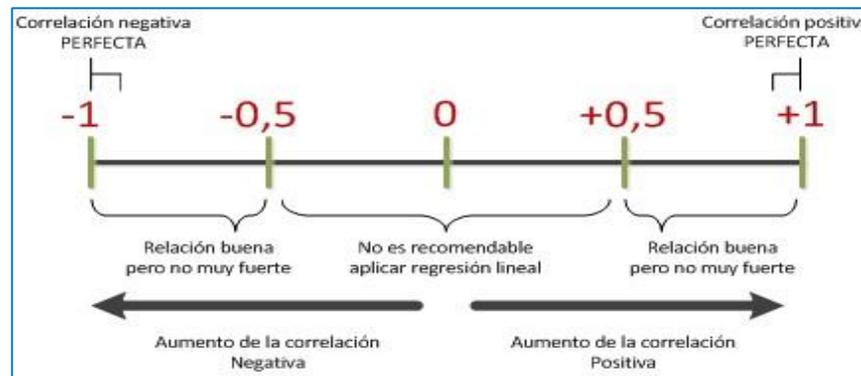


Figura 3.6 Correlaciones que Existe entre el 0 +1 y el -1

El cálculo del coeficiente de correlación se efectúa de la siguiente manera:

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i t_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n t_i}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n t_i^2 - (\sum_{i=1}^n t_i)^2][n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2]}} \quad (3.4)$$

Donde t hace referencia a la variable tiempo y x a la variable demanda.

La siguiente ecuación es del modelo de regresión lineal simple.

$$\hat{x} = a + bt \quad (3.5)$$

Donde:

\hat{x} =Pronóstico del periodo t .

a =Intersección de la línea con el eje y.

b =Pendiente (positiva o negativa).

t =periodo de tiempo.

Considerando que;

$$a = \bar{x} - b\bar{t} \quad (3.6)$$

Donde:

\bar{x} =promedio de la variable dependiente (ventas o demanda).

\bar{t} =Promedio de la variable independiente(tiempo).

Considerando que;

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i t_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n t_i}{n \sum_{i=1}^n t_i^2 - [\sum_{i=1}^n t_i]^2} \quad (3.7)$$

b) El método de suavización exponencial doble, Esparza (2017) menciona a Nahmias, (2007), es aquel que está diseñado para dar seguimiento a series de tiempo con una tendencia, el cual requiere de dos constantes de suavización, α y β las cuales utilizan dos ecuaciones, uno para el valor de la serie y la otra para la tendencia (la pendiente) y estas se muestran en las siguientes ecuaciones.

$$S_t = \alpha D_t + (1 - \alpha)(S_{t-1} + G_{t-1}) \quad (3.8)$$

$$G_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)G_{t-1} \quad (3.9)$$

Donde:

S_t = Es el valor de la intercepción en el tiempo, t .

G_t = Es el valor de la pendiente en el tiempo, t .

D_t = Es la observación de la demanda más común.

S_{t-1} =Es el pronóstico previo de la demanda actual.

G_{t-1} =Es la pendiente previa.

Este método cuantitativo fue utilizado en el análisis de ventas de un supermercado en lo cual concluye que resulto el adecuado en comparación con los métodos de suavización Winters.

3.3.7.5 Método de Proyección de Tendencia Ajustada por Influencia Estacional.

Esparza et al. (2017), menciona a Nahmias (2013) como serie estacional, aquella que tiene un modelo que se repite cada N etapas, para algún valor de N, interpretemos como duración de la estación al número de periodos antes de que el patrón comience a repetirse. También menciona que para utilizar un modelo estacional se tiene que especificar cuanto subsiste una estación. Una de las técnicas de tendencia estacional es la que se menciona a continuación, así como las formulas útiles para su análisis.

Respecto al Método de Suavización Winters para los problemas estacionales, González-Luna y Rodríguez-Morachis (2017) mencionan que este método es similar al de suavización exponencial doble, la diferencia estriba en que tiene la ventaja extra de ser capaz de manejar datos estacionales junto con datos que tengan una tendencia. Además, las formulas son tomados de Hernández y Téllez (2016), y se basa en tres ecuaciones, cada una asociada con

uno de los tres componentes del patrón como (aleatoriedad, tendencia y estacionalidad).

$$S_t = \alpha \frac{X_t}{C_{t-L}} + (1 - \alpha)(S_{t-1} + B_{t-1}) \quad (3.10)$$

$$B_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)B_{t-1} \quad (3.11)$$

$$C_t = \gamma \left(\frac{X_t}{S_t} \right) + (1 - \gamma)C_{t-l} \quad (3.12)$$

$$F_{t+k} = (S_t + kB_t)C_{t+k-gL} \quad (3.13)$$

Donde:

S_t = Es el valor estimado de la aleatoriedad para el periodo t .

B_t = Es el valor estimado de la tendencia en el periodo t .

C_t = Es el valor estimado de la estacionalidad en el periodo t .

F_{t+k} = Es el pronóstico para el periodo $t + k$

X_t = Es el valor observado en el periodo t .

L = Es el número de estaciones.

t = Es el número de periodos de datos disponibles.

k = Es el número de periodos futuros que se quieren pronosticar.

g = es el entero más pequeño mayor o igual que k / L .

Los métodos cuantitativos de pronósticos más efectivos revisados hasta ahora son los métodos para pronosticar series estacionarias, que involucran varios métodos descritos anteriormente los que incluyen métodos tales como método de suavización exponencial el cual se hacen comparaciones con los métodos de suavización Winter para problemas estacionales los cuales son los que más se ajustan a la curva obtenido en los resultados de los análisis en las

diferentes investigaciones realizadas en el Tecnológico Nacional de México ubicado en ciudad Juárez Chihuahua México/I.T.Cd. Juárez.

3.3.8 Pronóstico Modelos Cualitativos Causales.

Según Farrera (2013), los modelos Cualitativos más conocidos son:

a) Consenso de un panel, consiste en reunir a un grupo de expertos para analizar una situación que involucra una o más variables de interés y discutir sobre su comportamiento a futuro, este panel debe guiarse por una persona, quien se encarga de moderar y conducir la dinámica del grupo.

b) Método Delphi, busca rescatar el consenso de un panel, pero trata de disminuir el sesgo en el resultado final al establecer la mecánica de que los expertos elegidos sean anónimos y no interactúen; es decir no se reúnen para discutir sus opiniones, este método tiene tres características:

1. Anonimato entre los expertos participantes
2. Retroalimentación controlada por un facilitador
3. Resúmenes estadísticos de las respuestas del grupo.

c) Analogía histórica, este se emplea cuando se pronostica la demanda de un nuevo producto o servicio y carece totalmente de información previa y existe mucha incertidumbre sobre el futuro.

d) Investigación de mercados, se enfoca a la investigación de mercados para un nuevo producto o servicio, el cual es encuestado a clientes potenciales, encuestas de intención de compras y mercado de pruebas, logrando con ello determinar los comportamientos de compra esperados por el mercado potencial.

e) Pronóstico visionario, es el menos preciso y más subjetivo, ya que su característica es que genera pronósticos a largo plazo y es emitido por una sola persona cuya experiencia en una determinada área le permite expresar su visión a largo plazo acerca de lo que se espera de una variable o más variables de interés.

3.4 Indicadores Para Medir el Desempeño del Error en los Modelos de Pronóstico

Para medir el nivel de confiabilidad y poder validar un modelo es necesario que cumplan con ciertos supuestos, ya que estos modelos se basan en modelos de regresión y esto es válido bajo el supuesto de que los datos tengan un comportamiento normal e independencia sobre los residuales, para ello es necesario medir el desempeño mediante algunos indicadores tales como:

3.4.1 Desviación Media Absoluta (MAD)

Mide la precisión por el promedio de las magnitudes de los errores del pronóstico, son valores absolutos para evitar hacer eliminación entre valores positivos y negativos.

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |e_t| \quad (3.14)$$

Donde:

e_t = El error, que es la diferencia entre el valor real y el valor pronosticado en el periodo t . y

$$e_t = D_t - Y_t \quad (3.15)$$

3.4.2 Error Medio Cuadrado (MSE)

El error medio cuadrado es similar a la desviación media absoluta ya que solamente se elevan al cuadrado.

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n e_t^2 \quad (3.16)$$

Donde:

n =El número de periodos sobre el cual se hicieron estimaciones.

3.4.3 Raíz del Error Medio al Cuadrado (RMSE)

Dónde: $RMSE = \sqrt{MSE}$

3.4.4 Porcentaje Medio de Error Absoluto (MAPE)

Se expresa como un porcentaje del error relativo para introducir una única escala de evaluación.

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{e_t}{y_t} \right|}{n} \times 100 \quad (3.17)$$

Para concluir el marco teórico es necesario considerar la tabla 3.1 el cual muestra las diferentes características de algunos modelos cuantitativos relacionados con la serie de tiempo que en un futuro se podrá considerar para el análisis. Tabla 3.1 Características de los Modelos Cuantitativos.

MODELO CUANTITATIVO	CARACTERÍSTICA
Promedios Móviles	Cuando en la gráfica no presenta tendencia ni estacionalidad
Suavización Exponencial Simple	Cuando en la gráfica no presenta tendencia ni estacionalidad
Suavización Exponencial doble (Holt)	Presencia de tendencia y no de estacionalidad
Winters	Cuando existe tendencia y estacionalidad
ARIMA	Cuando haya tendencia o estacionalidad o ambas
Método de descomposición	utilizar cuando exista estacionalidad
Método de análisis de tendencias	utilizar cuando no exista estacionalidad

4. MATERIALES Y MÉTODOS

En este Capítulo se detallan los materiales a utilizar en la realización de la investigación así mismo se describe la metodología que se seguirá para desarrollar el pronóstico que se ajusta de acuerdo a los datos históricos obtenidos.

4.1 Materiales

Para el desarrollo y el logro de los objetivos propuestos se utilizan como materiales de apoyo, un equipo de computadora personal con las siguientes características.

Computadora personal Asus® Windows 10®, el cual es uno de las herramientas muy importante en el desarrollo de esta tesis, así como el uso constante para la búsqueda de información.

Para el análisis de datos, se utiliza Minitab ® 17 Programa Estadístico para obtener análisis con diferentes tipos de pronósticos y evaluar los mejores y que se ajusten a la curva.

También como material informático se utilizó de Microsoft ® Office 2016 de la computadora personal para el desarrollo de la tesis, así como el manejo de los datos en Excel®.

Además, para adquirir los datos se hace uso de un software llamado SIICE®, para el manejo adecuado de la información de los periodos de cada ciclo escolar proporcionado en el centro de trabajo donde se realiza la investigación.

4.2 Métodos.

Para el desarrollo de la metodología aplicada a este tema de investigación, se lleva a cabo una serie de pasos o procedimientos con la finalidad de lograr el método de pronóstico, que se aproxime al mayor ajuste posible el cual se toma el mismo diagrama de procedimiento utilizado en la investigación en el ramo electrónico realizado por Gonzales Luna (2017), tal como se muestra en la figura 4.2

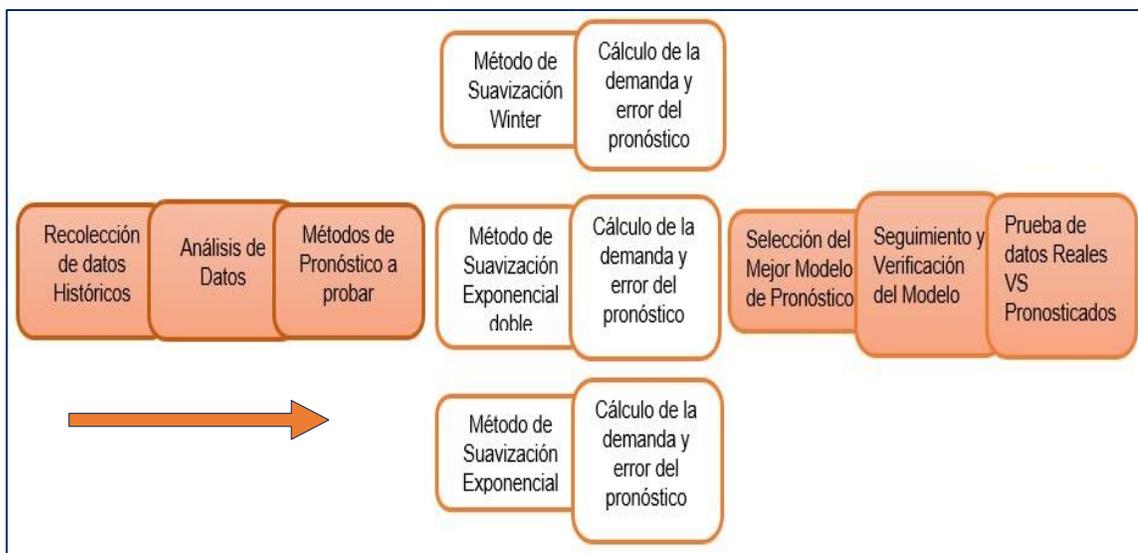


Figura 4.1 Metodología Aplicado a esta Investigación.

4.2.1 Recolección de Datos Históricos.

Para la recolección de datos se utiliza la base de datos de la institución educativa, llamado estadística de educación media superior bachillerato general 9.11.7G.

Para visualizar el comportamiento de estos datos, se ajustan a una tabla para todos los ciclos escolares dando como resultado lo que se muestra en la siguiente tabla 4.1

Tabla 4.1 Número de Alumnos por Cada Ciclo Escolar

Número de Alumnos		Ciclo Escolar
Semestre 1	43	2010
Semestre 2	38	2010
Semestre 1	143	2011
Semestre 2	266	2011
Semestre 1	253	2012
Semestre 2	743	2012
Semestre 1	603	2013
Semestre 2	771	2013
Semestre 1	713	2014
Semestre 2	856	2014
Semestre 1	736	2015
Semestre 2	772	2015
Semestre 1	660	2016
Semestre 2	1222	2016
Semestre 1	1006	2017
Semestre 2	1294	2017
Semestre 1	1108	2018
Semestre 2	1114	2018
Semestre 1	1209	2019

Ya con los datos históricos obtenidos, se analiza mediante el uso de Excel® el comportamiento de los datos para visualizar si el comportamiento de estos datos, es tendencial, estacional, cíclico o cualquier otro tipo de comportamiento que podría interpretarse de manera personal. En la figura 4.2 se muestra, el comportamiento de los datos en el cual se observa una tendencia

ascendente y una estacionalidad, también muestra unas caídas leves en algún periodo en particular.

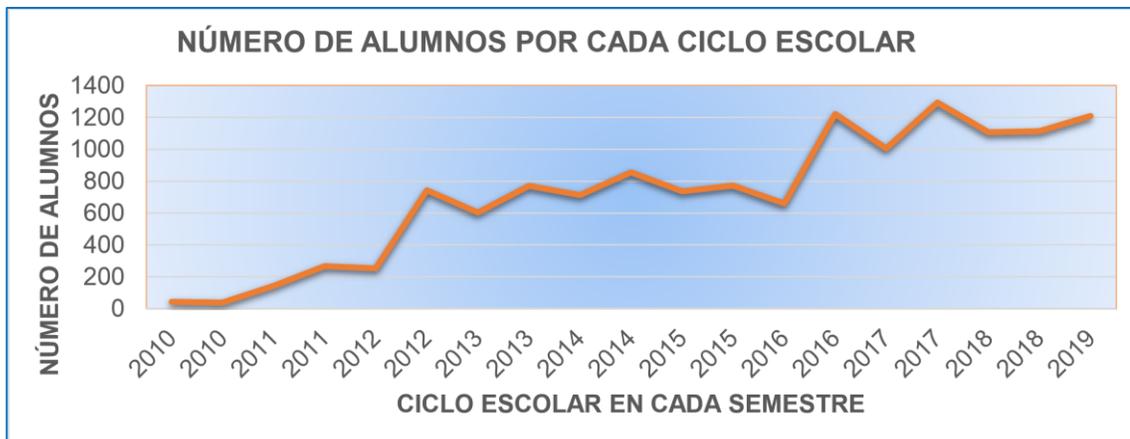


Figura 4.2 Comportamiento del Número de Alumnos en Cada Ciclo Escolar.

Para el desarrollo de la capacidad instalada en cada periodo escolar se toman datos históricos de la estadística de bachillerato tecnológico de inicios de cursos de cada ciclo escolar 911.7T que es un programa donde se guardan los datos históricos tanto de demanda escolar (número de alumnos) por cada semestre y de infraestructura. En la Tabla 4.2 se muestra las necesidades que fue teniendo el plantel en cada periodo ya que esto es necesario para visualizar el incremento o decremento de cada una de las infraestructuras que intervienen en esta institución educativa.

Tabla 4.2 Infraestructura en Cada Periodo Escolar.

Año	Semestre	Infraestructura	Cantidad	Observaciones
2010	I	No. Sillas	90	
		No. De Mesas	8	
		No. de Maestros	5	
		Equipo de Computo	3	
		No. De aulas	1	
		Personal Directivo	3	
		Personal de Limpieza	3	
		Talleres	0	

Tabla 4.2 Infraestructura en Cada Periodo Escolar...(Continuación)

Año	Semestre	Infraestructura	Cantidad	Observaciones
2010	II	No. Sillas	90	
		No. De Mesas	8	
		No. de Maestros	5	
		Equipo de Computo	3	
		No. De aulas	1	
		Personal Directivo	3	
		Personal de Limpieza	3	
		Talleres	0	
2011	I	No. Sillas	340	
		No. De Mesas	18	
		No. de Maestros	20	
		Equipo de Computo	21	
		No. De aulas	4	
		Personal Directivo	3	
		Personal de Limpieza	3	
		Talleres	0	
	II	No. Sillas	340	
		No. De Mesas	18	
		No. de Maestros	26	
		Equipo de Computo	21	
		No. De aulas	6	
		Personal Directivo	3	
		Personal de Limpieza	3	
		Talleres	0	
2012	I	No. Sillas	360	
		No. De Mesas	29	
		No. de Maestros	26	
		Equipo de Computo	31	
		No. De aulas	6	
		Personal Directivo	3	
		Personal de Limpieza	2	
		Talleres	0	
	II	No. Sillas	360	
		No. De Mesas	29	
		No. de Maestros	29	
		Equipo de Computo	31	
		No. De aulas	17	
		Personal Directivo	3	
		Personal de Limpieza	3	
		Talleres	0	

Tabla 4.2 Infraestructura en Cada Periodo Escolar...(Continuación)

Año	Semestre	Infraestructura	Cantidad	Observaciones
2013	I	No. Sillas	600	
		No. De Mesas	40	
		No. de Maestros	28	
		Equipo de Computo	60	
		No. De aulas	17	
		Personal Directivo	3	
		Personal de Limpieza	3	
		Talleres	2	
	II	No. Sillas	600	
		No. De Mesas	40	
		No. de Maestros	28	
		Equipo de Computo	60	
		No. De aulas	17	
		Personal Directivo	4	
Personal de Limpieza		3		
Talleres		2		
2014	I	No. Sillas	950	
		No. De Mesas	40	
		No. de Maestros	30	
		Equipo de Computo	75	
		No. De aulas	17	
		Personal Directivo	3	
		Personal de Limpieza	6	
		Talleres	2	
	II	No. Sillas	950	
		No. De Mesas	40	
		No. de Maestros	31	
		Equipo de Computo	75	
		No. De aulas	19	
		Personal Directivo	3	
Personal de Limpieza		5		
Talleres		2		
2015	I	No. Sillas	950	
		No. De Mesas	40	
		No. de Maestros	30	
		Equipo de Computo	97	
		No. De aulas	19	
		Personal Directivo	5	
		Personal de Limpieza	4	
		Talleres	2	

Tabla 4.2 Infraestructura en Cada Periodo Escolar...(Continuación)

Año	Semestre	Infraestructura	Cantidad	Observaciones
2015	II	No. Sillas	950	
		No. De Mesas	40	
		No. de Maestros	30	
		Equipo de Computo	97	
		No. De aulas	19	
		Personal Directivo	5	
		Personal de Limpieza	4	
		Talleres	2	
2016	I	No. Sillas	1000	
		No. De Mesas	50	
		No. de Maestros	32	
		Equipo de Computo	97	
		No. De aulas	19	
		Personal Directivo	3	
		Personal de Limpieza	4	
		Talleres	2	
	II	No. Sillas	1000	
		No. De Mesas	50	
		No. de Maestros	32	
		Equipo de Computo	97	
		No. De aulas	27	
		Personal Directivo	3	
		Personal de Limpieza	4	
		Talleres	2	
2017	I	No. Sillas	1080	
		No. De Mesas	60	
		No. de Maestros	32	
		Equipo de Computo	103	
		No. De aulas	27	
		Personal Directivo	4	
		Personal de Limpieza	4	
		Talleres	2	
	II	No. Sillas	1080	
		No. De Mesas	60	
		No. de Maestros	32	
		Equipo de Computo	103	
		No. De aulas	29	
		Personal Directivo	4	
		Personal de Limpieza	4	
		Talleres	2	

Tabla 4.2 Infraestructura en Cada Periodo Escolar...(Continuación)

Año	Semestre	Infraestructura	Cantidad	Observaciones
2018	I	No. Sillas	1080	
		No. De Mesas	60	
		No. de Maestros	34	
		Equipo de Computo	164	
		No. De aulas	29	
		Personal Directivo	4	
		Personal de Limpieza	5	
		Talleres	2	
	II	No. Sillas	1080	
		No. De Mesas	60	
		No. de Maestros	34	
		Equipo de Computo	164	
		No. De aulas	29	
		Personal Directivo	5	
		Personal de Limpieza	4	
		Talleres	2	
2019	I	No. Sillas	1095	
		No. De Mesas	85	
		No. de Maestros	34	
		Equipo de Computo	164	
		No. De aulas	29	
		Personal Directivo	5	
		Personal de Limpieza	5	
		Talleres	2	
	II	No. Sillas	¿?	
		No. De Mesas	¿?	
		No. de Maestros	¿?	
		Equipo de Computo	¿?	
		No. De aulas	¿?	
		Personal Directivo	¿?	
		Personal de Limpieza	¿?	
		Talleres	¿?	

Como se puede observar en la tabla hay cambios leves entre un periodo y otro, los diferentes tipos de infraestructura tales como aulas, numero de sillas, número de mesas, equipo de cómputo, número de aulas, personal directivo y personal de limpieza.

4.2.2 Análisis de Datos

En esta parte de la investigación es necesario recordar algunas características de los métodos de serie de tiempo, tales como ciclicidad, tendencia, estacionalidad y componente irregular o aleatoriedad.

Para comenzar analizar los datos del número de alumnos en relación con cada ciclo escolar se utiliza el *software* Minitab®, se ingresan los datos para analizar el comportamiento de los datos, en el cual se observará si existe estacionalidad, tendencia, ciclicidad o cualquier otro comportamiento, en la figura 4.3 se muestra el comportamiento de los alumnos inscritos.

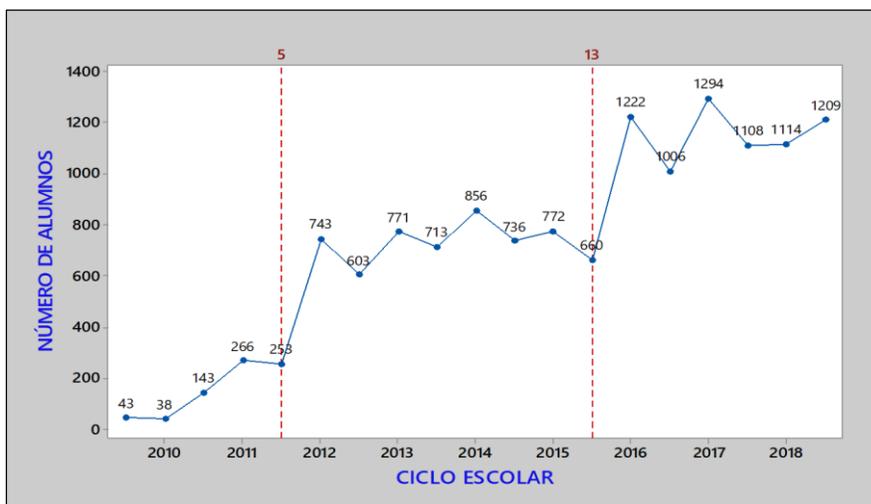


Figura 4.3 Comportamiento de Matrícula de Alumnos Inscritos

La figura 4.3 muestra una tendencia ascendente, pero también en algunos puntos muestra una leve caída, se puede observar que se presenta estacionalidad cada semestre, sin embargo, no está bien definida, ya que los

ciclos son cada dos datos y se puede tratar con suavización exponencial doble, para ello se retoma la tabla 3.1 que muestra algunas características de una serie de tiempo considerando el modelo adecuado, debido al comportamiento de los datos mostrados en la figura 4.3.

Después de realizar esta observación del comportamiento de los datos, es necesario realizar una prueba de normalidad, para luego inferir sobre estos datos si los datos pronosticados son estadísticamente equivalentes a los reales.

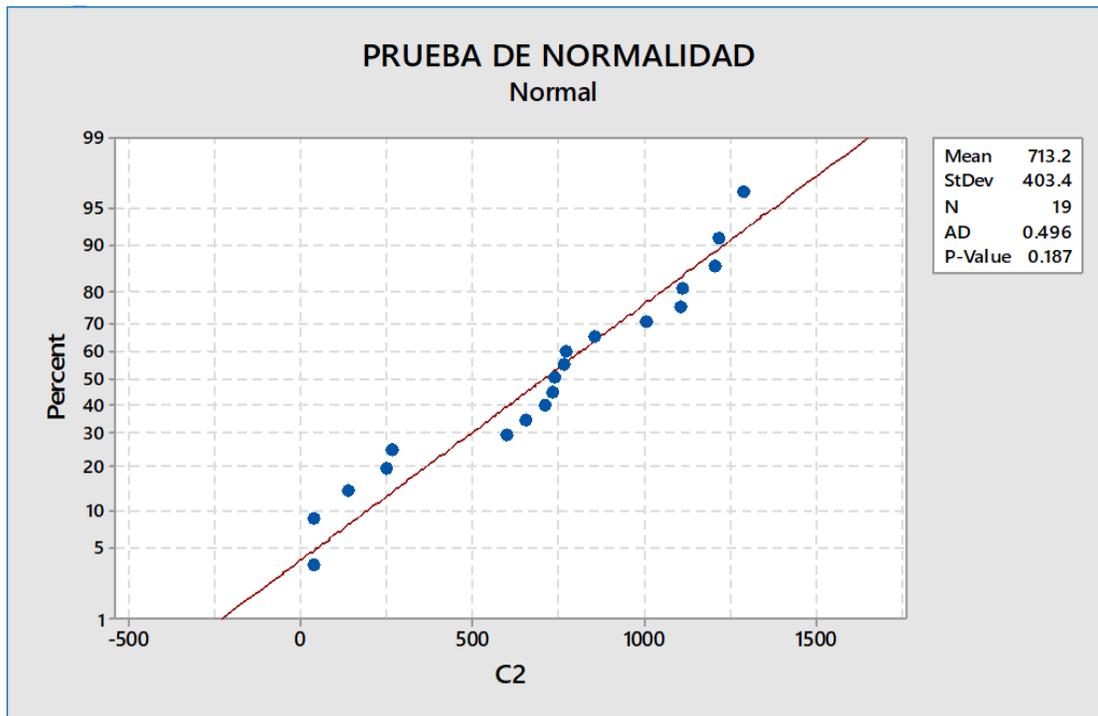


Figura 4.4 Resultado Obtenido de la Prueba de Normalidad de los Datos.

Para seguir con el análisis de los datos reales y obtener la ecuación mediante regresión lineal simple, para mostrar la tendencia. utilizando el programa estadístico Minitab®, el modelo de regresión obtenido fue el que muestra la Figura 4.5.

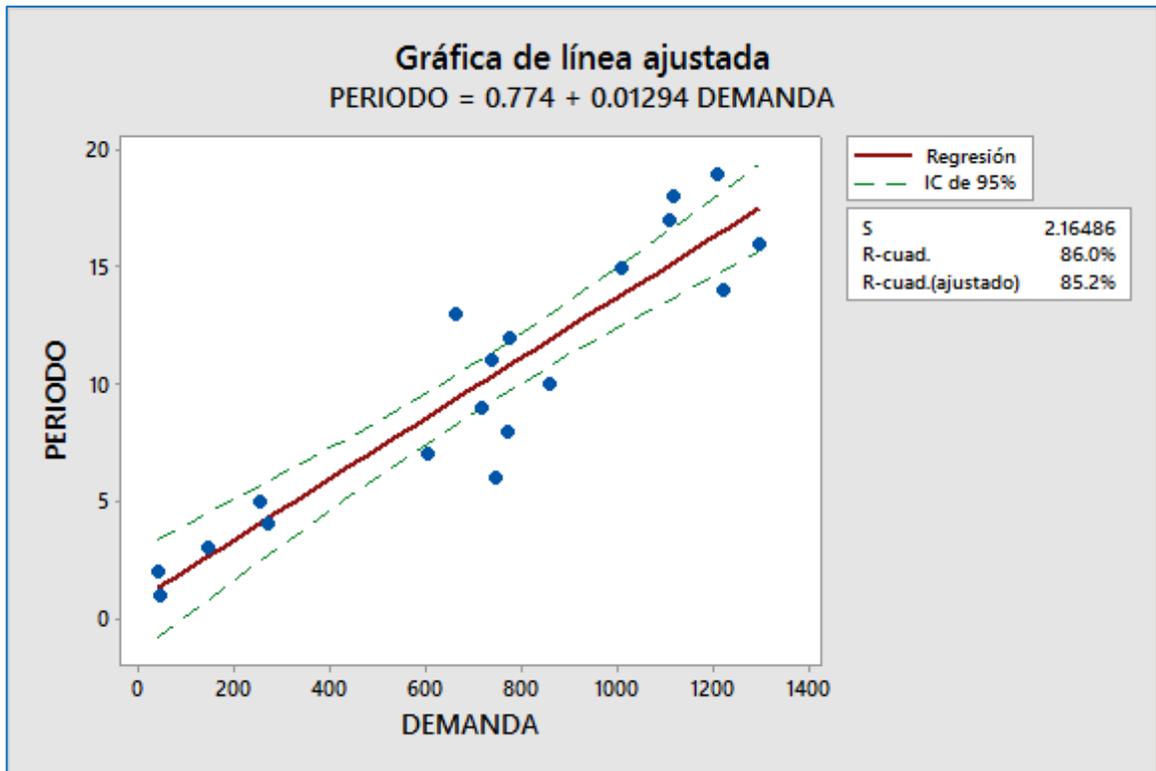


Figura 4.5 Modelo de Regresión Lineal.

La ecuación de regresión es

$$\text{PERIODO} = 0.774 + 0.01294 \text{ DEMANDA}$$

S = 2.16486 R-cuad. = 86.0% R-cuad. (ajustado) = 85.2%

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	490.328	490.328	104.62	0.000
Error	17	79.672	4.687		
Total	18	570.000			

Después se prosiguió a realizar el análisis de residuales, obteniendo como resultado lo que se muestra en la figura 4.6

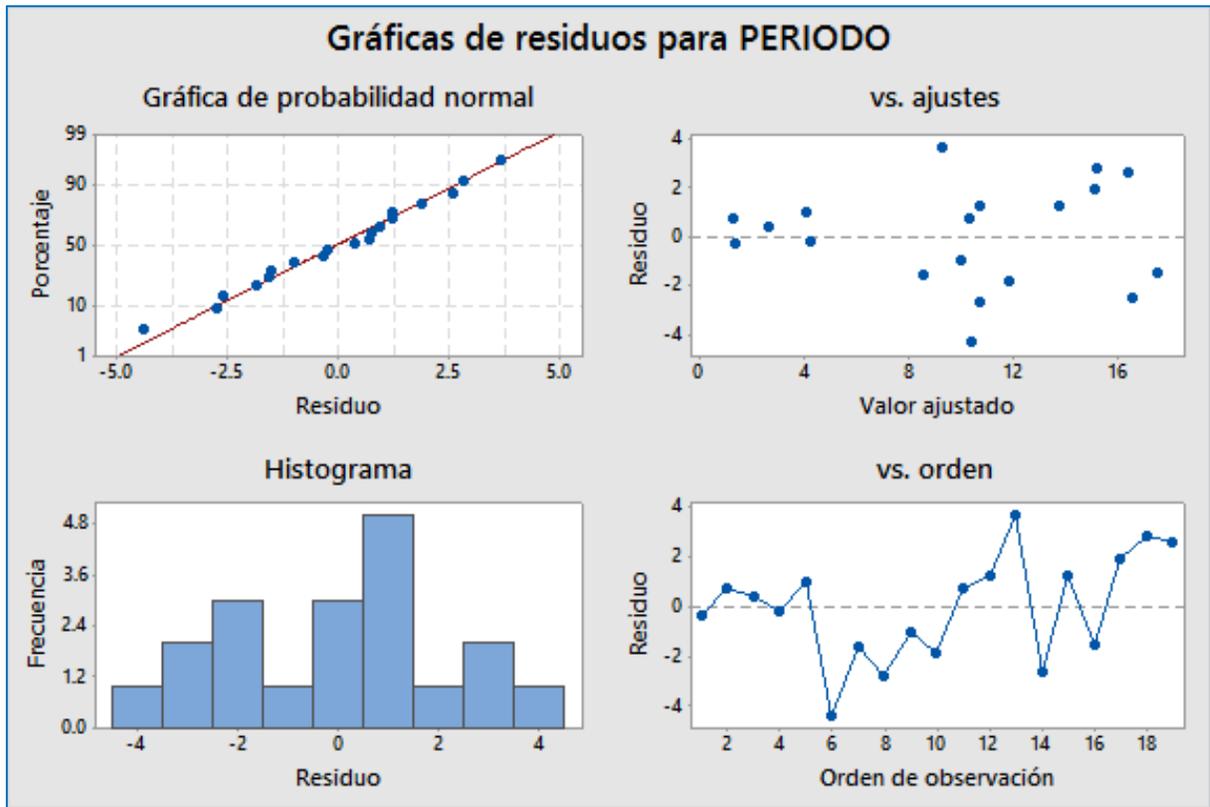


Figura 4.6 Muestra el Análisis de Residual de los Datos Históricos

4.2.3 Cálculo de la Demanda y Error de Pronóstico.

En esta sección se hacen comparaciones de los diferentes métodos de pronósticos y su error para luego comparar cuál de ellos es el que se aproxima más a los datos reales, así como su error mínimo, los métodos que se analizan son el, método de suavización exponencial doble. Utilizando el programa estadístico Minitab® para su análisis, tal y como se muestran en las siguientes figuras 4.7 a la figura 4.12.

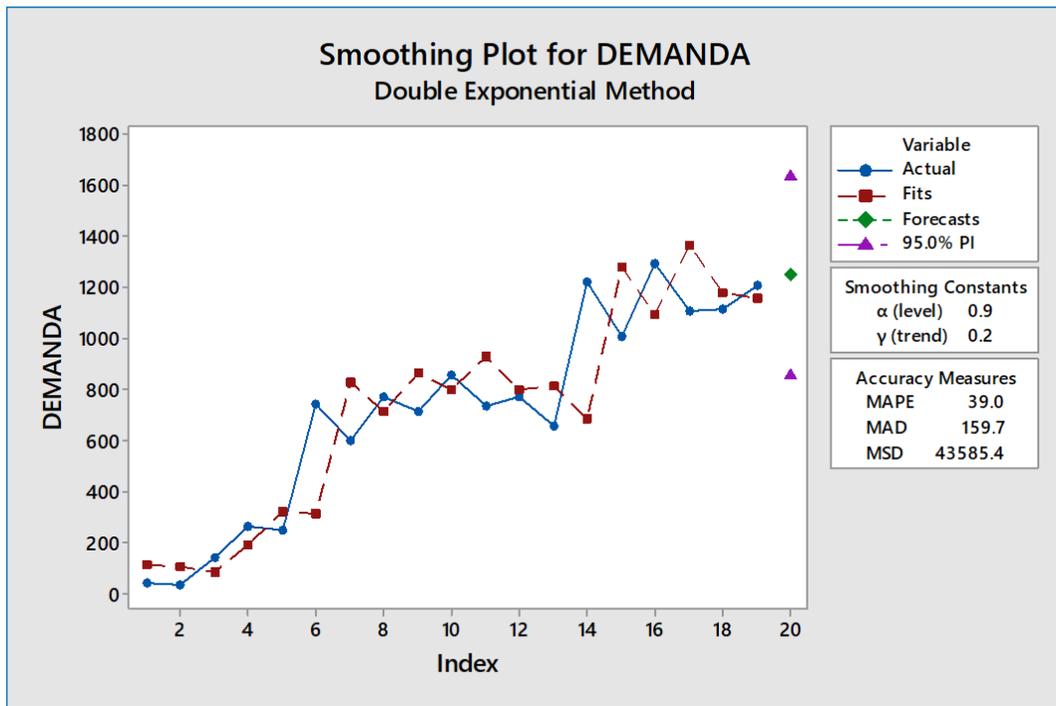


Figura 4.7 Comportamiento de la Demanda y Pronóstico con $\alpha=0.9$ y $\gamma=0.2$

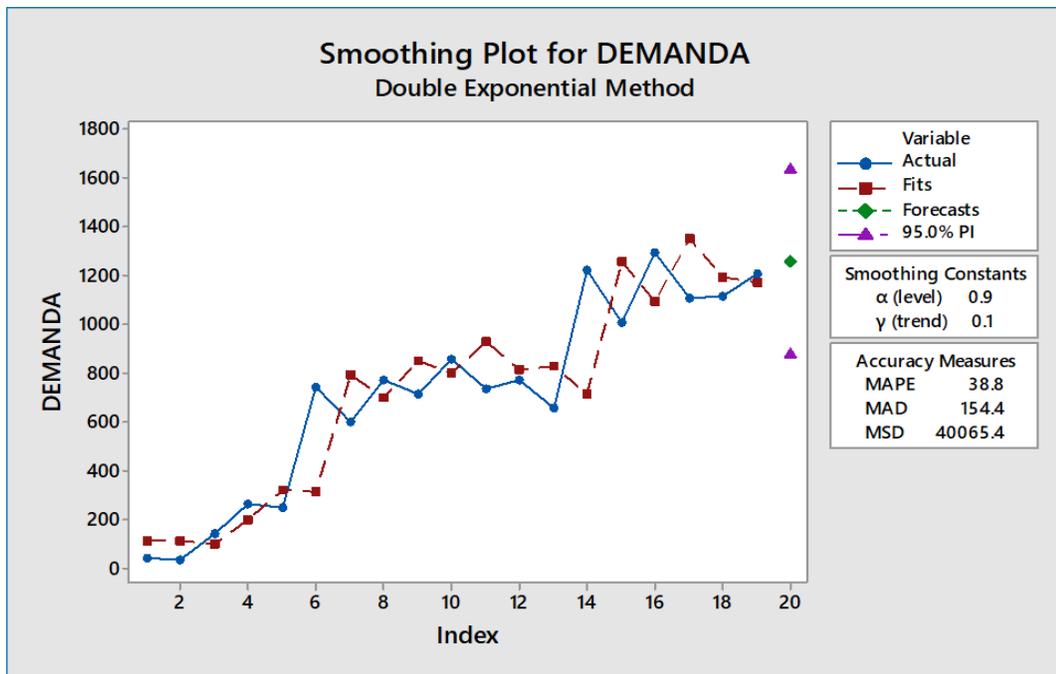


Figura 4.8 Comportamiento de la Demanda y Pronóstico con $\alpha=0.9$ y $\gamma=0.1$

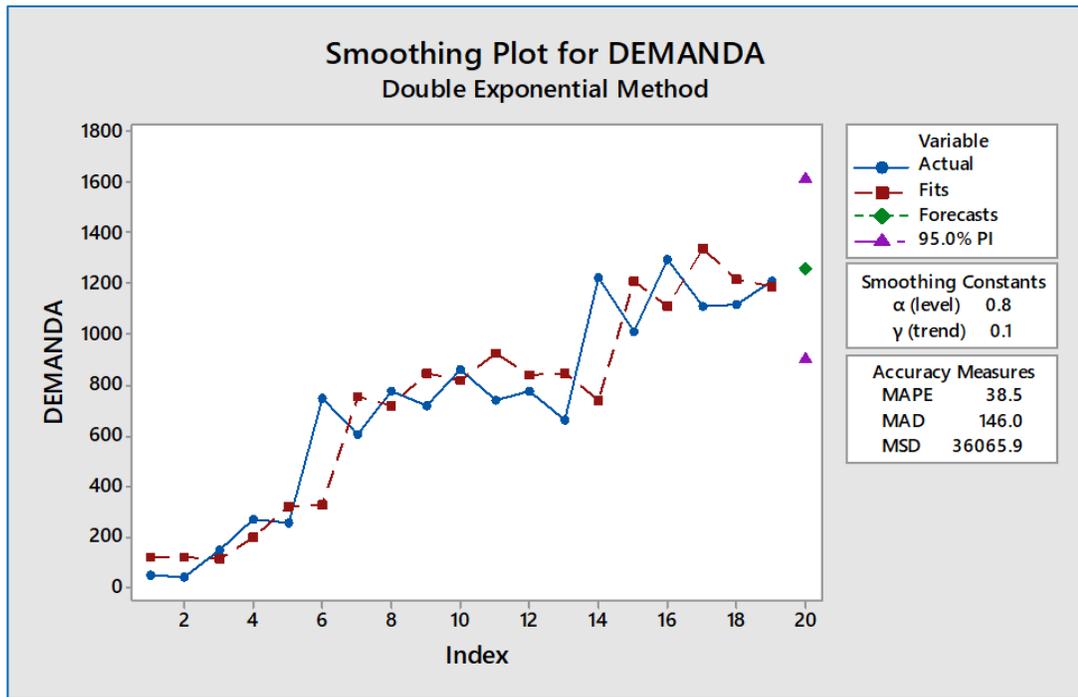


Figura 4.9 Comportamiento de la Demanda y Pronóstico con $\alpha=0.8$ y $\gamma=0.1$

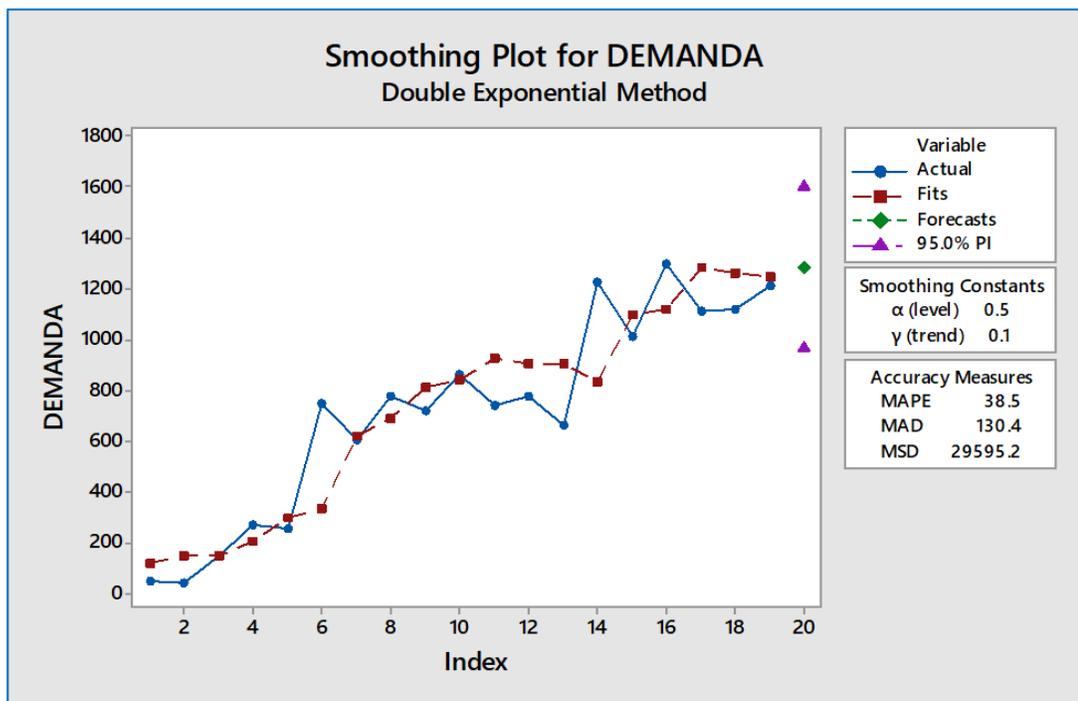


Figura 4.10 Comportamiento de la Demanda y Pronóstico con $\alpha=0.5$ y $\gamma=0.1$

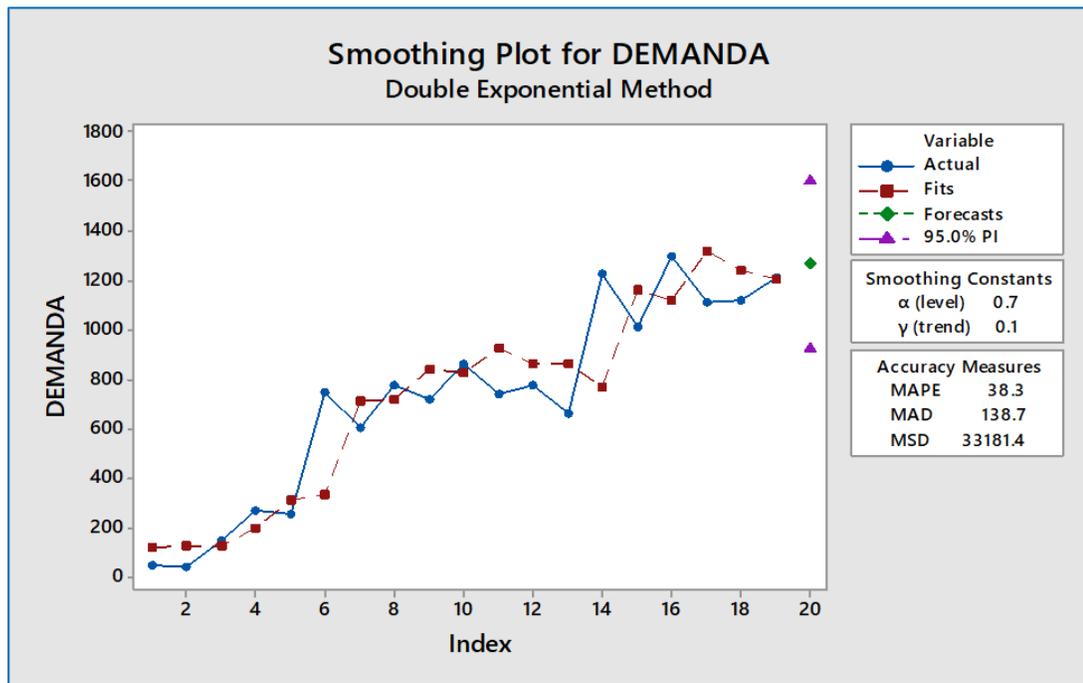


Figura 4.11 Comportamiento de la Demanda y Pronóstico con $\alpha=0.7$ y $\gamma=0.1$

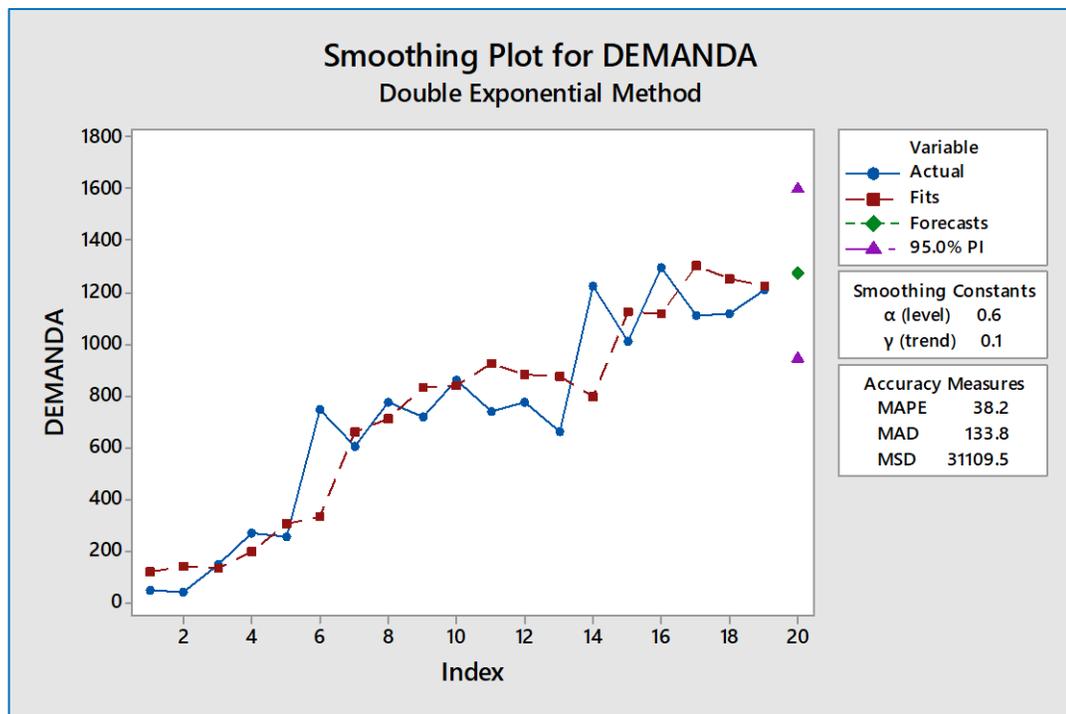


Figura 4.12 Comportamiento de la Demanda y Pronóstico con $\alpha=0.6$ y $\gamma=0.1$

De acuerdo a lo observado de las figuras anteriores podemos seleccionar el que tiene el menor error, siendo ésta la calculada con $\alpha=0.6$ y $\gamma=0.1$.

4.2.4 Selección del Mejor Método de Pronóstico.

La selección del Modelo será la que mejor cumpla con las características de ajuste y suavización con respecto a la demanda pronosticada contra la demanda real, incluyendo el menor y que el resultado sea la más confiable posible, esto quiere decir que, al que se aproxime más a la demanda real.

En este apartado se realiza un análisis comparativo entre los datos históricos y los datos suavizados a partir del dato 15, cuyos resultados calculados se muestran en la tabla 4.3

Tabla 4.3 Demanda Real Contra Pronosticados o Suavizados

PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICADOS	FORE1
1	43	58.7	1122.66
2	38	74.3	
3	143	141.3	
4	266	242.0	
5	253	275.9	
6	743	582.1	
7	603	630.3	
8	771	748.7	
9	713	762.6	
10	856	851.0	
11	736	814.6	
12	772	817.0	
13	660	748.0	
14	1222	1052.3	
15	1006	1054.7	

4.2.5 Prueba de los Datos Reales Vs Pronosticados.

En este apartado se realizarán las pruebas de comparación de medias y varianza, para ello se toman de los datos del mejor modelo en cuestión.

Para lo anterior, primeramente, se efectúa pruebas de los datos reales (demanda de alumnos inscritos) y los pronósticos, si ambos son normales, se realiza las pruebas paramétricas.

$$H_0: \mu_R = \mu_P$$

$$H_0: \mu_R \neq \mu_P$$

$$H_0: \sigma_P^2 = \sigma_P^2$$

$$H_0: \sigma_P^2 \neq \sigma_P^2$$

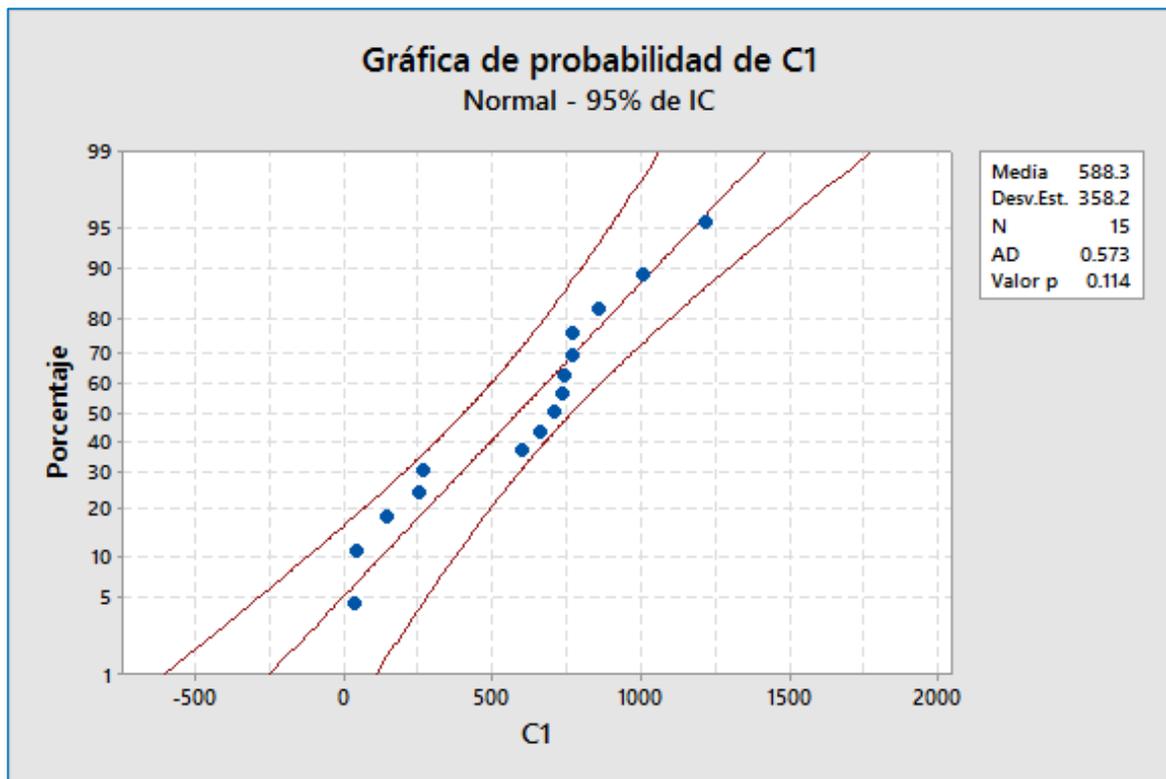


Figura 4.13 Prueba de Normalidad de la Demanda de Estudiantes Inscritos

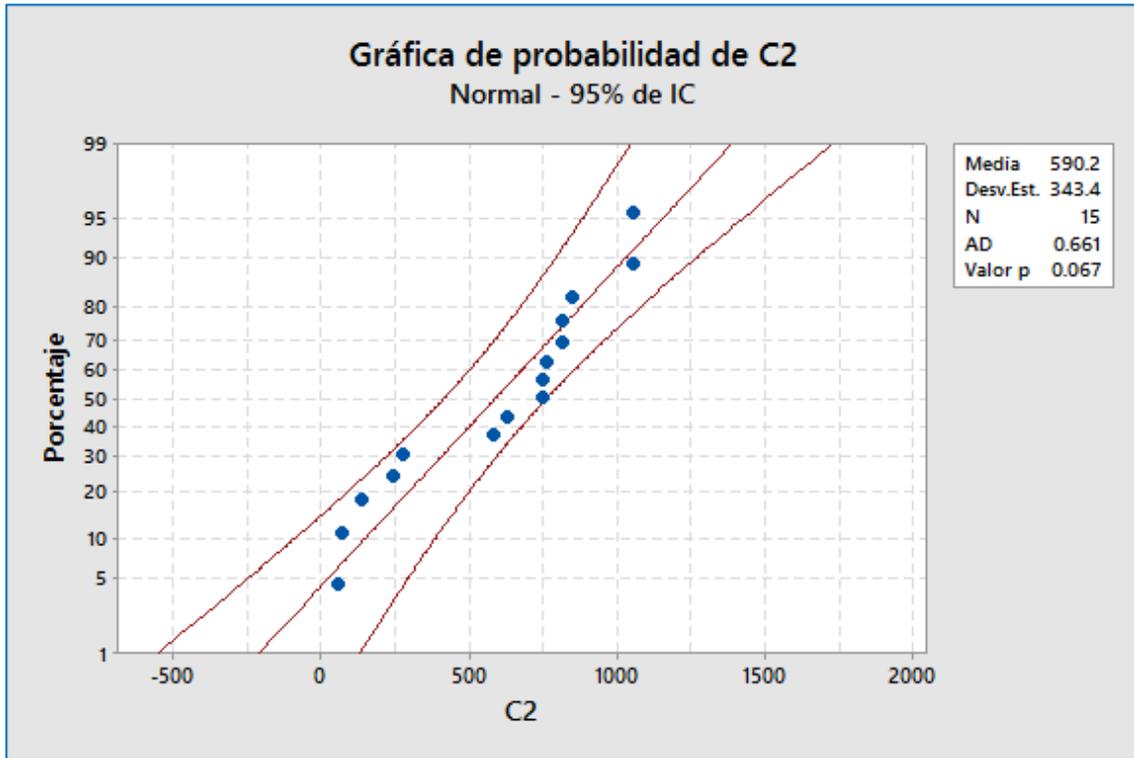


Figura 4.14 Prueba de Normalidad de los Datos Pronosticados

4.2.7 Seguimiento y Verificación del Modelo.

Considerando el modelo seleccionado y adecuado para el análisis de acuerdo al comportamiento de los datos, es necesario llevar un proceso de seguimiento en el futuro recopilando los datos en los semestres por venir y verificar nuevamente el comportamiento de los datos reales y pronosticados, para finalmente concluir que efectivamente el modelo de pronostico seleccionado es el adecuado, como se muestra en la tabla 4.4

Tabla 4.4 Datos Reales y Pronosticados

PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICADOS
1	43	58.7
2	38	74.3
3	143	141.3
4	266	242.0
5	253	275.9
6	743	582.1
7	603	630.3
8	771	748.7
9	713	762.6
10	856	851.0
11	736	814.6
12	772	817.0
13	660	748.0
14	1222	1052.3
15	1006	1054.7
16	1294	1123
17	1108	1305
18	1114	1253
19	1209	1226
20	1090	1271
21	901	1205

Se hacen las pruebas pertinentes de normalidad, de comparación de medias y varianza para verificar su comportamiento.

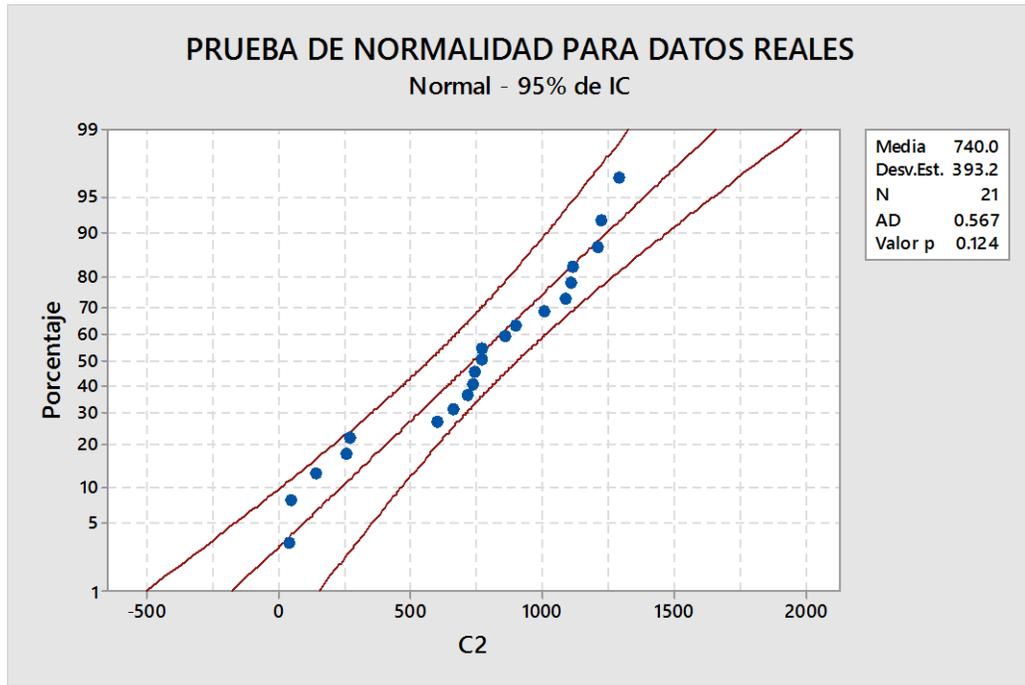


Figura 4.15 Prueba De Normalidad de los Datos Reales 21 Datos

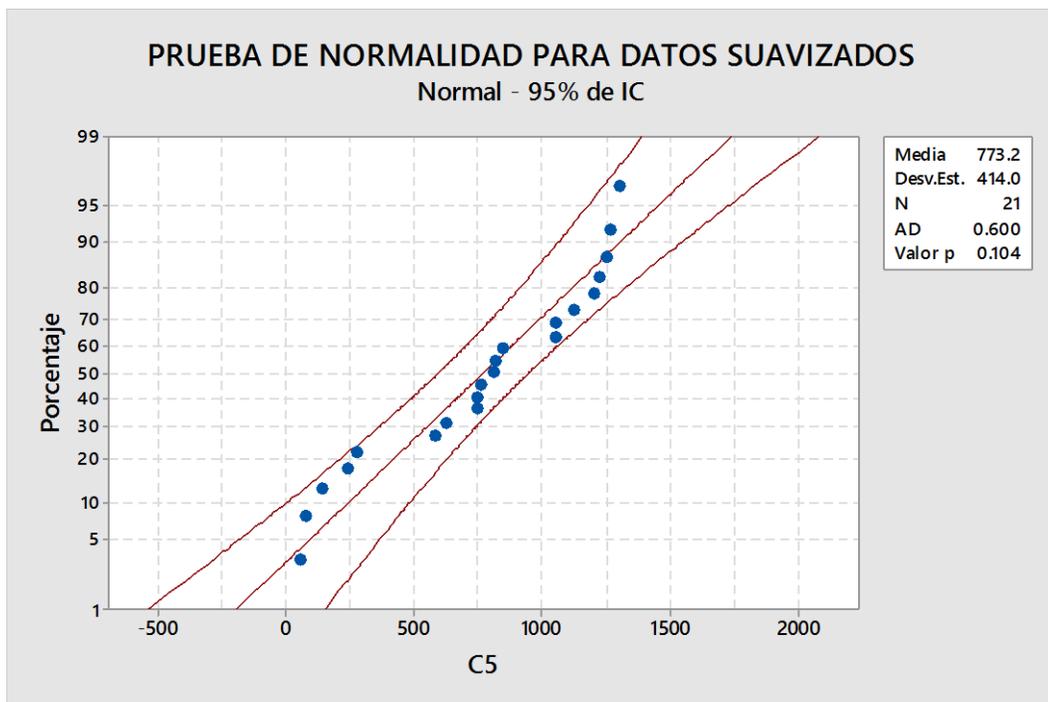


Figura 4.16 Prueba De Normalidad a partir del Datos Suavizados 21 Datos

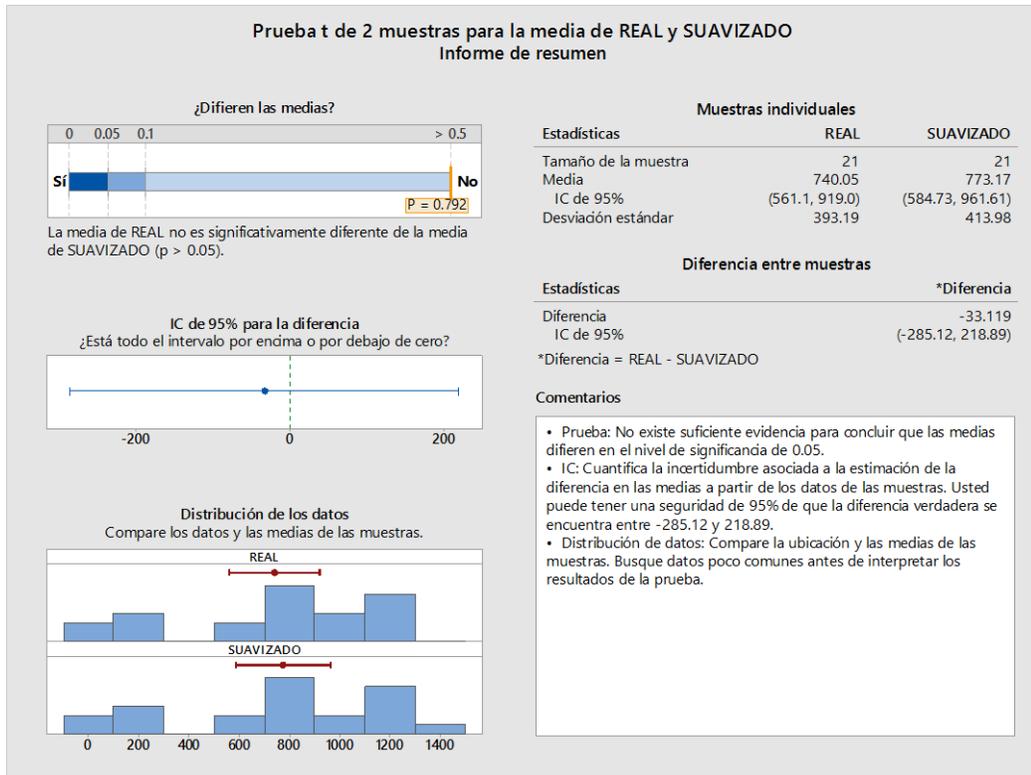


Figura 4.17 Prueba de Media Para 2 Muestras

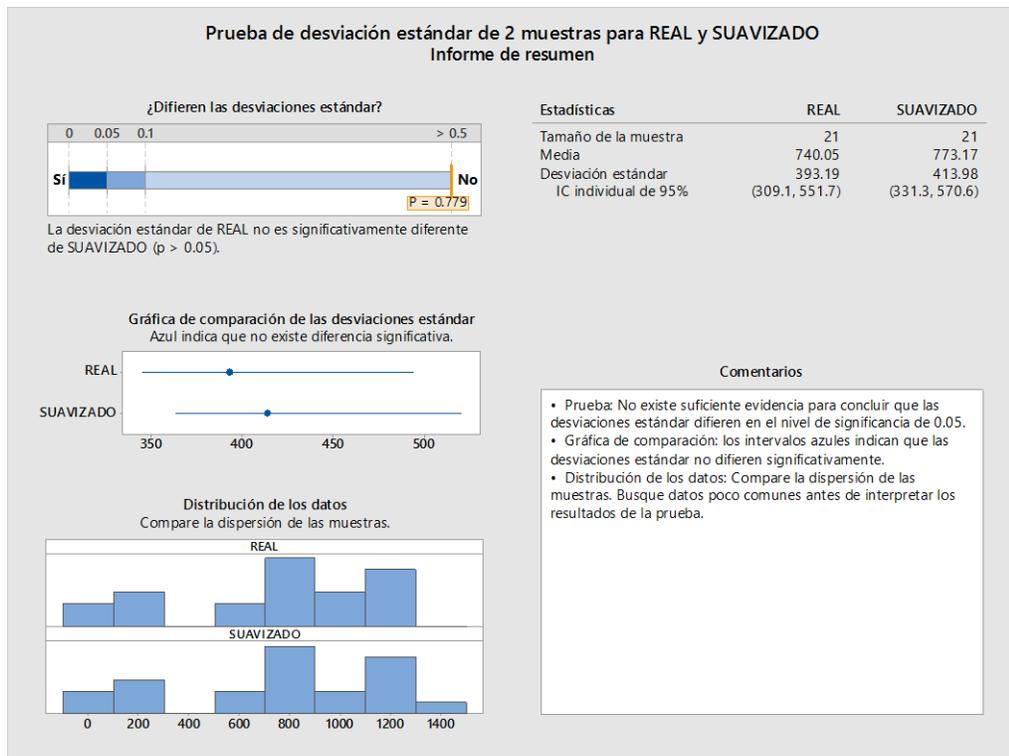


Figura 4.18 Prueba de Varianza Para 2 Muestra

5. ANALISIS DE RESULTADOS.

En esta parte de la investigación se realiza el análisis de resultados obtenidos mediante la utilización de los datos históricos reales contra los datos ajustados. A continuación, se presenta el resultado obtenido para el periodo 22 y 23, utilizando el método de suavización exponencial doble como el método elegido para estos datos.

Datos C1 Longitud 21

Constantes de suavización

α (nivel) 0.444801

γ (tendencia) 0.187622

Medidas de exactitud

MAPE 30.3

MAD 144.5

MSD 33382.6

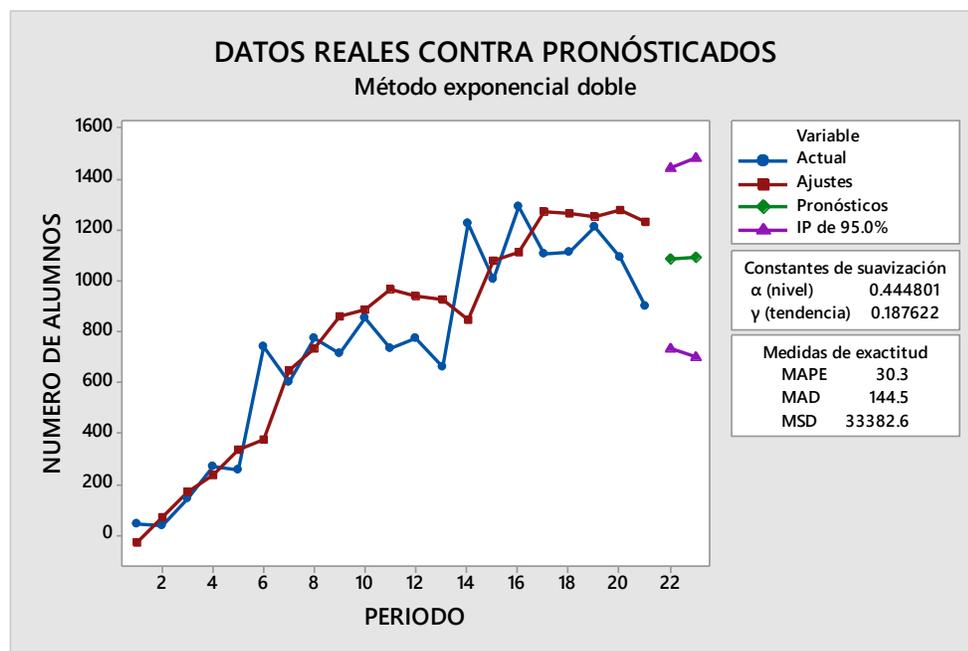


Figura 5.1 Comportamiento de los Datos Reales y Pronosticados

Como se puede observar en la figura 5.1 el comportamiento de los datos pronosticados, es similar a los datos reales, además el resultado para los dos siguientes periodos es de:

Pronósticos			
Período	Pronóstico	Inferior	Superior
22	1088.60	734.509	1442.69
23	1094.32	702.791	1485.84

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Finalmente, en esta parte de la investigación se describe las conclusiones obtenidas en la investigación, así como las recomendaciones necesarias en la utilización de los diferentes modelos de pronósticos.

6.1 Conclusiones

Al inicio de la investigación se planteó la siguiente pregunta de investigación.

¿Cuál es el modelo de pronóstico que más se adecua para determinar la demanda estudiantil para establecer la capacidad requerida de instalaciones y equipo de apoyo?

La cual se contesta que el mejor modelo de pronóstico utilizado para esta investigación fue el método de exponencial doble, debido al comportamiento de los datos obtenidos y analizados en los capítulos anteriores.

Asimismo, la hipótesis establecida fue que, mediante el análisis de la demanda estudiantil con modelos estadísticos de pronósticos, es posible determinar de una manera confiable la población a futuro para determinar las necesidades de instalaciones y equipo.

Por lo que la hipótesis planteada en el capítulo dos es aceptada, de acuerdo a los resultados obtenidos en el capítulo cuatro, donde se realizaron las pruebas de medias y de varianza.

Se consideran estos datos hasta este periodo, debido a que los periodos 2020-2021, surgió la pandemia y la deserción escolar incremento debido a diferentes factores externos.

6.2 Recomendaciones

Esta investigación se realizó en un colegio de educación media superior, donde cada semestre se observó que en cada semestre hay un cambio en la demanda de jóvenes que ingresaban en el colegio de educación media superior, así como en el cambio de semestre, con la ayuda del pronóstico adecuado se puede determinar la infraestructura que se necesitara para satisfacer la necesidad de la demanda escolar.

En este análisis de estudio se utilizó un modelo de pronóstico de acuerdo al comportamiento de los datos obtenido en los periodos de cada ciclo escolar.

Considerando que actualmente en este sistema educativo no hay ningún modelo de pronóstico que ayude a determinar la demanda, es por ello que es recomendable utilizar un modelo de pronóstico en otras instituciones de educación y de acuerdo al comportamiento de los datos históricos, si tiene estacionalidad, ciclicidad, o una tendencia, o bien al que mejor se adecue el análisis considerar para su estudio , es importante también mencionar que una buena aplicación en el modelo de pronóstico ayuda de gran manera a reducir costos así como a preparar para la demanda a futuro como en el caso de esta demanda escolar

BIBLIOGRAFIA

- Anderson R., Sweneey J., y Williams, T. (2008). *Estadística Para Administración y Economía*. Cengage Learning México, D.F. México.
- Bakir, A., y Byme, M. (1998). Stochastic linear optimisation of an MPMP production planning model. International Journal of Production Economics, Valencia España. Vol. 55, No.1, 87-96.
- Bustos Flores, Carlos Enrique, & Chacón Parra, Galia Beatriz. (2012). Modelos determinísticos de inventarios para demanda independiente: Un estudio en Venezuela. *Contaduría y administración*, 57(3), 239-258.
- Capacidad Real Vs Capacidad Instalada (Documento Web). mayo 2018
<https://es.scribd.com/document/379134048/Capacidad-Real-vs-Capacidad-Instalada>
14 de mayo de 2018
- Chase,R., Jacobs, R.y Aquilano N.(2009).*Administracion de Operaciones,Producción Producción y Cadena de Suministros*. McGraw-Hill. 12a Ed.
México,D.F.México
- Chapman, S. N. (2006) Planificación y Control de la Producción. Pearson. México
- Chopra, S. y Meindl, P. (2008). *Administración de la Cadena de Suministro, Estrategia, Planeación y Operación*. 3ra Ed. Pearson Educación.
Naucalpan de Juárez, Estado de México, México.

- Díaz Novas, José, Gallego Machado y Bárbara Rosa. (2004). El pronóstico. Revista Cubana de Medicina General Integral, La Habana Cuba.Vol.20,
- Dirección de Planeación, Programación y Estadísticas. (2018). Indicadores Educativos. de SEP (Documento Web).2018(Revisado mayo 2018)
http://snie.sep.gob.mx/descargas/estadistica_e_indicadores/estadistica_e_indicadores_educativos_08CHIH.pdf
05 de mayo de 2018
- Everett E., A., y J. Ebert, R. (1991). *Administración de la producción y las Operaciones*.4ª Ed. Pearson Prentice Hall México D.F. México
- Esparza-Esparza, Y., Rodríguez Morachis, M. A., Alvarado Tarango, L., Y Sarnanta Rascón, V. O. (2017). Análisis de la demanda de una cadena de supermercados mediante la aplicación de pronósticos. *Memorias del Congreso Internacional de Investigación Academia Journals*, 596-601.
- Farrera Gutiérrez, A. (2013). *Manual de Pronósticos Para la Toma de Decisiones*. Editorial Digital Tecnológico de Monterrey.Monterrey,Nuevo Leon.México.
- González Luna, Marissa; Rodríguez Morachis, Manuel Alonso; (2017). Analysis and selection of quantitative forecasting model for an enterprise in the electronic sector. International Journal of Advance Research in Science and Engineering, 171-180.
- García-Gómez, LI. (2015). Planeación de la Producción en Empresa Industrial de Trabajos Eléctricos Basados en Modelos de Pronósticos. Tesis de Maestría del Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez. Cd. Juárez, Chihuahua, México.

- Hanke, E. y Reith, J. (1996). *pronostico en los negocios*. Pearson. Naucalpan de Juárez, Edo. de México: México
- Hanke, J. E. (2006) *Pronósticos en los Negocios*. Prentice Hall. 8va Ed. México.
- Hernández S. y Téllez S. "Planeación y control de la producción". Ingeniería de la UNAM. (Documento Web). Recuperado de: http://www.ingenieria.unam.mx/industriales/descargas/documentos/catedra/apuntes_pcp.pdf 22 de febrero 2016.
- Hamel, G. y Prahalad, C.K (1995). *Compitiendo por el futuro*. Ariel. Madrid, España
- Heizer, J. y Render, B. (2009). *Principios de Administración de Operaciones*, 7ª. Ed. Pearson Educación, México.
- Kotler, P. (2002): *Dirección de marketing: conceptos esenciales*, Prentice Hall, México.
- López B. (2012) "Pronóstico de ventas" E-Resources, Training and Technology. (Documento Web). Recuperado de: <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/pron%C3%B3stico-de-ventas/22> de febrero 2016.
- Medina Zárate, J., Rodríguez Morachis, M. A., & Zorrilla, B. F. (2015). Diseño y Aplicación de un Modelo de Pronóstico para la Planeación de Producción de Condensadores y Evaporadores. *Academia Journals*, 363-368.
- Medina Varela, p., y Restrepo correa, j., y Cruz Trejos, e. (2009). plan de producción para la compañía de helados "nata". *Scientia et Technica*, xv (43), 311-315.

Mejía, E. (2005). Estudio Para el Montaje de un Supermercado Especializado en Productos de Consumo Masivo, en la Ciudad del Recreo, Facultad de Administración de Empresas, Bogotá, Colombia.

Nahmias S. (2007). Análisis de la producción y las operaciones 6ta. Ed. McGraw-Hill México, D.F. México

Nevarez Carrasco, C. U., Rodríguez Morachis, M. A., Zorrilla Briones, F., & Esparza Marín, A. (2018). Reducción y control del costo de inventarios de suministro de impresión con el uso del modelo de pronóstico. *Academia Journals*, 1691-1697.

ojn@segob.gob.mx. "Orden Juridico Nacionl" (Imagen Digitalizada). 03 de mayo 2018.

<http://www.ordenjuridico.gob.mx/Constitucion/artic17>

17 de febrero 2003

Osorio, O. (1992). *La Capacidad de Producción y los Costos*. 2.^a Edición Macchi, Buenos Aires Argentina .

Render, B. (2004). *Principios de Administración de Operaciones*. Pearson.5ta Ed. México.

Rodríguez-Coy. M. y Rodríguez-Morachis. M. (2010). Aplicación de Métodos de Pronósticos en Productos con Demandas Inciertas. 3er. Congreso Internacional de Investigación CIPITECH, (3), 8, 618-624.

Serrato Córdova, J., & Rodríguez Morachis, M. A. (2014). Análisis y Planeación de Técnicas de Pronósticos para la Planeación y Control de Inventarios dentro de una Empresa del Ramo Electrónico. Congreso Internacional de Investigación Academia Journals, 4533-4538.

Villa, F. (2014). *Sistemas y Procesos industriales*. UNAM Publicaciones.
México D.F.México

Silva I., Rider M. J., Romero R., Murari C. A. (2009) Multiobjective transmission
Expansion Planning Considering Security and Demand Uncertainty.
Redayc.Org. Vol. 29, No. 6, 74-78

Slack, N., Chambers, S., Harland, C., Harrison, A., y Johnston, R. (1999).
Administración de operaciones. México D.F.: Compañía Editorial
Continental, S.A. DE C.V.

