



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Uso del modelo de Suavizamiento Exponencial de Winters para pronosticar la demanda de envíos en un centro de distribución de mensajería y paquetería.**

**INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES**

Que para obtener el título de

**Ingeniero Industrial**

**P R E S E N T A**

Luis Manuel García Solano

**ASESOR DE INFORME**

M.I. Ricardo Torres Mendoza



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2016

INTRODUCCIÓN.....	3
PROBLEMÁTICA.....	4
OBJETIVO ORIGINAL.....	5
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
CONTENIDO.....	5
<b>CAPÍTULO I – ANTECEDENTES.....</b>	<b>6</b>
1.1. INTRODUCCIÓN.....	7
1.2. LA MENSAJERÍA EN MÉXICO.....	7
1.3. LA EMPRESA.....	9
1.4. LA EMPRESA EN MÉXICO.....	11
1.5. ORGANIGRAMA.....	12
1.6. PUESTO Y RESPONSABILIDADES.....	13
1.7. SERVICIOS.....	14
1.7.1. SERVICIOS OPCIONALES.....	15
<b>CAPÍTULO II – SITUACIÓN INICIAL DEL CENTRO DE OPERACIONES REFORMA.....</b>	<b>18</b>
2.1. PUNTOS DE INSPECCIÓN.....	19
2.2. INDICADORES DE DESEMPEÑO.....	20
2.3. PROBLEMA.....	22
2.4. INFRAESTRUCTURA.....	25
<b>CAPÍTULO III – DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE LA MEJORA PROPUESTA.....</b>	<b>26</b>
3.1. ENCONTRAR LA CAUSA-RAIZ DEL PROBLEMA.....	27
3.2. METODO PROPUESTO.....	28
3.3. ANALISIS DE RESULTADOS.....	47
3.4. IMPACTO DEL PROYECTO EN EL SERVICIO Y EN LA COMPAÑÍA.....	49
<b>CAPÍTULO IV – CONSLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>50</b>
4.1. CONCLUSIONES.....	51
4.2. RECOMENDACIONES.....	52
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>53</b>

## INTRODUCCIÓN

Una realidad en México es que muchas empresas ya sean pequeñas, medianas o grandes suelen operar de manera empírica, la ingeniería permite cambiar el enfoque de la toma de decisiones, haciéndolo de una manera analítica. Los pronósticos son vitales para predecir el comportamiento de una o varias variables del sistema en un tiempo determinado.

Unos de los grandes retos a vencer no solo en México sino en toda Latinoamérica es el fomentar la cultura de la planeación, al no existir esta última, el desarrollo ordenado y sustentable de cada una de las empresas se ve afectado por decisiones tomadas en base a la experiencia que año con año les ha dejado el mercado, pero sin ningún elemento sólido y conciso que corrobore estas acciones. ¿Por qué fracasan? Porque para cualquier negocio, la fase de la planeación es vital, ya que es la primera y la más importante. William Blackburn decía “Fracasar en la planeación es planear para el fracaso”. Por ejemplo, **KODAK Company** una empresa que en los años de 1920 era la responsable de todos los filmes de las películas galardonadas a un Oscar ya que se grababan en películas Kodak o tener el 85% del mercado de cámaras fotográficas, no fue suficiente ya que quebró hace unos años por no planear el rumbo de la compañía cuando los usuarios en vez de comprar cámaras fotográficas y revelarlas como se venía haciendo durante años, preferían comprar un teléfono celular y guardar sus fotos en discos duros o memorias. Kodak no planeó su diversificación gracias al desarrollo tecnológico y este último fue quien se encargara de acabar con la compañía.

Dicho lo anterior surge la pregunta ¿Qué es pronosticar? Jay Heizer y Barry Render sintetizan el concepto como *“el arte y la ciencia de predecir los eventos futuro”*; esto puede implicar la utilización de datos históricos y por ende el panorama futuro mediante el uso de diversos modelos matemáticos.

Puede parecer algo muy obvio y con un grado de dificultad nulo, pero existen al menos 3 tipos de pronósticos: los pronósticos económicos, pronósticos tecnológicos y pronósticos de la demanda. Cada uno de ellos es de suma importancia y completamente crucial para el negocio, ya que son un camino en una penumbra donde hay muchos competidores tratando de ser los primeros en triunfar.

El poder ofrecer a tu cliente precios competitivos depende directamente de los pronósticos adecuados. Tomemos como ejemplo una empresa de mensajería, ellos saben con anterioridad cual será la demanda de paquetes a nivel ciudad, estado y país; con esto se puede planear cuantas camionetas necesitarán para realizar la entrega, cuanto combustible utilizarán, cuantos mensajeros, etc. Esto les da una ventaja para poder calcular el costo de mover un paquete al

usuario final, y así poder ofrecer precios competitivos en un mercado con mucha competencia como lo es la logística hoy en día.

Tener una proyección general del negocio ya sea a corto, mediano o largo plazo te da una ventaja competitiva enorme, ya que la mayoría de las veces cuentas con los elementos necesarios para poder satisfacer las necesidades del cliente en tiempo y forma, logrando una experiencia muy grata que te hará posicionarte en el camino correcto que toda empresa busca: Ganar dinero.

## **PROBLEMÁTICA.**

La empresa se basa bajo el lema “Excelence, Simply Delivered” lo que ofrece al consumidor ser la empresa de mensajería más rápida del mundo con un excelente servicio, por lo que los precios al cliente son elevados debido a la red logística global con la que cuenta.

Gracias a las excelentes estrategias tanto operativas como comerciales, la compañía ha logrado posicionarse como una de las líderes en el continente americano, ya que ha conquistado por completo Europa, África, Asia y Oceanía.

Pero el año 2014 la empresa de mensajería tomo la decisión de cuidar los costos operativos donde hubo algunos recortes de mensajeros y camionetas para así tratar de ser más productivos (hacer más con menos).

Con los antecedentes que hemos mencionado, se deriva la problemática que sufrió la compañía en Diciembre de 2014 y Enero de 2015, donde el aumento en envíos de entrega y recolección subió en un 10% contra el año anterior.

Si combinamos el aumento de paradas de entrega y el recorte de presupuesto operativo se deriva una deficiencia en una de las áreas donde la empresa se jactaba como inalcanzable: El servicio a los clientes (velocidad de entrega + excelente calidad logística). El resultado fue que se tuvieron demoras en las entregas y no cumplir con la promesa al cliente en cierto porcentaje de envíos. Algo que la compañía no se podía tomar el lujo de pasar por alto.

Las indicaciones fueron claras, *“Bajo ningún motivo puede bajar de nuevo el servicio y no cumplir las promesas al cliente”*. Es por eso que surgió la necesidad de implementar nuevas estrategias tanto a nivel dirección, gerencia y supervisión para poder rescatar el servicio de excelencia que estábamos acostumbrados. Nosotros como Centro de Distribución tomamos la iniciativa de elaborar un modelo de pronósticos para con esto poder tomar decisiones tanto operativas, administrativas y económicas.

## OBJETIVO GENERAL

Realizar el pronóstico de entregas y recolecciones para solicitar anticipadamente a dirección los recursos necesarios (camionetas, motocicletas y mensajeros) para poder operar en temporada alta manteniendo un nivel óptimo de servicio (al menos 90% en entregas efectivas).

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Seleccionar un método de pronóstico adecuado para pronosticar la demanda de entregas y recolecciones de servicio de mensajería
2. Pronosticar la demanda de los conceptos arriba mencionados hasta diciembre del 2016
3. Balancear carga de trabajo entre rutas
4. Verificar si es necesario contratar recursos adicionales para amortizar el crecimiento de la demanda
5. Mantener el nivel de servicio (tiempo de tránsito) por arriba del 89.2%, debido a que este número es una exigencia global por parte de la compañía.

## CONTENIDO

Debido a la experiencia adquirida en una de las empresas más grandes de logística en el planeta he podido combinar los conocimientos adquiridos en la universidad como los aprendidos en el mundo laboral debido al tipo de responsabilidad que me ha delegado la compañía ya que conlleva trato diario con al menos 90 mensajeros diariamente. He laborado durante 2 años y medio en diversas áreas de la compañía lo que me ha hecho una idea más global del negocio y por ende aplicar las siguientes metodologías para lograr los objetivos ya mencionados:

- Pronóstico de la demanda mediante históricos de la compañía desde 2013
- Balanceo de cargas de trabajo
- Liderazgo activo

Todo lo anterior se refleja en los resultados obtenidos en meses recientes debido a los hallazgos de la investigación que se presenta en este escrito.

# CAPÍTULO I

## Antecedentes

### OBJETIVO DEL CAPÍTULO

Familiarizarse con el tipo de industria a la que pertenece la empresa, cómo ha logrado posicionarse como el líder en su ramo y el impacto que tiene en México así como describir el proceso de cada envío desde que es recolectado hasta que es entregado, todo esto con la finalidad de entender la complejidad del proceso.

La finalidad de lo antes mencionado es comprender las razones por lo cual es vital conocer la demanda que se tendrá en envíos y de qué forma afectará el rumbo del negocio.

## 1.1 INTRODUCCIÓN

Este trabajo se enfoca en la aplicación de métodos de ingeniería en logística y es que la mayoría de las empresas de fabricación buscan la forma de tercerizar su logística para reducir sus costos, pero lo más importante enfocarse en sus actividades principales para así aumentar la eficiencia de sus cadenas de suministro y lograr la satisfacción del cliente.

El autor G, Sharman *“Cada empresa que fabrica y vende es un sistema para el diseño, producción y entrega de bienes a los clientes. Cuando es definida apropiadamente como un amplio conjunto de actividades relacionadas con el movimiento de materiales, incluyendo la información y los sistemas de control, la logística constituye el hilo que pasa por todas las funciones y responsabilidades tradicionales, desde la obtención de materia prima hasta la entrega del producto”*.

Revisaremos una técnica para la gestión de almacenes y distribución llamado Cruce de Andén (Cross Docking), ya que es una técnica fiel a la velocidad de los procesos logísticos porque el producto o materia prima no es almacenada sino preparada para ser enviada de manera inmediata.

## 1.2 LA MENSAJERIA EN MÉXICO

El servicio de mensajería en México comprende la recolección, traslado, reparto, rastreo y entrega en un periodo de tiempo determinado por el cliente y existen compañías que se caracterizan por brindar velocidad, seguridad y especialización de los servicios. De acuerdo con los estudios realizados por el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) de INEGI, en México existen 2,941 empresas que ofrecen el servicio de mensajería y paquetería. Las compañías foráneas tienen más de 92% del mercado nacional:

**Mensajería y Paquetería en México**

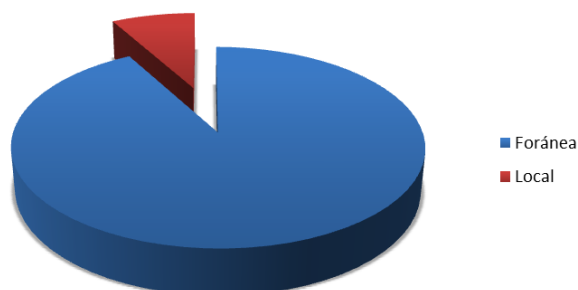


Figura 1.1 Gráfica de pastel que indica la distribución de la mensajería en México, si pertenece a capital nacional o no.

De acuerdo con información de la Asociación Mexicana de Mensajería y Paquetería, A.C., la clasificación más usual en el servicio de mensajería y paquetería se basa en los tiempos de entrega.

En los servicios nacionales existen cuatro:

1. Horario determinado del día siguiente (8:30 am, 10:30 am y 12:00 am).
2. Al día siguiente.
3. Día determinado
4. Reexpediciones (una vez por semana o cada quince días, según destino).

A su vez, hay dos servicios internacionales:

1. Exprés (de 1 a 3 días, según país destino).
2. Diferido (de 2 a 6 días, según país destino).

Otra clasificación es la que se basa en la cobertura local o metropolitana, regional, nacional e internacional.

Según el artículo 18 del Reglamento de Paquetería y Mensajería, existen varias restricciones para el envío de diferentes productos, se mencionan a continuación algunos de ellos:

1. Billetes de lotería
2. Armas de fuego o explosivos
3. Dinero o títulos de crédito
4. Materiales o residuos peligrosos a menos que cuenten con el embalaje adecuado y se obtenga la autorización de alguna autoridad competente.
5. Psicotrópicos y estupefacientes, salvo que cuenten con las disposiciones legales del país.
6. Animales, cuando no se cumplan con las condiciones de higiene adecuadas y no se ponga en peligro la integridad de las personas involucradas en su traslado.

Se realizó una cotización en el mes de Febrero de 2016 en los sitios de internet de algunas compañías que ofrecen servicios de mensajería y paquetería en México, con el objetivo de conocer los precios y tipo de servicio que ofrecen. Las características del envío son mostradas en la tabla 1.1:



- Origen: Ciudad de México (Colonia Del Valle)
- Destino: Guadalajara (Colonia Country Club)
- El envío es un sobre con un peso de 0.1 kg

	TIPO DE SERVICIO	COSTO
<b>DHL</b>	8:30	\$486.06
	10:30	\$293.91
	12:00	\$271.34
	EXPRESS DOMESTIC	\$226.07
<b>ESTAFETA</b>	DIA SIGUIENTE	\$184.48
	2 DIAS	\$166.38
	TERRESTRE	\$185.34
<b>FEDEX</b>	10:30	\$231.12
	EXPRESS DOMESTIC	\$190.30
	2 DIAS	\$169.07
<b>REDPACK</b>	DIA SIGUIENTE	\$172.41
	2 DIAS	\$155.17
<b>UPS</b>	8:30	\$331.61
	10:30	\$274.48
	EXPRESS DOMESTIC	\$249.61

Tabla 1.1 .Información que muestra los precios pertenecientes a diferentes empresas logísticas de un envío domestico con destino Guadalajara.

De acuerdo con los resultados, enviar un sobre a la ciudad de Guadalajara desde la Ciudad de México puede ir de \$155.17 a \$486.06. Una diferencia de 313%, y esto esencialmente debido a los tiempos de entrega y la calidad del servicio que se esté buscando.

Por eso es muy importante que antes de realizar un envío se tenga en consideración que tan urgente es y qué tipo de servicio se requiere (Horario determinado, entrega a final del día, etc.), entre más rápido se requiera el servicio, se incrementará considerablemente el costo.

### 1.3 LA EMPRESA

Todo empieza en 1969 cuando fue fundada en la ciudad de San Francisco por Adrian Dalsey, Larry Hillblom y Robert Lynn. Empezaron con un auto seminuevo y con una tarjeta de crédito como único tipo de financiamiento.

La idea que los revolucionó a otro nivel fue entregar la documentación de embarque anticipadamente, por avión, desde San Francisco a Honolulu. Esto lograba que los trámites aduaneros pudieran empezar antes de que el barco llegara a puerto. El tiempo de descarga se reducía sustancialmente con lo que los armadores se ahorran una fortuna. Todo esto llevo a una total nueva industria: El servicio de envíos urgentes internacionales.

En 1970 la compañía empezó con operaciones en la costa Este de los Estados Unidos y se expandió en el Pacífico en 1971. En 1974, inaugura su primera oficina en la unión Europea en Londres. Desde el año de 1977, ha estado operando directamente en zonas conflictivas como lo son Oriente medio y en 1978 se logró tener oficinas en Alemania.

Cuando se posicionaba con un éxito contundente. La tecnología les jugó una mala pasada, debido al desarrollo del fax, el potencial de la clásica entrega de documentos se redujo drásticamente. Debido a esto en 1980 se tomaron acciones al respecto por lo que lanzaron el servicio de entregas urgentes de mercancías. Posteriormente lograron la participación de Lufthansa y Japan Airlines entre los años de 1990 y 1992, lo que aseguraba a largo plazo el acceso a los vuelos y por ende a los servicios de carga de dos de las principales líneas aéreas mundiales y a sus infraestructuras en los grandes aeropuertos. En 2003 fue adquirida en su totalidad por El Grupo Deutsche Post World Net, que ya contaba con cierto porcentaje de participación en la compañía desde 1998.

En el año de 2005 adquirió Exel, compañía líder del sector de logística de contratación, reforzando la división de logística de la empresa. Con esta adquisición se levanta triunfante a escala mundial en el sector logístico, donde la tendencia de crecimiento es óptima, especialmente en logística aérea, marítima y de gestión de la cadena de suministros.

La compañía está formada por cuatro divisiones, líder cada una en su sector:

- Express: Transporte express, paquetería y carga fraccionada nacional e internacional (división en la cual se basa este documento)
- Freight: Transportes terrestres europeos, cargas parciales y completas, servicios especiales y Aduanas.
- Supply Chain: Logística de contratación, gestión de almacenes y distribución.
- Global Forwarding: Servicios internacionales de flete aéreo y marítimo especialmente enfocado a los clientes top de la compañía.

Se basan en una metodología de calidad la cual se llama First Choise, lo que indica que siempre debemos de ser la opción número uno del cliente con el objetivo de buscar siempre el éxito de estos últimos.

Ofrece experiencia en el transporte de carga aérea y marítima, así como también en servicios de mensajería internacionales. Al combinar la cobertura mundial con la comprensión profundizada de los mercados locales; la red internacional cuenta con más de 220 países y 285,000 empleados que se dedican a proporcionar soluciones logísticas rápidas y confiables que excedan las expectativas.

## 1.4 LA EMPRESA EN MÉXICO

La compañía cuenta con:

- 57 centros de servicio
- 5 puertos de entrada
- Se tiene la mayor cobertura mundial, llegando a más de 228 países en todo el mundo
- A nivel interno (México) es la red más extensa, alcanzando el 98.5% del país, con servicios al día siguiente y servicios garantizados.
- Cuenta con el más grande y sofisticado centro de servicio al cliente de la industria en América Latina con más de 400 empleados que reciben un promedio de 17,000 llamadas al día, con un servicio de 24 horas al día, 7 días de la semana.
- Cerca del 93% de las llamadas recibidas se contestan en menos de 10 segundos, lo que le garantiza al cliente ser atendido rápidamente.
- Cinco puertas de entrada internacionales, 12 vuelos dedicados nacionales, y 10 vuelos internacionales propios.
- Se renovó y aumentó su flota con una inversión de 5.7 millones de euros. En la actualidad, hay 1,400 vehículos, 78% tienen motores diesel, que reducen las emisiones de gases contaminantes y generan ahorros en el consumo de gasolina.
- Se cuenta con una red dedicada con cuatro centros grandes de transferencia: dos en MEX, uno en GDL, y uno en MTY.
- La red terrestre maneja más de 250 rutas, lo que significa alrededor de 100,000 kilómetros de recorrido diario, transportando 600 toneladas diarias.
- La empresa es considerada la empresa de transporte más admirada en México por la revista Expansión.
- El centro de servicio al cliente de DHL recibió el primer lugar en el Índice de Desempeño en la industria del transporte (81%).

La compañía anunció que invertirá en los próximos tres años en México un total de 80 millones de dólares en áreas como sistemas tecnológicos, renovación vehicular, puntos de venta, centros operativos y atención a clientes. Recientemente remodeló su centro de operaciones en

el Distrito Federal con un monto de 13 millones de pesos. Mientras que para que su puerto logístico (HUB) de Guadalajara destinó el año pasado recursos por siete millones de pesos en tecnología e infraestructura.

**1.5 ORGANIGRAMA**

La compañía cuenta con un director general el cual es egresado de la UNAM, a él le reportan 5 vicepresidencias: operaciones, finanzas, ventas, servicio al cliente y recursos humanos. El área de operaciones divide al País en regiones: norte, centro, metro y sur. En la región metro se encuentran ocho centros de distribución, de los cuales existe uno en Acapulco, otro en Pachuca, uno más en Toluca y los cinco restantes en la Ciudad de México. Mi cargo es el de supervisor de operaciones de uno de los centros de distribución que se encuentran dentro de la Ciudad de México: SVC Reforma.

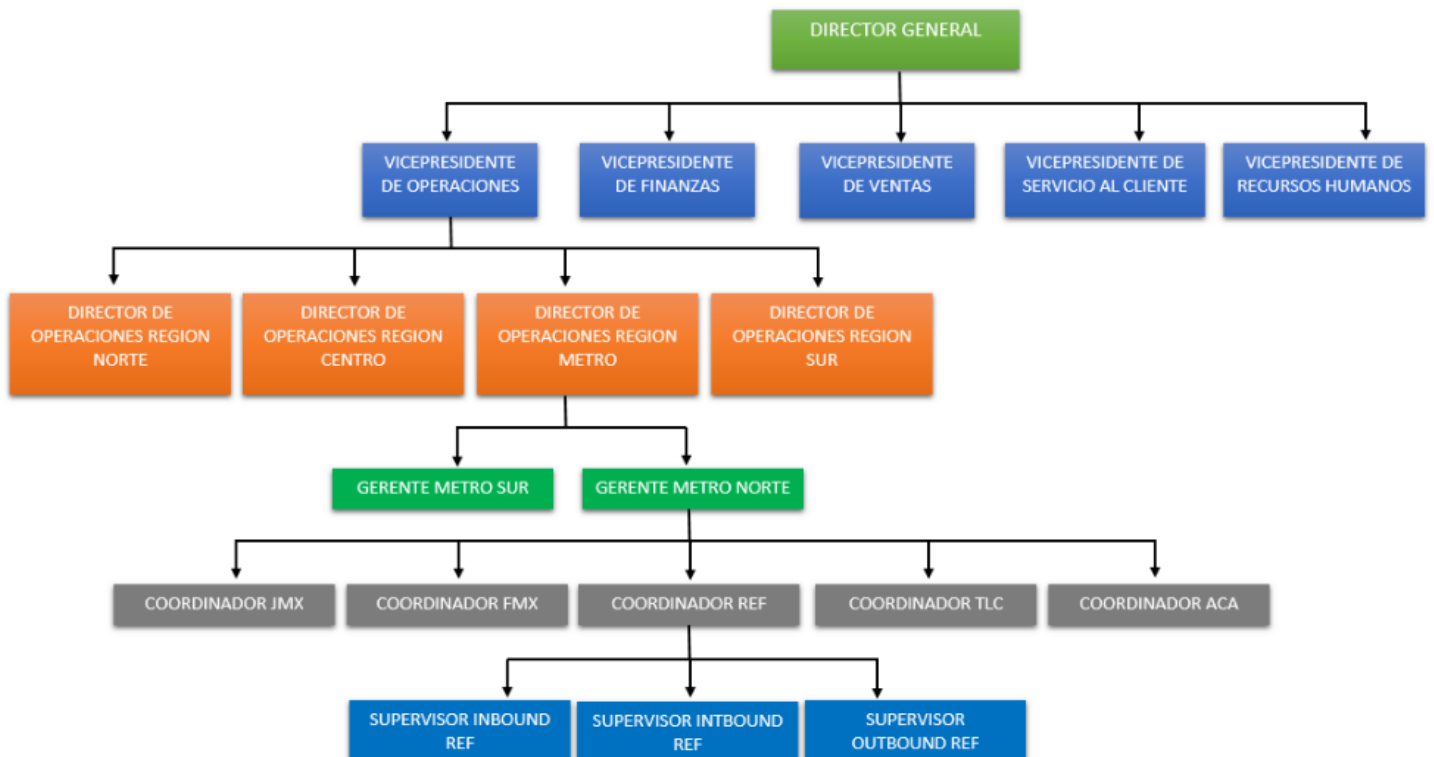


Figura 1.2 Organigrama de la organización.

## 1.6 PUESTO Y RESPONSABILIDADES

Mi experiencia laboral dentro de la compañía empezó como YIS (Young International Specialist), un puesto similar a ser “Trainee”. En mi primer año me desarrolle en el área de operaciones realizando las siguientes actividades:

- Reingeniería del proceso de Inbound en 3 centros de distribución diferentes (REF, HMX y OMX) el cual contenía las siguientes actividades:
  - Estudió de tiempos y movimientos al proceso de sobres y cajas.
  - Estandarización de velocidades en la banda de distribución para evitar cuellos de botella.
  - Creación de calculadora en Excel para determinar el número de personas que se requieren para sortear tanto sobres como cajas en el SVC.
  - Creación de herramienta en Excel para llevar el control de Vacaciones.

De acuerdo a lo anterior se logró determinar el óptimo de personas que se necesitan en el proceso de Inbound, con esto pudimos lograr la reducción de un 20% de horas extras en los centros de distribución teniendo a la genta correcta en el proceso correcto.

- Reingeniería del proceso de tarjetas de crédito en el área de NLU
  - Estudio de tiempos y movimientos a los operadores que se encargan de descryptar los archivos proporcionados por los bancos, el pegado de las etiquetas y el sorteo de las tarjetas para cada centro de distribución y así realizar la entrega.

El objetivo primordial del proyecto era poder concluir si era viable o no el migrar el proceso a la noche, el cual resultó negativo ya que debido a las conexiones con zonas foráneas y al tiempo que dura el proceso, no cumpliríamos con la promesa al cliente de entregar 48 horas después que se recolecto en sus instalaciones.

Al concluir el año en operaciones continué con el programa, roté al área de Inteligencia del Negocio, donde estuve a cargo de mejorar el proceso de “Proforma”, el cual consistía en una especie de “Prefactura” la cual le hacíamos llegar a nuestros clientes top para que pudieran corroborar sus facturas y así confirmar que todo se encontraba en orden, todo esto para evitar emitir notas de crédito. El único problema es que el cliente tenía 15 días para contestar y

mucho de ese dinero (80 millones de pesos) se desfasaba para el mes siguiente. Las actividades que se realizaron fueron:

- Identificar los clientes que más dinero desfasado contaban dentro del proceso.
- Ya realizado el punto anterior, entender operativamente (ya que tenía un año de experiencia operativa) como podíamos mejorar el servicio al cliente para no tener retrasos en los pagos.
- Se logró una reducción de alrededor de 30 millones de pesos con este análisis y el siguiente YIS continuó con el proyecto.

Debido a mis resultados en la empresa, me ofrecieron la posición en la que me encuentro actualmente “Supervisor de Operaciones” en el SVC REF, el cual conlleva las siguientes actividades y responsabilidades:

- Liderar un equipo de 80 mensajeros y un equipo administrativo.
- Mover alrededor de 15,000 envíos diarios.
- Alcanzar el objetivo de 10 indicadores de desempeño (KPI's), los cuales están directamente relacionados con los incentivos económicos del SVC.
- Mejora continua.
- Capacitación a los mensajeros.
- Relación costo por movimiento.
- Administración de flotilla.
- Administración de horas extra.
- Reingeniería de procesos.
- Certificaciones “First Choise”.
- Desarrollo de personal.

En mi opinión un supervisor es un facilitador; hay que proporcionar las herramientas adecuadas para desarrollar de manera óptima los objetivos a alcanzar, aunado a desarrollar a la gente para continuar con su crecimiento y mantenerlos motivados.

## 1.7 SERVICIOS

Fisher Y Navarro denominan a un servicio como “Un tipo de bien económico, constituye lo que denomina el sector terciario, todo el que trabaja y no produce bienes se supone que produce bienes”.

Podemos decir que la definición de servicio que más se apega a la esencia de la empresa es la escrita por Stanton, Etzel y Welker “Como actividades identificables e intangibles que son el objeto principal de una transacción ideada para brindar a los clientes satisfacción de deseos o necesidades”.

La compañía cuenta con múltiples productos dependiendo de las necesidades del cliente, pueden ir desde servicios con horario definido hasta servicios de día definido:

Worldwide Document Express (Producto DOX): Envíos internacionales de documentos menores a 1 Kg. La entrega se realizará al siguiente día o 2-3 días adicionales dependiendo del continente en cuestión.

Worldwide Parcel Express (Producto WPX): Envíos internacionales mayores a 1 Kg y hasta 250 kg. La entrega se realizará al siguiente día o 2-3 días adicionales dependiendo del continente en cuestión.

Servicio 8:30 (Producto I): Envíos garantizados domésticos los cuales se cumple la promesa al cliente de realizar la entrega antes de las 8:30 AM del día siguiente. El producto no está disponible en ciertas regiones.

Servicio 10:30 (Producto O): Envíos garantizados domésticos los cuales se cumple la promesa al cliente de realizar la entrega antes de las 10:30 AM del día siguiente. El producto no está disponible en ciertas regiones.

Servicio 12:00 (Producto 1): Envíos garantizados domésticos los cuales se cumple la promesa al cliente de realizar la entrega antes de las 12:00 PM del día siguiente. El producto no está disponible en ciertas regiones.

Servicio Domestic Express (Producto N): Envíos domésticos los cuales se garantiza la entrega al día siguiente hasta el final del día.

Servicio Domestic Day Definite (Producto G): Envíos domésticos los cuales se garantiza la entrega dos días después de la recolección al final del día.

### **1.7.1 SERVICIOS OPCIONALES**

Aunado al tipo de envío que el cliente escoja, se puede añadir cualquiera de los servicios mostrados en las tablas 1.2 y 1.3:

- Para envíos internacionales:

Servicio Opcional	Cómo Cobramos	Cargo Adicional
Protección del Valor del Envío	Por valor del envío	11.96 USD Si valor declarado es menor a 1,150.00 USD y 1% sobre valor declarado si el valor declarado es mayor a 1,150.00 USD
Protección de Documentos	Por envío	5.00 USD
Empaque	Por pieza	Costo variable por empaque seleccionado
GOGREEN Climate Neutral	Por peso del envío	0.31 USD por kg o 0.11 por envío (el que resulte mayor)
Estimado de Carbono GOGREEN	Por reporte	232.96 USD
GOGREEN Residuos de Carbono	Por año	2,329.60 USD
Entrega en Sábado	Por envío	53.56 USD
Recolección Dedicada	Por envío	2.14 USD
Entrega en Destino con Derechos pagados en Origen	Por envío	26.52 USD
Desembolso y gestión de transferencia	Por envío	18.73 Por envío (Liberación informal), 16.29 Por envío (Liberación formal)
Corrección de Factura	Por factura	13.93 USD
Trámite de pedimento formal de exportación	Por envío	27.09 USD
Derechos de pedimento formal de exportación	Por envío	Dependiendo tarifa de autoridades
Corrección de pedimento	Por envío	31.42 USD
Liberación Aduanal Urgente	Por envío	15.72 USD
Transferencia a Agente Aduanal Tercero	Por envío	16.29 USD

Tabla 1.2 Cargos Adicionales para servicios internacionales.



- Para envíos nacionales:

Servicio Opcional	Cómo Cobramos	Cargo Adicional
Protección del Valor del Envío	Por valor del envío	75.40 MXN Si valor declarado es menor a 6,500.00 MXN y 1% sobre valor declarado si valor declarado es mayor a 6,500.00 MXN
Entrega en Sábado	Por envío	143.38 MXN
Retorno de Envío	Por envío	64.07 MXN
Procesamiento Nocturno	Por envío	578.84 MXN
Almacenaje temporal en Centro de Envío	Por envío	62.85 MXN

Tabla 1.3 Cargos Adicionales para servicios nacionales.

## CAPÍTULO II

### Situación Inicial del Centro de Operaciones Reforma

#### OBJETIVO DEL CAPÍTULO

Proporcionar los elementos clave, los cuales llevaron al desarrollo del proyecto. Familiarizarse con los indicadores de desempeño que fueron vitales para tomar decisiones diferentes y cuál era la perspectiva de la empresa en ese periodo de tiempo.

## 2.1 PUNTOS DE INSPECCIÓN

Cada envío a lo largo de su proceso de entrega cuenta con un punto de inspección, el cual es un código de dos letras que nos indica que acciones se están realizando con él. Esto sirve para saber con exactitud en qué parte del mundo está y en qué tipo de proceso está inmerso (liberación aduanal, en ruta de entrega, procesado en el centro de distribución, etc.).

Existen tres tipos de puntos de inspección:

- De proceso: Son aquellos que se aplican a cada envío cuando arriban, salen o son procesados en un SVC:
  - AF (Arrived Facility): El envío llegó a un HUB.
  - AR (Arrived): El envío llegó a un SVC.
  - BN (Broker Notified): El envío será liberado por otro agente aduanal
  - CR (Clearance Release): El envío fue liberado con éxito en aduana.
  - FD (Forwarded to 3rd party delivery agent): EL envío se encuentra con un tercero para su entrega.
  - DF (Depart Facility): El envío salió de un HUB o SVC.
  - PL (Processed at Location): Está siendo procesado dentro de un HUB o SVC.
  - PU (Pick-up): El envío fue recolectado
  - WC (With Courier): El envío se encuentra con el mensajero en ruta de entrega.
  
- De incidencia: Son envíos que no se pudo realizar la entrega por múltiples razones (algunos parando el tiempo de tránsito):
  - BA (Bad Address): La dirección del envío es errónea o le falta un dato.
  - CA (Closed on Arrival): La empresa se encontraba cerrada.
  - CD (Clearance Delay): El envío tiene una demora con la liberación aduanal
  - CM (Customer Moved): El cliente ya no se encuentra en la dirección dada.
  - HP (Holding for payment): El envío se encuentra detenido dentro del SVC ya que el cliente no tiene o no quiere pagar el costo por liberación aduanal.
  - MC (Miscode): El envío cuenta con un error en el código postal.

- MD (Missed delivery): El envío perdió su ciclo de entrega, principalmente a demora de redes.
  - MS (Missort): El envío fue sorteado de manera errónea y llegó a un SVC erróneo.
  - ND (Not delivered): El envío no se logró entregar, principalmente debido a carga de trabajo o robo.
  - NH (Not Home): El cliente no se encontraba en casa.
  - OH (On hold): El envío está detenido en un SVC, debido a un problema con este.
  - PD (Partial Delivery): No se lograron entregar el total de las piezas del envío, principalmente debido a que el SVC final no cuenta con todas ellas.
  - RD (Refused Delivery): Por algún motivo el cliente rechazó el envío.
- Terminales:
- BR (Cleared and Delivered by Customers Broker): El envío se liberó con un agente aduanal externo y termina el proceso con DHL.
  - CC (Awaiting Consignee Collection): Se encuentra en un módulo de DHL en espera de que el cliente vaya a recogerlo.
  - DD (Delivered Damaged): El envío está dañado y el cliente no lo quiere.
  - DS (Destroyed/Disposal): El envío se encuentra en abandono ya que no contamos con instrucciones por parte del cliente.
  - OK (Delivery): El envío ha sido entregado.
  - SS (Shipment Stopped): El envío ha sido detenido por alguna razón, principalmente por motivos de seguridad.

## 2.2 INDICADORES DE DESEMPEÑO

La compañía cuenta con indicadores de desempeño los cuales miden y definen las acciones a seguir en un centro de distribución. Son muy importantes ya que además de asegurar productividad también son directamente proporcionales al programa de incentivos de la estación, lo cual significa que si dentro del mes en curso se cumplen con todos los objetivos, cada uno de los mensajeros se puede llevar 13 días más de salario a casa.

Existen dos tipos de indicadores de desempeño: indicadores de desempeño generales e indicadores de desempeño ligados a los repartidores, los cuales se detallan a continuación:

### INDICADORES DE DESEMPEÑO GENERALES

- **Tiempo de tránsito Doméstico (TT DOM)**

Es la vida de cada uno de los envíos domésticos. Al recolectar un paquete, cuenta con un EDD (Expected Delivery Day) o Día esperado de entrega y ese día va relacionado directamente con el destino, debido a la complejidad de entrega este puede contar con uno o más días adicionales (zonas remotas).

Cada día cuenta con un determinado número de paquetes los cuales están cumpliendo con su EDD; se espera que al final de este cuente con un Checkpoint terminal o Checkpoint que proporcione días adicionales, si esto no pasa se dice que falló y no cumplió con su tiempo de tránsito.

- **Tiempo de tránsito Internacional (TT INTL)**

Es la vida de cada uno de los envíos internacionales. Al recolectar un paquete, cuenta con un EDD (Expected Delivery Day) o Día esperado de entrega y ese día va relacionado directamente con el destino, debido a la complejidad de entrega este puede contar con uno o más días adicionales (zonas remotas).

Cada día cuenta con un determinado número de paquetes los cuales están cumpliendo con su EDD; se espera que al final de este cuente con un Checkpoint terminal o Checkpoint que proporcione días adicionales, si esto no pasa se dice que falló y no cumplió con su tiempo de tránsito.

Para los envíos internacionales, las fallas se miden de manera conjunta tanto al centro de distribución como a nuestra aduana.

- **Tiempo de tránsito Doméstico (TT DOM)**

Son todos los envíos que al final del día cuentan con OK (entregas efectivas, sin importar si antes tuvo una incidencia) Objetivo 98%

- **EBIT (Earnings Before Interest & Tax – Ganancias de la compañía antes de impuestos)**

Son las ganancias de la compañía antes de impuestos.

- **ORUD (On route undeliverable)**

Entrega efectiva de envíos internacionales en la primera visita. Objetivo 7%

- **Delivery Exceptions Doméstico**  
Entrega efectiva de envíos nacionales en la primera visita. Objetivo 9%
- **TT TDD (Tiempo de tránsito de envíos garantizados)**  
Mide el porcentaje de envíos garantizados visitados en tiempo. Objetivo 98.5%

#### INDICADORES DE DESEMPEÑO LIGADOS A LOS REPARTIDORES

- **TORH (TOTAL ON ROUTE HOURS)**  
Total de horas que la ruta estuvo en calle. Objetivo de 10 a 11 hrs
- **SPORH (STOP PER ROUTE HOUR)**  
Total de visitas realizadas por la ruta en una hora. Objetivo 7.44 paradas
- **SPR (STOP PER ROUTE)**  
Total de paradas por ruta en el día. Objetivo 63 paradas

### 2.3 PROBLEMA

Durante el año 2014 la empresa trató de seguir una estrategia enfocada fuertemente en los costos directos de los centros de distribución, preocupándose por el total de horas extras a pagar, número de camionetas en arrendamiento y de mensajeros dentro de la plantilla de cada Service Center.

Se realizaron reingenierías realmente importantes, como análisis de tiempos y movimientos para la reducción de tiempos muertos y reducción de horas extras, con el objetivo de tener a la gente correcta en el momento correcto, realizando el proceso correcto.

Se elaboraron análisis para cada una de las rutas los cuales proporcionaban información en cuanto a que tipo de unidad necesitaba cada mensajero, ya que en ocasiones se contaba con camionetas MERCEDES BENZ SPRINTERS (volumen de carga de 10.5 m<sup>3</sup>) que solo se ocupaba una tercera parte de ella, por lo que se cambiaron a unidades más pequeñas como las MERCEDES BENZ VITO (volumen de carga de 5.2 m<sup>3</sup>).

Sin embargo, cuando nos encontrábamos en temporada alta (Noviembre y Diciembre de 2014), todo este ahorro trajo sus consecuencias. La compañía siempre se ha caracterizado por su excelente y rápido servicio (el mejor en su ramo) lo cual la ha posicionado como número uno dentro de la industria logística, pero este año tuvo un declive en cuanto al nivel de servicio, algo que no se podía tolerar.

Debido al alza de la demanda en cuanto a envíos, las rutas empezaron a salir sobrecargadas lo que propició que los mensajeros no fueran capaces de realizar todas sus entregas, afectando directamente a los indicadores de desempeño antes mencionados:

- Tiempo de tránsito internacional
- Tiempo de tránsito doméstico

No se estaba cumpliendo la promesa al cliente de entregar los paquetes en tiempo y forma, aunado a que no contábamos con personal para poder realizar apoyos a rutas con mayor afectación y así no generar “ND” (Not Delivery). Nos vimos sobrepasados con una gran cantidad de tarjetas de crédito a entregar y el estado de ánimo de los mensajeros decayó considerablemente ya que debido a los resultados no se estaba llegando a ningún indicador de desempeño por lo que no se estaban ganando incentivos.

RDD EOD - REF

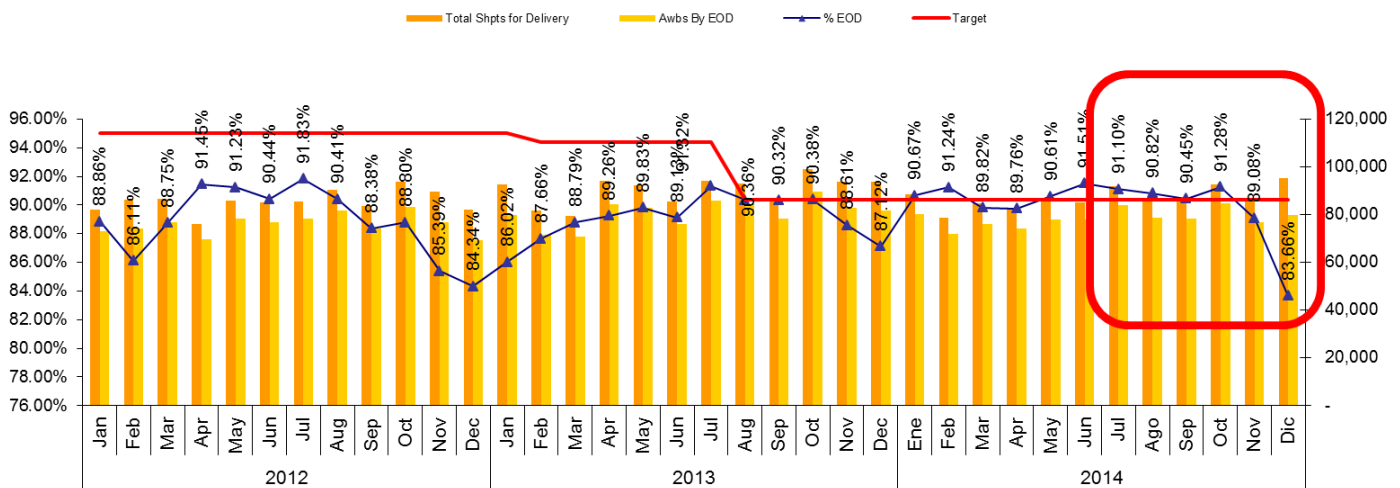


Figura 2.1 Tabla que muestra la caída de envíos a entregar contra envíos entregados efectivos. RDD EOD (Right Day Delivery, End Of Day – Entrega efectiva al final del día)

Como ya se comentó con anterioridad, la temporada alta en la compañía es en los meses de Noviembre y Diciembre, en estos meses se presentaron los siguientes factores en el año 2014:

MES	ENVIOS PARA ENTREGA	ENVIOS ENTREGADOS DENTRO DE OBJETIVO	% DE ENVIOS ENTREGADOS DENTRO DE OBJETIVO
Noviembre	86,119	76,713	89.08%
Diciembre	95,380	79,792	83.66%
TOTAL	181,499	156,505	86.23%

Tabla 2.1 Muestra los envíos totales a entregar (año 2014) contra los que se entregaron en objetivo cumpliendo así su tiempo de tránsito en el centro de distribución REF.

Podemos llegar a la conclusión que en el acumulado de ambos meses solo el 86.23% de los envíos cumplieron con su tiempo de tránsito, lo que significa que le fallamos a 24,994 clientes (13.78%).

Un factor que fue vital en esta disminución del servicio fue el aumento de envíos que tuvimos contra Diciembre 2013. El mes de Noviembre de 2014 se comportó por debajo que en 2013 por lo que la compañía no pensó en invertir en más recursos: camionetas, mensajeros, horas extra, entre otros. Pero debido a las buenas estrategias tanto comerciales como operativas, el mes de Diciembre de 2014 tuvo un aumento en envíos de 93,820 del año anterior contra 95,380.

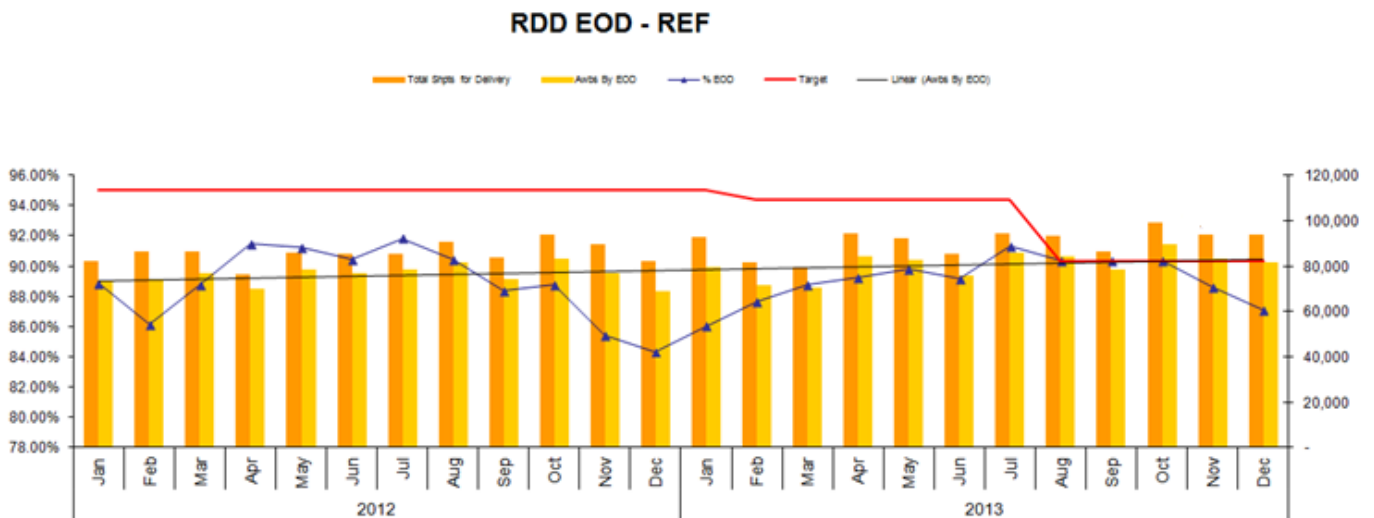


Figura 2.2 Gráfica de envíos a entregar de los años 2012 y 2013. RDD EOD (Right Day Delivery, End Of Day – Entrega efectiva al final del día)



## 2.4 INFRAESTRUCTURA

Para poder entender por completo la situación del centro de distribución, es necesario detallar con qué tipo de unidad y marca cuenta cada una de las rutas de entrega. El tipo de unidad depende de la zona en que reparta y del número de envíos que reciba para que no existan problemas de capacidad.

Zona (Loop)	Ruta	Tipo de unidad	Marca
CONDESA	RE1A	Vito	Mercedes-Benz
	RE1B	Motocicleta	Yamaha
	RE1C	Sprinter	Mercedes-Benz
	RE1D	Vito	Mercedes-Benz
	RE1E	Vito	Mercedes-Benz
	RE1X	Motocicleta	Yamaha
ROMA	RE2A	Vito	Mercedes-Benz
	RE2B	Vito	Mercedes-Benz
	RE2C	Sprinter	Mercedes-Benz
DOCTORES	RE3A	Vito	Mercedes-Benz
	RE3B	Vito	Mercedes-Benz
	RE3C	Vito	Mercedes-Benz
CENTRO	RE4A	Sprinter	Mercedes-Benz
	RE4B	Sprinter	Mercedes-Benz
	RE4C	Sprinter	Mercedes-Benz
	RE4D	Bicicleta	Benotto
	RE4X	Sprinter	Mercedes-Benz
JUAREZ	RE5A	Sprinter	Mercedes-Benz
	RE5B	Motocicleta	Yamaha
	RE5C	Motocicleta	Yamaha
	RE5D	Motocicleta	Yamaha
CUAUHTEMOC	RE6A	Sprinter	Mercedes-Benz
	RE6B	Sprinter	Mercedes-Benz
	RE6C	Motocicleta	Yamaha
	RE6D	Motocicleta	Yamaha
	RE6E	Motocicleta	Yamaha
	RE6X	Motocicleta	Yamaha
ANAHUAC	RE7A	Vito	Mercedes-Benz
	RE7B	Sprinter	Mercedes-Benz
	RE7C	Motocicleta	Yamaha
SANTA MARIA	RE8A	Sprinter	Mercedes-Benz
	RE8B	Vito	Mercedes-Benz
	RE8C	Vito	Mercedes-Benz
	RE8D	Vito	Mercedes-Benz
	RE8E	Sprinter	Mercedes-Benz
	RE8X	Sprinter	Mercedes-Benz
VALLEJO	RE9A	Vito	Mercedes-Benz
	RE9B	Sprinter	Mercedes-Benz
	RE9C	Sprinter	Mercedes-Benz
	RE9D	Sprinter	Mercedes-Benz
LINDAVISTA	REAA	Vito	Mercedes-Benz
	REAB	Vito	Mercedes-Benz
	REAC	Sprinter	Mercedes-Benz
	READ	Vito	Mercedes-Benz
	REAX	Vito	Mercedes-Benz

Tabla 2.2 Tabla donde se detalla Las zonas, las rutas, con qué tipo de unidad cuentan y la marca de estas últimas.

## CAPÍTULO III

# Análisis, desarrollo e implementación de la mejora propuesta

### OBJETIVO DEL CAPÍTULO

Mostrar con detalle el proceso de análisis de la causa-raíz del problema y cómo se logró solucionar con la implementación de un modelo de pronósticos.

### 3.1 ENCONTRAR LA CAUSA-RAIZ DEL PROBLEMA

Para poder atacar de una forma efectiva el problema, se decidió realizar un diagrama de Ishikawa o también conocido como Diagrama Causa-Efecto. Donde se obtuvo el siguiente resultado:

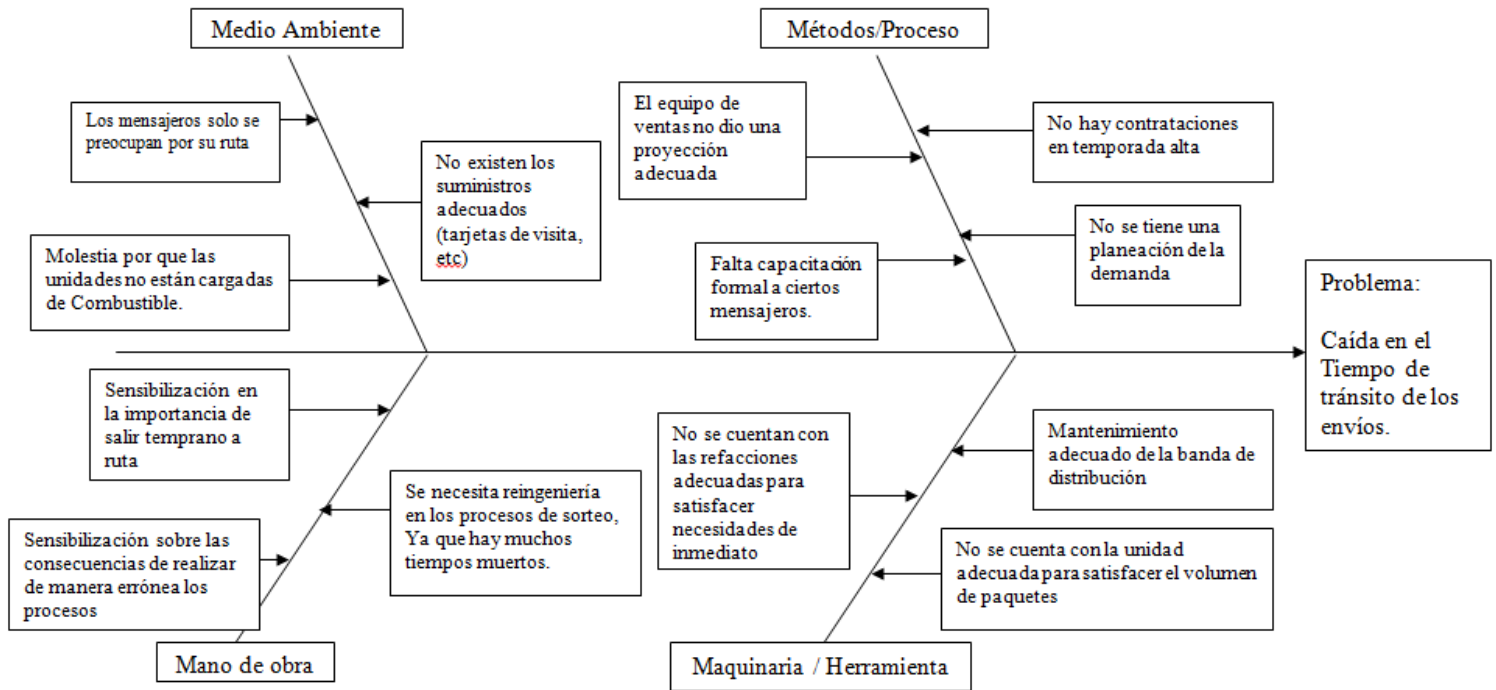


Figura 3.1 Diagrama Causa-Efecto con el objetivo de encontrar la causa raíz de la caída en el servicio.

Para el éxito de este análisis fue muy importante y parte clave la participación de cada persona del equipo, estuvieron presentes todos los supervisores, todos los asistentes operativos y mensajeros de ciertas zonas. Con esto se realizó una lluvia de ideas para posteriormente escoger las más relevantes y realizar el método de los “¿Por qué?”

Como conclusión, nos dimos cuenta que la falta de planeación en cuanto al volumen de paquetes era un elemento en común en cada uno de los problemas ya que estaba directamente relacionado con el tipo de unidades que cada mensajero contaba, con la cantidad de personal requerido para satisfacer la demanda, los suministros a utilizar y con el aumento desmedido de horas extra. Debido a todo lo anterior se sugirió priorizar este tema y atacarlo de raíz. Esto nos llevó a pensar en un análisis de pronóstico de la demanda para evitar que sucediera de nuevo, adelantándonos con los datos para temporada alta y así poder pedir recursos de ser necesarios.

### 3.2 METODO PROPUESTO

Se contaba con una amplia base de datos los cuales ayudaron a fundamentar de manera correcta el modelo a seguir. El análisis mostró que en cada una de las rutas se notaba tanto estacionalidad como tendencia.

Cuando además de presentarse una tendencia lineal en la serie de tiempo, hay también un patrón de comportamiento de tipo periódico o estacional, se utiliza el Método de Suavizamiento Exponencial de Winters, ya que esta técnica es una extensión del método de Holt porque incorpora una ecuación para calcular una estimación de la estacionalidad.

Se seleccionó este método ya que es el más completo en lo que se refiere a considerar todas las componentes de una serie de tiempo (aleatoriedad, estacionalidad y tendencia). A continuación se clasifican las series de tiempo de acuerdo a sus componentes :

#### GRUPO 1

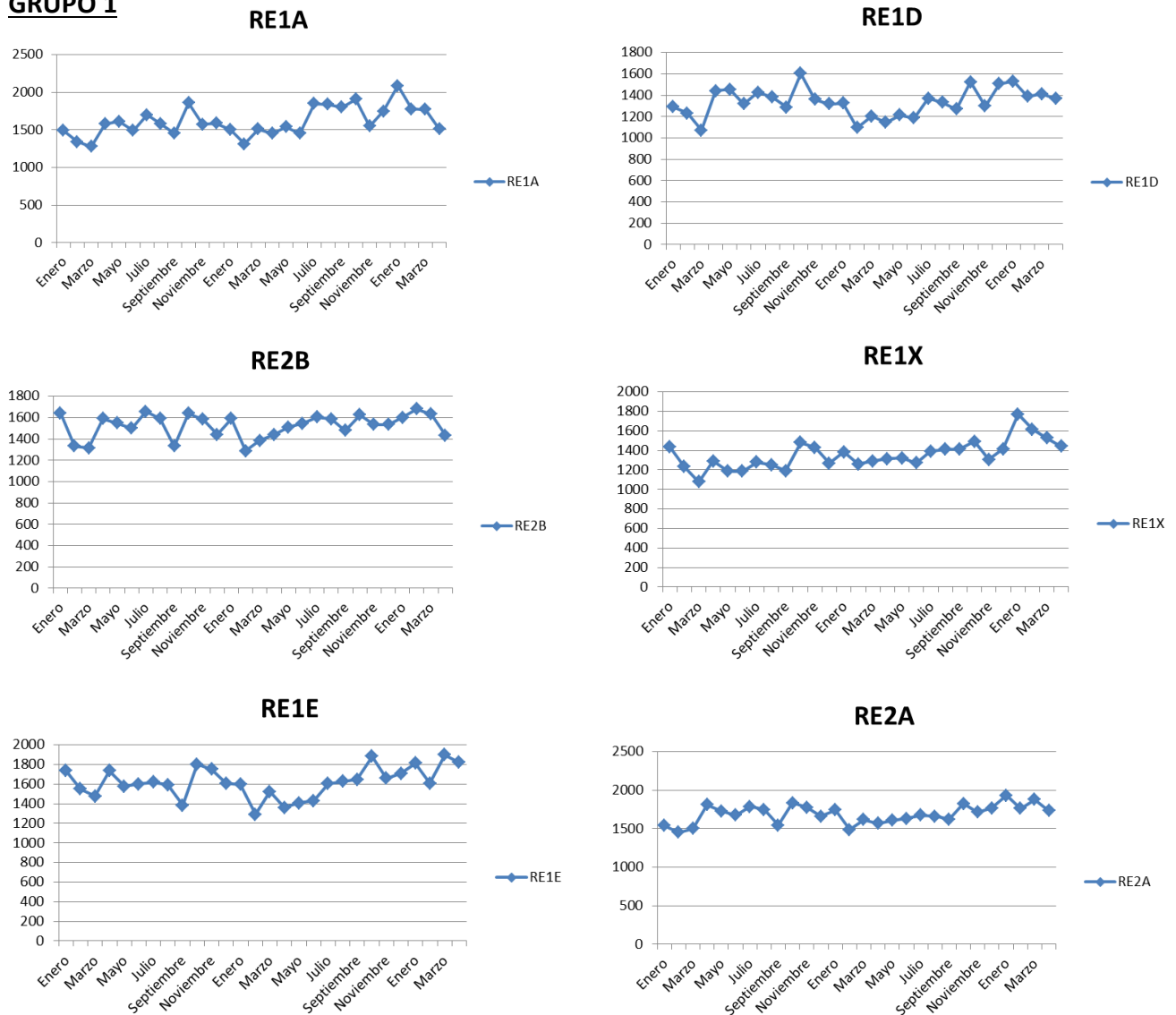


Figura 3.2 Gráficas de las rutas con componente estacional similar y tendencial positiva

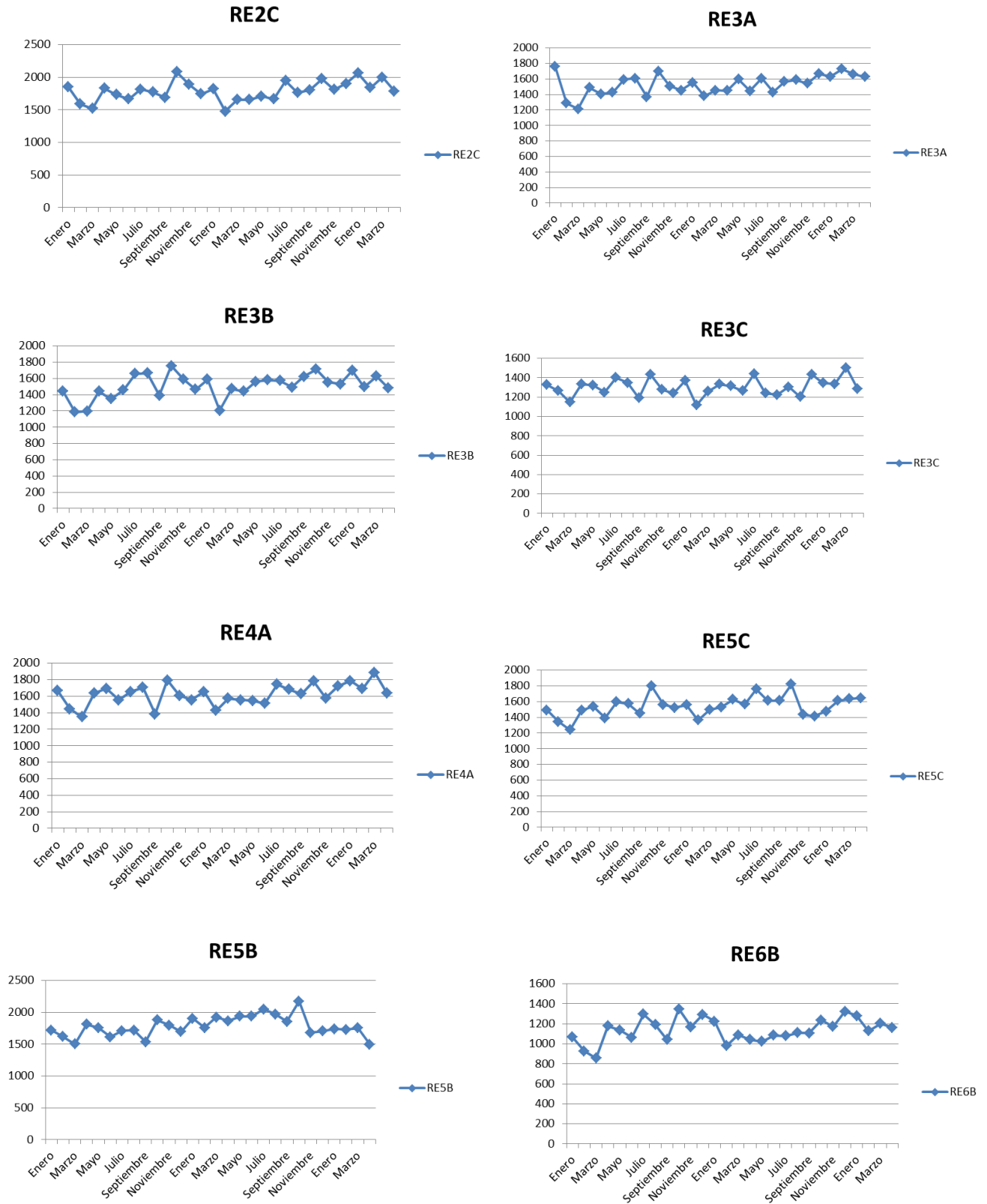


Figura 3.3 Gráficas de las rutas con componente estacional similar y tendencial positiva

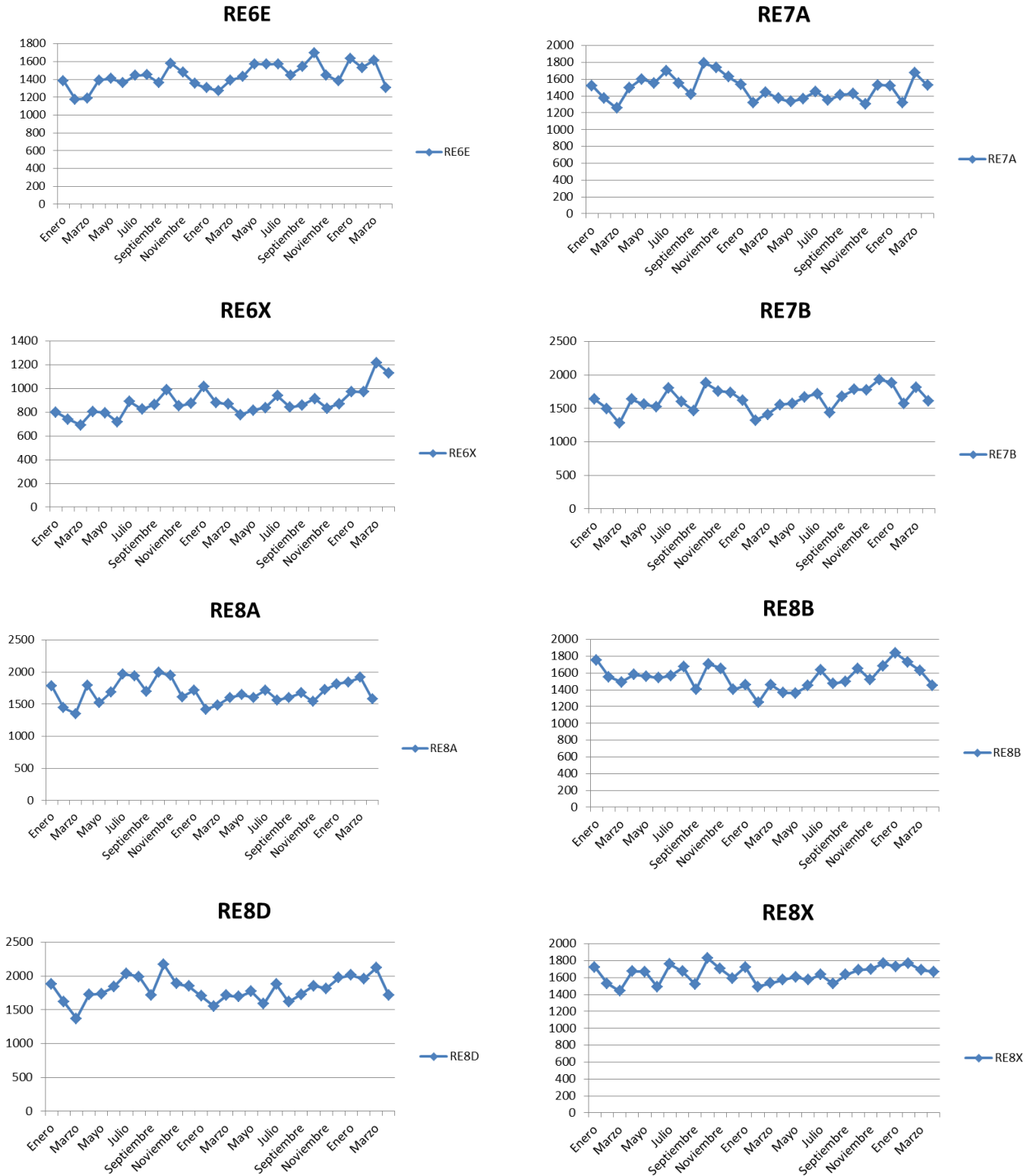


Figura 3.4 Gráficas de las rutas con componente estacional similar y tendencial positiva

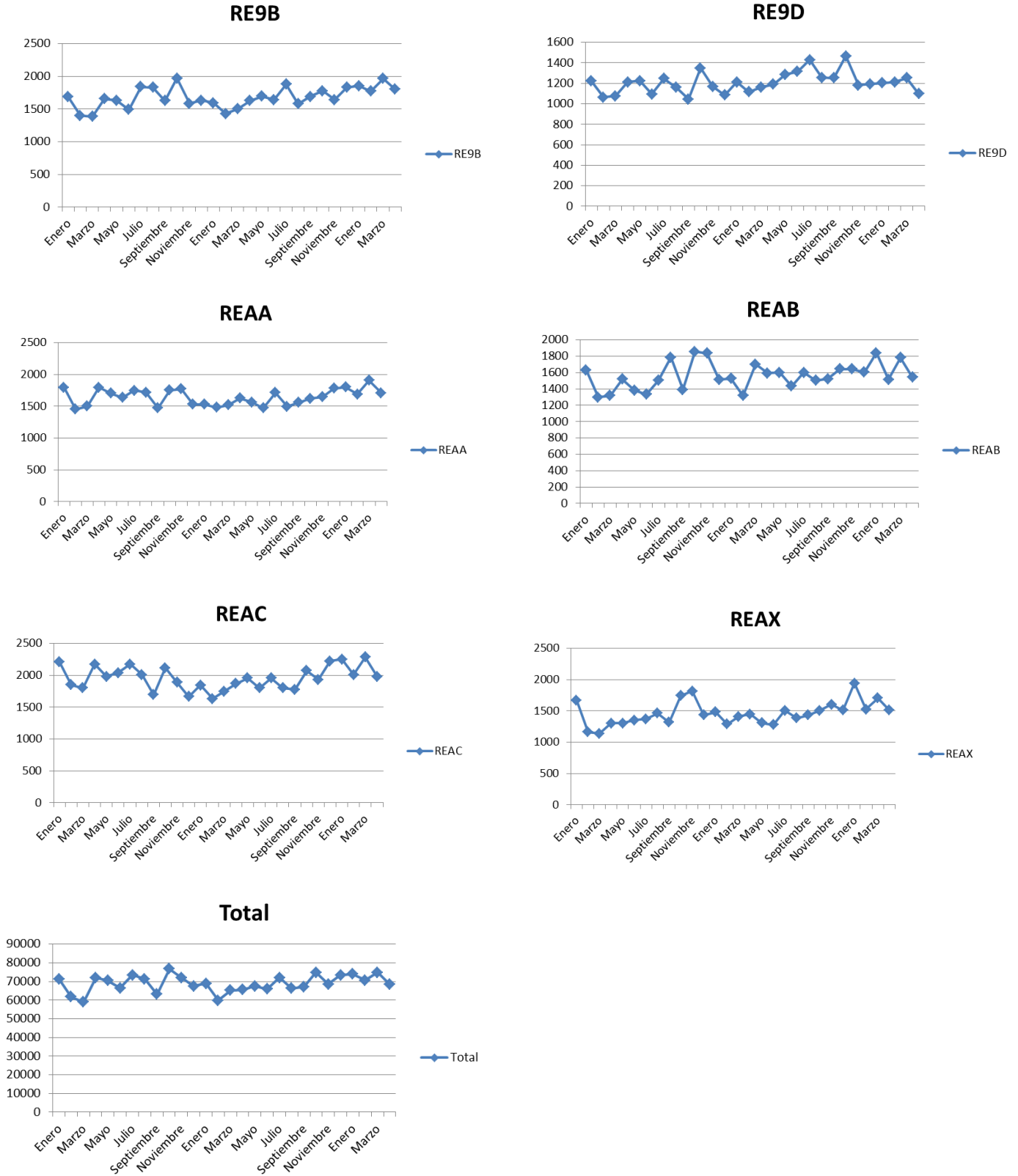


Figura 3.5 Gráficas de las rutas con componente estacional similar y tendencial positiva

**GRUPO 2**

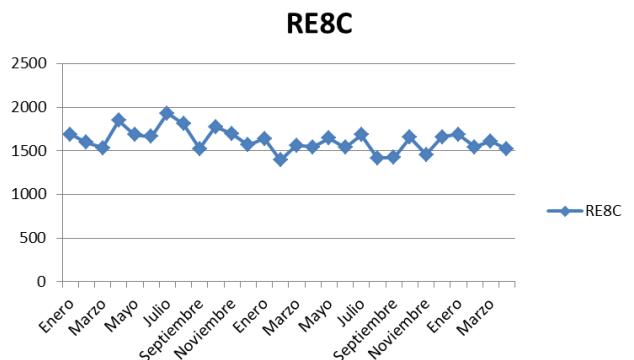
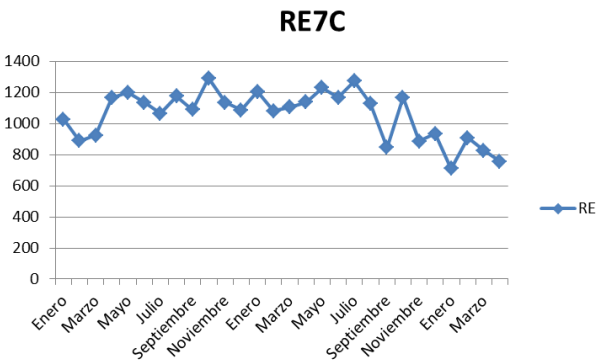
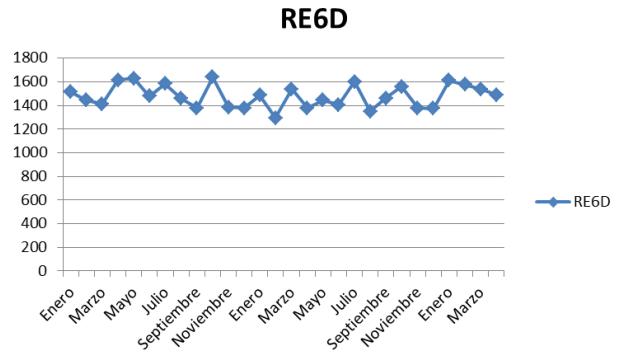
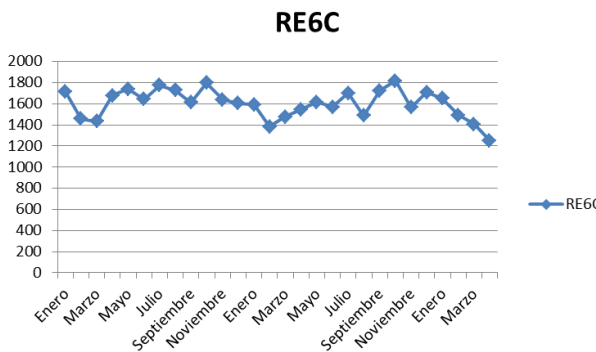
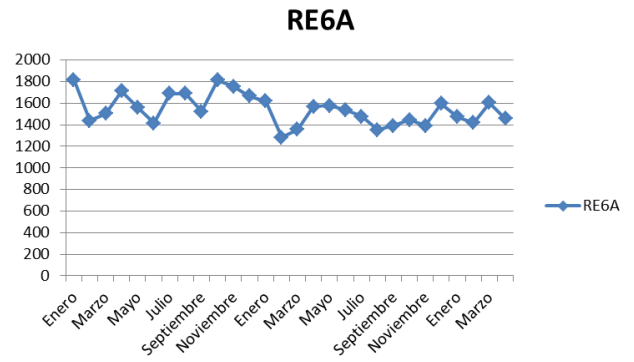
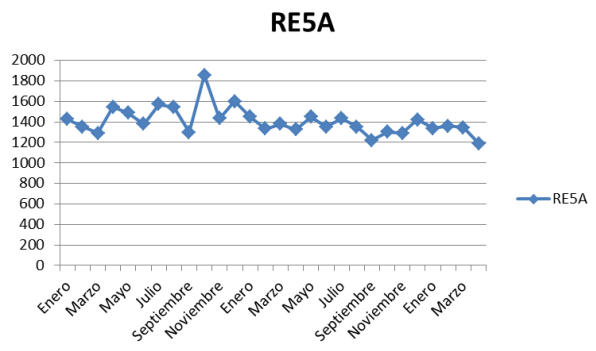
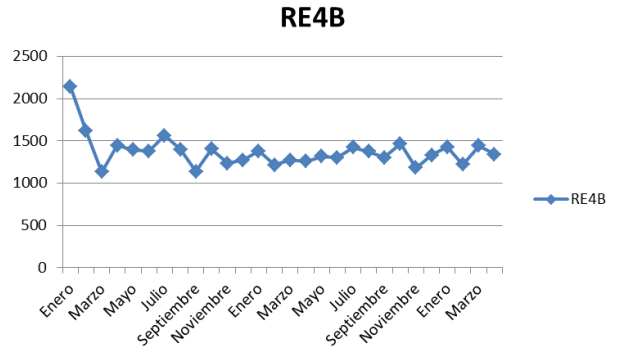
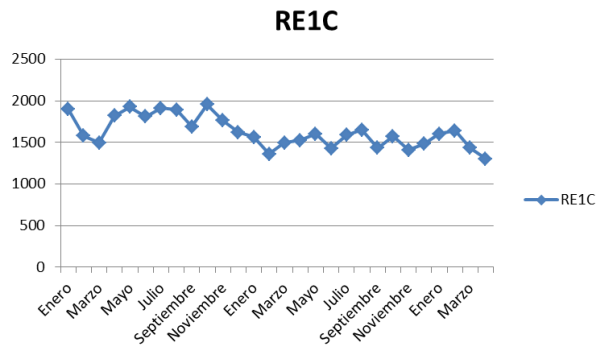


Figura 3.6 Gráficas de las rutas con componente estacional similar y tendencia negativa.



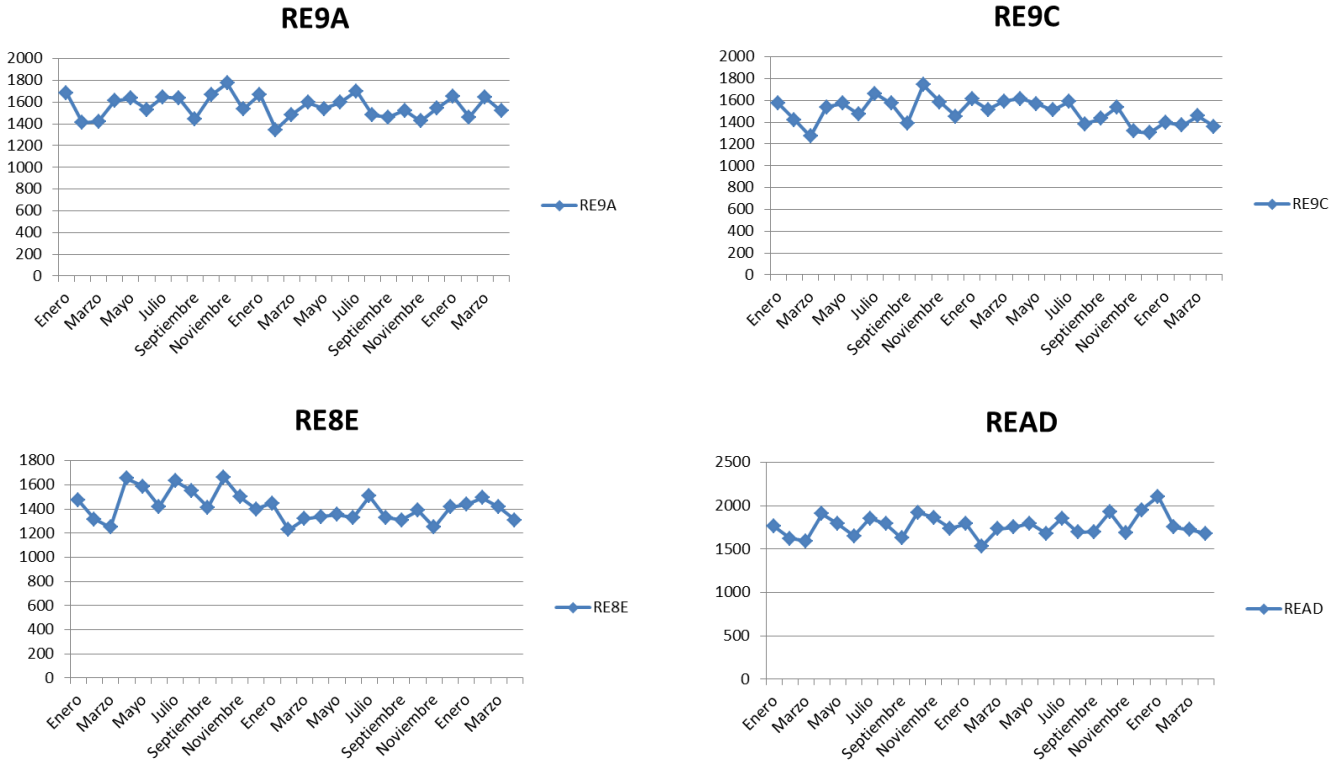


Figura 3.7 Gráficas de las rutas con componente estacional similar y tendencial negativa.

**GRUPO 3**

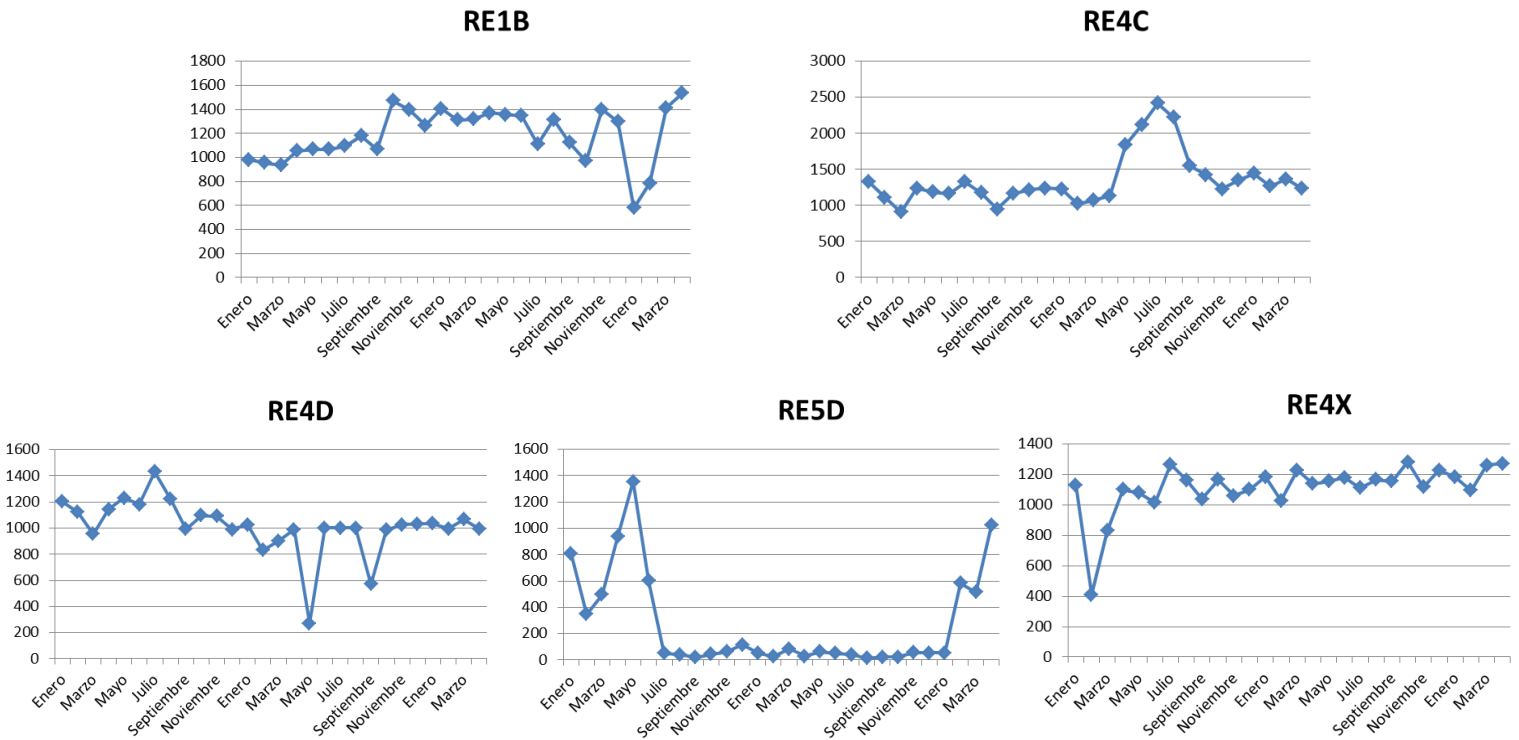


Figura 3.7 Gráficas de las rutas con componente estacional atípico.

Para el modelo de Winters, las cuatro ecuaciones necesarias son:

$$S_t = \alpha \left( \frac{d_t}{C_{t-L}} \right) + (1 - \alpha)(S_{t-1} + B_{t-1})$$

$$C_t = \gamma \left( \frac{d_t}{S_t} \right) + (1 - \gamma)C_{t-L}$$

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

$$F_{t+k} = (S_t + kB_t)[C_{t+k-L}]$$

$$\text{Indice estacional} = \frac{\text{Promedio de todos los datos para el periodo } t}{\text{Promedio de todos los datos}}$$

Donde:

$S_t$  = Valor suavizado para el periodo  $t$

$\alpha$  = Constante de suavizamiento para la serie

$d_t$  = Valor real de la demanda en el periodo  $t$

$S_{t-1}$  = Pronóstico suavizado para el periodo  $t$ , también es el valor suavizado para periodo  $t - 1$

$B_{t-1}$  = Tendencia estimada en el periodo  $t - 1$

$C_t$  = Estacionalidad estimada

$\gamma$  = Constante de suavizamiento para la estacionalidad estimada

$\beta$  = Constante de suavizamiento para la tendencia estimada

$k$  = Numero de periodos futuros a pronosticar

$F_{t+k}$  = Pronóstico de Winters para  $k$  periodos futuros

$L$  = Longitud de la estacionalidad

La ecuación de  $S_t$  actualiza la serie suavizada con la tendencia y la estacionalidad. La ecuación  $d_t$  se divide entre  $C_{t-L}$  para ajustar la estacionalidad; esta operación desestacionaliza los datos o remueve cualquier efecto estacional dejado en ellos.

Dividiendo  $d_t$  entre  $C_{t-L}$  se reduce el valor original por un porcentaje igual al porcentaje de estacionalidad del período que fue arriba del promedio.

La ecuación  $F_{t+k}$  es usada para calcular el pronóstico para k períodos futuros.

Se realizó el cálculo tanto para las rutas como para el centro de distribución. Debido al gran número de datos, se tomó la decisión de crear un archivo dinámico en Excel, el cual se basó en uno similar visto en la clase de Planeación y control de la Producción con el M.I. Ricardo Torres Mendoza. Esta iniciativa fue un parteaguas operativo en la compañía ya que la mayoría de la toma de decisiones se llevaban a cabo en base a la experiencia de los supervisores sin tomar en cuenta elementos tendenciales o estacionales. Este programa es totalmente dinámico y cambia de acuerdo al elemento a analizar (ruta o centro de distribución completo). Para efectos de este documento solo se ilustra los cálculos para el centro de distribución en su totalidad:

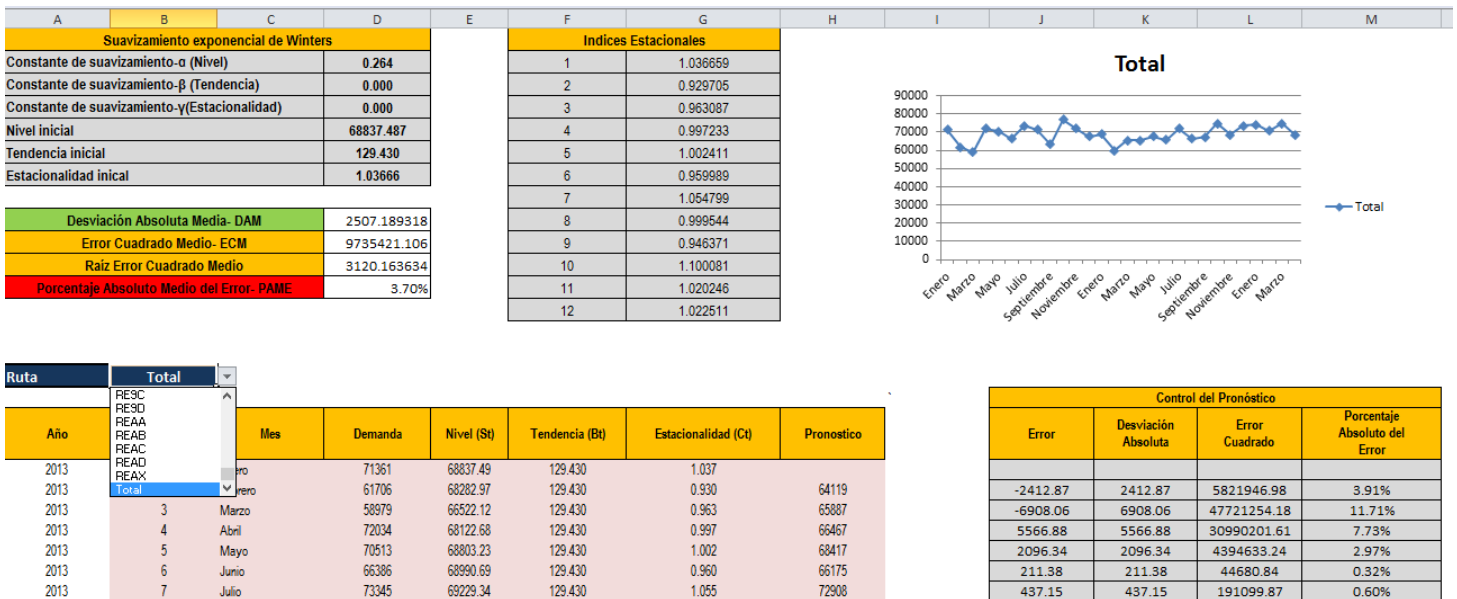


Figura 3.8 Muestra el programa en Excel, en el cual se selecciona cualquier ruta o el centro de distribución completo y muestra la gráfica y el pronóstico hasta 2016. .

Año	Mes	Mes	Demanda	Nivel (St)	Tendencia (Bt)	Estacionalidad (Ct)	Pronostico
2013	1	Enero	71361	68837.49	129.430	1.037	
2013	2	Febrero	61706	68282.97	129.430	0.930	64119
2013	3	Marzo	58979	66522.12	129.430	0.963	65887
2013	4	Abril	72034	68122.68	129.430	0.997	66467
2013	5	Mayo	70513	68803.23	129.430	1.002	68417
2013	6	Junio	66386	68990.69	129.430	0.960	66175
2013	7	Julio	73345	69229.34	129.430	1.055	72908
2013	8	Agosto	71345	69890.79	129.430	1.000	69327
2013	9	Septiembre	63155	69154.15	129.430	0.946	66265
2013	10	Octubre	76723	69404.66	129.430	1.100	76218
2013	11	Noviembre	71980	69802.24	129.430	1.020	70942
2013	12	Diciembre	67430	68881.18	129.430	1.023	71506
2014	1	Enero	68899	68339.11	129.430	1.037	71540
2014	2	Febrero	59764	67365.45	129.430	0.930	63656
2014	3	Marzo	65308	67578.23	129.430	0.963	65003
2014	4	Abril	65499	67173.50	129.430	0.997	67520
2014	5	Mayo	67579	67332.85	129.430	1.002	67465
2014	6	Junio	65862	67763.95	129.430	0.960	64763
2014	7	Julio	71964	67980.85	129.430	1.055	71614
2014	8	Agosto	66352	67654.90	129.430	1.000	68079
2014	9	Septiembre	67217	68638.62	129.430	0.946	64149
2014	10	Octubre	74824	68570.08	129.430	1.100	75650
2014	11	Noviembre	68569	68306.52	129.430	1.020	70090
2014	12	Diciembre	73431	69326.28	129.430	1.023	69977
2015	1	Enero	73955	69952.22	129.430	1.037	72002
2015	2	Febrero	70644	71637.48	129.430	0.930	65155
2015	3	Marzo	74725	73301.25	129.430	0.963	69118
2015	4	Abril	68535	72190.62	129.430	0.997	73227
2015	5	Mayo	69434	71515.47	129.430	1.002	72494
2015	6	Junio					68778
2015	7	Julio					76420
2015	8	Agosto					72546
2015	9	Septiembre					68809
2015	10	Octubre					80127
2015	11	Noviembre					74445
2015	12	Diciembre					74742
2016	1	Enero					75910
2016	2	Febrero					68199
2016	3	Marzo					70772
2016	4	Abril					73411
2016	5	Mayo					73922
2016	6	Junio					70917
2016	7	Julio					78058
2016	8	Agosto					74098
2016	9	Septiembre					70279
2016	10	Octubre					81836
2016	11	Noviembre					76029
2016	12	Diciembre					76330

Control del Pronóstico			
Error	Desviación Absoluta	Error Cuadrado	Porcentaje Absoluto del Error
-2412.87	2412.87	5821946.98	3.91%
-6908.06	6908.06	47721254.18	11.71%
5566.88	5566.88	30990201.61	7.73%
2096.34	2096.34	4394633.24	2.97%
211.38	211.38	44680.84	0.32%
437.15	437.15	191099.87	0.60%
2017.88	2017.88	4071848.27	2.83%
-3110.14	3110.14	9672945.56	4.92%
505.45	505.45	255484.74	0.66%
1038.09	1038.09	1077635.74	1.44%
-4075.91	4075.91	16613056.65	6.04%
-2641.47	2641.47	6977342.04	3.83%
-3891.53	3891.53	15143979.75	6.51%
304.59	304.59	92775.31	0.47%
-2021.30	2021.30	4085663.74	3.09%
113.81	113.81	12951.66	0.17%
1098.93	1098.93	1207653.20	1.67%
350.11	350.11	122577.58	0.49%
-1727.20	1727.20	2983236.31	2.60%
3067.84	3067.84	9411671.43	4.56%
-826.43	826.43	682980.56	1.10%
-1521.42	1521.42	2314727.83	2.22%
3454.48	3454.48	11933416.34	4.70%
1953.12	1953.12	3814672.79	2.64%
5488.76	5488.76	30126495.89	7.77%
5607.25	5607.25	31441282.71	7.50%
-4692.49	4692.49	22019446.01	6.85%
-3060.41	3060.41	9366130.13	4.41%

Figura 3.9 Muestra el pronóstico para la ruta seleccionada y los porcentajes de error correspondientes.

A continuación se mostrara como el archivo calcula:

- Los índices estacionales
- El nivel inicial

- La tendencia inicial
- La estacionalidad inicial
- El nivel ( $S_t$ )
- La tendencia ( $B_t$ )
- La estacionalidad ( $C_t$ )
- El pronóstico
- El error
- La desviación absoluta
- El error cuadrado
- El porcentaje absoluto del error
- Desviación Absoluta Media (DAM)
- Error Cuadrado Medio (ECM)
- Porcentaje Absoluto Medio del Error (PAME)

### Índices estacionales

Para calcular los índices estacionales se tiene que realizar el cociente del promedio de todos los datos de la demanda para el periodo t (ejemplo: si calculamos el índice estacional para el mes de enero, se realiza el promedio de todos los datos para todos los meses de enero) entre el promedio de todos los datos de la demanda que se tienen.

DISTR.F.CD		=(PROMEDIO(D19,D31,D43))/(PROMEDIO(\$D\$19:\$D\$47))					
A	B	C	D	E	F	G	H
Suavizamiento exponencial de Winters					Índices Estacionales		
2	Constante de suavizamiento- $\alpha$ (Nivel)		0.264			=(PROMEDIO(D19,D31,D43))/(PROMEDIO(\$D\$19:\$D\$47))	
3	Constante de suavizamiento- $\beta$ (Tendencia)		0.000		2	0.929705	
4	Constante de suavizamiento- $\gamma$ (Estacionalidad)		0.000		3	0.963087	
5	Nivel inicial		68837.487		4	0.997233	
6	Tendencia inicial		10.715		5	1.004289	
7	Estacionalidad inicial		1.03666		6	0.959989	
8					7	1.054799	
9	Desviación Absoluta Media- DAM		2573.450783		8	0.999544	
10	Error Cuadrado Medio- ECM		9885717.323		9	0.946371	
11	Raíz Error Cuadrado Medio		3144.156059		10	1.100081	
12	Porcentaje Absoluto Medio del Error- PAME		3.78%		11	1.020246	
13					12	1.022511	

Figura 3.10 Muestra cómo se calcula los índices estacionales.

	A	B	C	D	E	F	G	H
	Año	Mes	Mes	Demanda	Nivel (St)	Tendencia (Bt)	Estacionalidad (Ct)	Pronostico
18								
19	2013	1	Enero	71361	68837.49	10.715	1.037	
20	2013	2	Febrero	61706	68195.54	10.715	0.930	64009
21	2013	3	Marzo	58979	66370.30	10.715	0.963	65689
22	2013	4	Abril	72034	67923.44	10.715	0.997	66197
23	2013	5	Mayo	70513	68534.41	10.715	1.004	68225
24	2013	6	Junio	66386	68705.28	10.715	0.960	65803
25	2013	7	Julio	73345	68931.71	10.715	1.055	72482
26	2013	8	Agosto	71345	69584.17	10.715	1.000	68911
27	2013	9	Septiembre	63155	68840.90	10.715	0.946	65863
28	2013	10	Octubre	76723	69086.54	10.715	1.100	75742
29	2013	11	Noviembre	71980	69480.52	10.715	1.020	70496
30	2013	12	Diciembre	67430	68556.81	10.715	1.023	71056
31	2014	1	Enero	68899	68012.80	10.715	1.037	71081
32	2014	2	Febrero	59764	67037.70	10.715	0.930	63242
33	2014	3	Marzo	65308	67249.42	10.715	0.963	64573
34	2014	4	Abril	65499	66843.91	10.715	0.997	67074
35	2014	5	Mayo	67579	66969.47	10.715	1.004	67141
36	2014	6	Junio	65862	67408.91	10.715	0.960	64300
37	2014	7	Julio	71964	67631.95	10.715	1.055	71114
38	2014	8	Agosto	66352	67310.51	10.715	1.000	67612
39	2014	9	Septiembre	67217	68297.56	10.715	0.946	63711
40	2014	10	Octubre	74824	68231.47	10.715	1.100	75145
41	2014	11	Noviembre	68569	67969.71	10.715	1.020	69624
42	2014	12	Diciembre	73431	68990.80	10.715	1.023	69511
43	2015	1	Enero	73955	69617.72	10.715	1.037	71531
44	2015	2	Febrero	70644	71303.71	10.715	0.930	64734
45	2015	3	Marzo	74725	72968.00	10.715	0.963	68682
46	2015	4	Abril	68535	71857.77	10.715	0.997	72777
47	2015	5	Mayo	69434	71148.78	10.715	1.004	72177

Figura 3.11 Continuación de la Figura anterior.

### Nivel Inicial

Para el nivel inicial es necesario dividir el dato de la demanda del primer periodo (día, mes, trimestre, año, etc.) entre su respectivo índice estacional.

	A	B	C	D	E	F	G
1	<b>Suavizamiento exponencial de Winters</b>					<b>Indices Estacionales</b>	
2	Constante de suavizamiento- $\alpha$ (Nivel)			0.264		1	1.036659
3	Constante de suavizamiento- $\beta$ (Tendencia)			0.000		2	0.929705
4	Constante de suavizamiento- $\gamma$ (Estacionalidad)			0.000		3	0.963087
5	Nivel inicial			=D19/G2		4	0.997233
6	Tendencia inicial			10.715		5	1.004289
7	Estacionalidad inicial			1.03666		6	0.959989
8						7	1.054799
9	Desviación Absoluta Media- DAM			2573.450783		8	0.999544
10	Error Cuadrado Medio- ECM			9885717.323		9	0.946371
11	Raíz Error Cuadrado Medio			3144.156059		10	1.100081
12	Porcentaje Absoluto Medio del Error- PAME			3.78%		11	1.020246
13						12	1.022511
14							
15							
16	Ruta		Total				
17							
18	Año	Mes	Mes	Demanda	Nivel (St)	Tendencia (Bt)	Estacionalidad (Ct)
19	2013	1	Enero	71361	68837.49	10.715	1.037
20	2013	2	Febrero	61706	68195.54	10.715	0.930

Figura 3.12 Muestra cómo se calcula el nivel inicial.

### Tendencia Inicial

Es el resultado de restar la división del último dato de la demanda entre su respectivo índice estacional menos el primer dato de la demanda entre su respectivo índice estacional, después todo esto se divide entre el número de datos de la demanda menos uno (este último es el número de cambios que existen en los periodos)

	A	B	C	D	E	F	G
1	<b>Suavizamiento exponencial de Winters</b>					<b>Indices Estacionales</b>	
2	Constante de suavizamiento- $\alpha$ (Nivel)			0.264		1	1.036659
3	Constante de suavizamiento- $\beta$ (Tendencia)			0.000		2	0.929705
4	Constante de suavizamiento- $\gamma$ (Estacionalidad)			0.000		3	0.963087
5	Nivel inicial			68837.487		4	0.997233
6	Tendencia inicial			$=((D47/G6)-(D19/G2))/28$		5	1.004289
7	Estacionalidad inicial			1.03666		6	0.959989
8						7	1.054799
9	Desviación Absoluta Media- DAM			2573.450783		8	0.999544
10	Error Cuadrado Medio- ECM			9885717.323		9	0.946371
11	Raíz Error Cuadrado Medio			3144.156059		10	1.100081
12	Porcentaje Absoluto Medio del Error- PAME			3.78%		11	1.020246
13						12	1.022511
14							
15							
16	Ruta		Total				
17							
18	Año	Mes	Mes	Demanda	Nivel (St)	Tendencia (Bt)	Estacionalidad (Ct)
19	2013	1	Enero	71361	68837.49	10.715	1.037
45	2015	3	Marzo	74725	72968.00	10.715	0.963
46	2015	4	Abril	68535	71857.77	10.715	0.997
47	2015	5	Mayo	69434	71148.78	10.715	1.004
48	2015	6	Junio				

Figura 3.13 Muestra cómo se calcula la tendencia inicial.

### Estacionalidad Inicial

El primer paso que se debe seguir es multiplicar la constante de suavizamiento para la estacionalidad estimada ( $\gamma$ ) por el cociente de dividir el primer dato de la demanda entre el nivel inicial. Teniendo el resultado se le sumará la multiplicación de uno menos la constante de suavizamiento para la estacionalidad estimada ( $\gamma$ ) por el factor de estacionalidad del periodo.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Suavizamiento exponencial de Winters					Indices Estacionales	
2	Constante de suavizamiento- $\alpha$ (Nivel)			0.264		1	1.036659
3	Constante de suavizamiento- $\beta$ (Tendencia)			0.000		2	0.929705
4	Constante de suavizamiento- $\gamma$ (Estacionalidad)			0.000		3	0.963087
5	Nivel inicial			68837.487		4	0.997233
6	Tendencia inicial			10.715		5	1.004289
7	Estacionalidad inicial			=(D4*(D19/D5))+((1-D4)*G2)		6	0.959989
8						7	1.054799
9	Desviación Absoluta Media- DAM			2573.450783		8	0.999544
10	Error Cuadrado Medio- ECM			9885717.323		9	0.946371
11	Raíz Error Cuadrado Medio			3144.156059		10	1.100081
12	Porcentaje Absoluto Medio del Error- PAME			3.78%		11	1.020246
13						12	1.022511
14							
15							
16	Ruta		Total				
17							
18	Año	Mes	Mes	Demanda	Nivel (St)	Tendencia (Bt)	Estacionalidad (Ct)
19	2013	1	Enero	71361	68837.49	10.715	1.037
20	2013	2	Febrero	61706	68195.54	10.715	0.930

Figura 3.14 Muestra cómo se calcula la estacionalidad inicial.

### Nivel (St)

Para calcular los siguientes niveles, lo primero que se tiene que calcular es la multiplicación de la constante de suavizamiento para la serie ( $\alpha$ ) por el cociente de la demanda del periodo t entre su factor de estacionalidad. Ya teniendo lo anterior se suma con el resultado de multiplicar uno menos la constante de suavizamiento para la serie ( $\alpha$ ) por la suma del nivel del periodo t-1 más la tendencia del periodo t-1.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Suavizamiento exponencial de Winters					Indices Estacionales		
2	Constante de suavizamiento- $\alpha$ (Nivel)			0.264		1	1.036659	
3	Constante de suavizamiento- $\beta$ (Tendencia)			0.000		2	0.929705	
4	Constante de suavizamiento- $\gamma$ (Estacionalidad)			0.000		3	0.963087	
5	Nivel inicial			68837.487		4	0.997233	
6	Tendencia inicial			10.715		5	1.004289	
7	Estacionalidad inicial			1.03666		6	0.959989	
8						7	1.054799	
9	Desviación Absoluta Media- DAM			2573.450783		8	0.999544	
10	Error Cuadrado Medio- ECM			9885717.323		9	0.946371	
11	Raíz Error Cuadrado Medio			3144.156059		10	1.100081	
12	Porcentaje Absoluto Medio del Error- PAME			3.78%		11	1.020246	
13						12	1.022511	Área del gráfico
14								
15								
16	Ruta		Total					
17								
18	Año	Mes	Mes	Demanda	Nivel (St)	Tendencia (Bt)	Estacionalidad (Ct)	Pronostico
19	2013	1	Enero	71361	68837.49	10.715	1.037	
20	2013	2			=((D5*(D20/BUSCARV(B20,\$F\$2:\$G\$13,2,FALSO)))+(1-D5)*(E19+F19))			64009
21	2013	3	Marzo	58979	66370.30	10.715	0.963	65689

Figura 3.15 Muestra cómo se calcula el nivel para cada mes.



### Tendencia (Bt)

Primero se multiplica la constante de suavizamiento para la tendencia estimada ( $\beta$ ) por la resta del nivel en el periodo  $t$  menos el nivel en el periodo  $t-1$ . Tendiendo el resultado anterior se suma al resultado de multiplicar uno menos la constante de suavizamiento para la tendencia estimada ( $\beta$ ) por la tendencia del periodo  $t-1$ .

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Suavizamiento exponencial de Winters					Indices Estacionales		
2	Constante de suavizamiento- $\alpha$ (Nivel)			0.264		1	1.036659	
3	Constante de suavizamiento- $\beta$ (Tendencia)			0.000		2	0.929705	
4	Constante de suavizamiento- $\gamma$ (Estacionalidad)			0.000		3	0.963087	
5	Nivel inicial			68837.487		4	0.997233	
6	Tendencia inicial			10.715		5	1.004289	
7	Estacionalidad inicial			1.03666		6	0.959989	
8						7	1.054799	
9	Desviación Absoluta Media- DAM			2573.450783		8	0.999544	
10	Error Cuadrado Medio- ECM			9885717.323		9	0.946371	
11	Raíz Error Cuadrado Medio			3144.156059		10	1.100081	
12	Porcentaje Absoluto Medio del Error- PAME			3.78%		11	1.020246	
13						12	1.022511	
14								
15								
16	Ruta	Total						
17								
18	Año	Mes	Mes	Demanda	Nivel (St)	Tendencia (Bt)	Estacionalidad (Ct)	Pronostico
19	2013	1	Enero	71361	68837.49	10.715	1.037	
20	2013	2	Febrero	61706	$=((\$D\$3*(E20-E19))+((1- \$D\$3)*(F19)))$			64009
21	2013	3	Marzo	58979	66370.30	10.715	0.963	65689

Figura 3.16 Muestra cómo se calcula la tendencia para cada mes.

### Estacionalidad (Ct)

Para calcular la estacionalidad en el periodo  $t$ , el primer paso es multiplicar la constante de suavizamiento para la estacionalidad estimada ( $\gamma$ ) por la división de la demanda en el periodo  $t$  entre el nivel en el periodo  $t$ . Teniendo lo anterior se suma con el resultado de multiplicar uno menos la constante de suavizamiento para la estacionalidad estimada ( $\gamma$ ) por el factor de estacionalidad perteneciente al periodo  $t$ .

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Suavizamiento exponencial de Winters					Indices Estacionales		
2	Constante de suavizamiento- $\alpha$ (Nivel)			0.264		1	1.036659	
3	Constante de suavizamiento- $\beta$ (Tendencia)			0.000		2	0.929705	
4	Constante de suavizamiento- $\gamma$ (Estacionalidad)			0.000		3	0.963087	
5	Nivel inicial			68837.487		4	0.997233	
6	Tendencia inicial			10.715		5	1.004289	
7	Estacionalidad inicial			1.03666		6	0.959989	
8						7	1.054799	
9	Desviación Absoluta Media- DAM			2573.450783		8	0.999544	
10	Error Cuadrado Medio- ECM			9885717.323		9	0.946371	
11	Raíz Error Cuadrado Medio			3144.156059		10	1.100081	
12	Porcentaje Absoluto Medio del Error- PAME			3.78%		11	1.020246	
13						12	1.022511	
14								
15								
16	Ruta		Total					
17								
18	Año	Mes	Mes	Demanda	Nivel (St)	Tendencia (Bt)	Estacionalidad (Ct)	Pronostico
19	2013	1	Enero	71361	68837.49	10.715	1.037	
20	2013	2	Febrero	61706	=((D20/E20)+((1-D20)*B20)*BUSCARV(B20,\$F\$2:\$G\$13,2,FALSO)			
21	2013	3	Marzo	58979	66370.30	10.715	0.963	65689

Figura 3.17 Muestra cómo se calcula la estacionalidad para cada mes.

### Pronóstico

Para calcular el pronóstico el primer paso es sumar el nivel y la tendencia del periodo t-1 y multiplicarlo por su respectivo factor estacional. Si estamos pronosticando n periodos futuros se tendrá que realizar la suma del nivel del último periodo conocido más la multiplicación del número de periodos futuros a pronosticar por la tendencia del último periodo conocido y después este resultado multiplicarlo por su factor estacional.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Suavizamiento exponencial de Winters					Indices Estacionales			
2	Constante de suavizamiento- $\alpha$ (Nivel)			0.264		1	1.036659		
3	Constante de suavizamiento- $\beta$ (Tendencia)			0.000		2	0.929705		
4	Constante de suavizamiento- $\gamma$ (Estacionalidad)			0.000		3	0.963087		
5	Nivel inicial			68837.487		4	0.997233		
6	Tendencia inicial			10.715		5	1.004289		
7	Estacionalidad inicial			1.03666		6	0.959989		
8						7	1.054799		
9	Desviación Absoluta Media- DAM			2573.450783		8	0.999544		
10	Error Cuadrado Medio- ECM			9885717.323		9	0.946371		
11	Raíz Error Cuadrado Medio			3144.156059		10	1.100081		
12	Porcentaje Absoluto Medio del Error- PAME			3.78%		11	1.020246		
13						12	1.022511		
14									
15									
16	Ruta		Total						
17									
18	Año	Mes	Mes	Demanda	Nivel (St)	Tendencia (Bt)	Estacionalidad (Ct)	Pronostico	
19	2013	1	Enero	71361	68837.49	10.715	1.037		
20	2013	2	Febrero	61706	68195.54	10.715	=(E19+F19)*BUSCARV(B20,\$F\$2:\$G\$13,2,FALSO)		
21	2013	3	Marzo	58979	66370.30	10.715	0.963	65689	

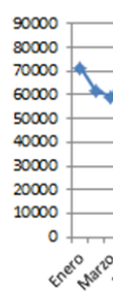


Figura 3.18 Muestra cómo se calcula el pronóstico cuando se conoce la demanda.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
45	2015	3	Marzo	74725	72968.00	10.715	0.963	68682	
46	2015	4	Abril	68535	71857.77	10.715	0.997	72777	
47	2015	5	Mayo	69434	71148.78	10.715	1.004	72177	
48	2015	6	Junio					68312	
49	2015	7	Julio					75070	
50	2015	8	Agosto					71148	
51	2015	9	Septiembre					67374	
52	2015	10	Octubre					=(\$E\$47+(5*\$F\$47))*BUSCARV(\$B\$2:\$G\$13,2,FALSO)	
53	2015	11	Noviembre					72655	
54	2015	12	Diciembre					72827	

Figura 3.19 Muestra cómo se calcula el pronóstico en 5 periodos futuros.

### Error

Es la resta del dato de la demanda menos el dato del pronóstico.

	Año	Mes	Mes	Demanda	Nivel (St)	Tendencia (Bt)	Estacionalidad (Ct)	Pronostico	Error
18									
19	2013	1	Enero	71361	68837.49	10.715	1.037		
20	2013	2	Febrero	61706	68195.54	10.715	0.930	64009	=D20-H20
21	2013	3	Marzo	58979	66370.30	10.715	0.963	65689	-6709.52

Figura 3.20 Muestra cómo se calcula el error para cada mes.

### Desviación Absoluta.

Es el valor absoluto del error.

Control del Pronóstico			
Error	Desviación Absoluta	Error Cuadrado	Porcentaje Absoluto del Error
-2302.50	=ABS(J20)	5301510.37	3.73%
-6709.52	6709.52	45017678.70	11.38%

Figura 3.21 Muestra cómo se calcula la desviación absoluta para cada mes.

### Error Cuadrado

Es el error elevado al cuadrado.

Control del Pronóstico			
Error	Desviación Absoluta	Error Cuadrado	Porcentaje Absoluto del Error
-2302.50	2302.50	=J20^2	3.73%
-6709.52	6709.52	45017678.70	11.38%

Figura 3.22 Muestra cómo se calcula el error cuadrado para cada mes.

### Porcentaje Absoluto del Error

Es la división entre la desviación absoluta y el dato de la demanda.

Demanda	Nivel (St)	Tendencia (Bt)	Estacionalidad (Ct)	Pronostico
71361	68837.49	10.715	1.037	
61706	68195.54	10.715	0.930	64009
58979	66370.30	10.715	0.963	65689

Control del Pronóstico			
Error	Desviación Absoluta	Error Cuadrado	Porcentaje Absoluto del Error
-2302.50	2302.50	5301510.37	=K20/D20
-6709.52	6709.52	45017678.70	11.38%

Figura 3.23 Muestra cómo se calcula el porcentaje absoluto del error para cada mes.

### Desviación Absoluta Media (DAM)

Es el promedio de los resultados de la desviación absoluta

9	Desviación Absoluta Media- DAM	=PROMEDIO(\$K\$19:\$K\$47)
10	Error Cuadrado Medio- ECM	9885717.323
11	Raíz Error Cuadrado Medio	3144.156059
12	Porcentaje Absoluto Medio del Error- PAME	3.78%

Error	Desviación Absoluta	Error Cuadrado	Porcentaje Absoluto del Error
-2302.50	2302.50	5301510.37	3.73%
-6709.52	6709.52	45017678.70	11.38%
5836.67	5836.67	34066719.37	8.10%
2287.50	2287.50	5232666.04	3.24%
583.41	583.41	340367.87	0.88%
863.42	863.42	745493.12	1.18%
2434.03	2434.03	5924508.88	3.41%
-2707.61	2707.61	7331155.62	4.29%
980.65	980.65	961668.02	1.28%
1483.78	1483.78	2201593.71	2.06%
-3625.56	3625.56	13144711.04	5.38%
-2182.14	2182.14	4761748.16	3.17%
-3477.78	3477.78	12094960.97	5.82%
734.57	734.57	539599.39	1.12%
-1575.02	1575.02	2480685.64	2.40%
437.66	437.66	191542.61	0.65%
1561.73	1561.73	2439014.60	2.37%
849.83	849.83	722213.43	1.18%
-1259.80	1259.80	1587083.62	1.90%
3506.11	3506.11	12292830.81	5.22%
-320.64	320.64	102807.02	0.43%
-1054.84	1054.84	1112684.36	1.54%
3920.25	3920.25	15368377.38	5.34%
2423.96	2423.96	5875580.81	3.28%
5910.11	5910.11	34929447.89	8.37%
6043.04	6043.04	36518337.88	8.09%
-4241.78	4241.78	17992690.04	6.19%
-2742.70	2742.70	7522407.68	3.95%

Figura 3.24 Muestra cómo se calcula la desviación absoluta media.

### Error Cuadrado Medio (ECM)

Es el promedio del error cuadrado.

9	Desviación Absoluta Media- DAM	2573.450783
10	Error Cuadrado Medio- ECM	=PROMEDIO(\$L\$19:\$L\$47)
11	Raíz Error Cuadrado Medio	3144.156059
12	Porcentaje Absoluto Medio del Error- PAME	3.78%

J	K	L	M
Error	Desviación Absoluta	Error Cuadrado	Porcentaje Absoluto del Error
-2302.50	2302.50	5301510.37	3.73%
-6709.52	6709.52	45017678.70	11.38%
5836.67	5836.67	34066719.37	8.10%
2287.50	2287.50	5232666.04	3.24%
583.41	583.41	340367.87	0.88%
863.42	863.42	745493.12	1.18%
2434.03	2434.03	5924508.88	3.41%
-2707.61	2707.61	7331155.62	4.29%
980.65	980.65	961668.02	1.28%
1483.78	1483.78	2201593.71	2.06%
-3625.56	3625.56	13144711.04	5.38%
-2182.14	2182.14	4761748.16	3.17%
-3477.78	3477.78	12094960.97	5.82%
734.57	734.57	539599.39	1.12%
-1575.02	1575.02	2480685.64	2.40%
437.66	437.66	191542.61	0.65%
1561.73	1561.73	2439014.60	2.37%
849.83	849.83	722213.43	1.18%
-1259.80	1259.80	1587083.62	1.90%
3506.11	3506.11	12292830.81	5.22%
-320.64	320.64	102807.02	0.43%
-1054.84	1054.84	1112684.36	1.54%
3920.25	3920.25	15368377.38	5.34%
2423.96	2423.96	5875580.81	3.28%
5910.11	5910.11	34929447.89	8.37%
6043.04	6043.04	36518337.88	8.09%
-4241.78	4241.78	17992690.04	6.19%
-2742.70	2742.70	7522407.68	3.95%

Figura 3.25 Muestra cómo se calcula el error cuadrado medio.

### Raíz Cuadrado Medio

Es la raíz de error cuadrado medio "ECM".

9	Desviación Absoluta Media- DAM	2573.450783
10	Error Cuadrado Medio- ECM	9885717.323
11	Raíz Error Cuadrado Medio	=RAIZ(D10)
12	Porcentaje Absoluto Medio del Error- PAME	3.78%

Figura 3.26 Muestra cómo se calcula la raíz del error cuadrado medio.

**Porcentaje Absoluto Medio del Error (PAME)**

Es el promedio del porcentaje absoluto del error.

9	Desviación Absoluta Media- DAM	2573.450783
10	Error Cuadrado Medio- ECM	9885717.323
11	Raíz Error Cuadrado Medio	3144.156059
12	Porcentaje Absoluto Medio del Error- PAME	=PROMEDIO(\$M\$19:\$M\$47)

J	K	L	M
Error	Desviación Absoluta	Error Cuadrado	Porcentaje Absoluto del Error
-2302.50	2302.50	5301510.37	3.73%
-6709.52	6709.52	45017678.70	11.38%
5836.67	5836.67	34066719.37	8.10%
2287.50	2287.50	5232666.04	3.24%
583.41	583.41	340367.87	0.88%
863.42	863.42	745493.12	1.18%
2434.03	2434.03	5924508.88	3.41%
-2707.61	2707.61	7331155.62	4.29%
980.65	980.65	961668.02	1.28%
1483.78	1483.78	2201593.71	2.06%
-3625.56	3625.56	13144711.04	5.38%
-2182.14	2182.14	4761748.16	3.17%
-3477.78	3477.78	12094960.97	5.82%
734.57	734.57	539599.39	1.12%
-1575.02	1575.02	2480685.64	2.40%
437.66	437.66	191542.61	0.65%
1561.73	1561.73	2439014.60	2.37%
849.83	849.83	722213.43	1.18%
-1259.80	1259.80	1587083.62	1.90%
3506.11	3506.11	12292830.81	5.22%
-320.64	320.64	102807.02	0.43%
-1054.84	1054.84	1112684.36	1.54%
3920.25	3920.25	15368377.38	5.34%
2423.96	2423.96	5875580.81	3.28%
5910.11	5910.11	34929447.89	8.37%
6043.04	6043.04	36518337.88	8.09%
-4241.78	4241.78	17992690.04	6.19%
-2742.70	2742.70	7522407.68	3.95%

Figura 3.27 Muestra cómo se calcula el porcentaje absoluto medio del error.

### 3.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS

El modelo nos indica que en los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre de 2015 tendremos 78328, 72655 y 72827 paradas respectivamente:

	Año	Mes	Mes	Demanda	Nivel (St)	Tendencia (Bt)	Estacionalidad (Ct)	Pronostico
18								
43	2015	1	Enero	73955	69617.72	10.715	1.037	71531
44	2015	2	Febrero	70644	71303.71	10.715	0.930	64734
45	2015	3	Marzo	74725	72968.00	10.715	0.963	68682
46	2015	4	Abril	68535	71857.77	10.715	0.997	72777
47	2015	5	Mayo	69434	71148.78	10.715	1.004	72177
48	2015	6	Junio					68312
49	2015	7	Julio					75070
50	2015	8	Agosto					71148
51	2015	9	Septiembre					67374
52	2015	10	Octubre					78328
53	2015	11	Noviembre					72655
54	2015	12	Diciembre					72827
55	2016	1	Enero					73846
56	2016	2	Febrero					66237
57	2016	3	Marzo					68626
58	2016	4	Abril					71069
59	2016	5	Mayo					71583
60	2016	6	Junio					68436
61	2016	7	Julio					75206
62	2016	8	Agosto					71277
63	2016	9	Septiembre					67495
64	2016	10	Octubre					78470
65	2016	11	Noviembre					72786
66	2016	12	Diciembre					72959

Figura 3.28 Muestra el pronóstico de la demanda para el centro de distribución hasta Diciembre de 2016.

Con la información anterior llegamos a la conclusión de que para el mes de Junio se tendrá un decremento de 33 paradas diarias por lo que se mantendrán las mismas rutas. Para el mes de Julio se tendrá un aumento de 323 paradas diarias por lo que se necesitarán 4 rutas más que el mes anterior. En agosto se tendrá un decremento de 188 paradas por día lo cual nos dice que tenemos que cerrar dos rutas. En septiembre volveremos a tener una disminución de 181 paradas por lo que tendremos que prescindir de dos rutas más. Para octubre tendremos un aumento de 524 paradas lo que equivale a abrir siete rutas. Para noviembre tendremos un decremento de 272 paradas por lo que es necesario cerrar tres rutas. Para diciembre solo tendremos un aumento de ocho paradas por lo que no abriremos una ruta más:

AÑO	MES	TOTAL DE PARADAS	DIFERENCIA DE PARADAS CONTRA EL MES ANTERIOR	PARADAS QUE SE INCREMENTAN POR DIA	CAPACIDAD POR RUTA (PARADAS)	RUTAS NECESARIAS	MENSAJEROS NECESARIOS
2015	Mayo	72,177	-	-	80	-	-
2015	Junio	68,312	-3,865	-184	80	-3	-3
2015	Julio	75,070	6,758	322	80	5	5
2015	Agosto	71,148	-3,922	-187	80	-3	-3
2015	Septiembre	67,374	-3,774	-180	80	-3	-3
2015	Octubre	78,328	10,954	522	80	7	7
2015	Noviembre	72,655	-5,673	-270	80	-4	-4
2015	Diciembre	72,827	172	8	80	1	1

Tabla 3.1 Muestra el análisis realizado después del pronóstico donde nos indica cuantos recursos necesitamos para satisfacer la demanda en temporada alta.

Por unidad extra pagaremos \$6,306.00, lo que nos da un total de \$31,530.00 en el mes de Julio, para el mes de Agosto quitaremos 3 rutas el cual es un ahorro de \$18,918.00 y para Septiembre reduciremos otros \$18,918. Para el mes de Octubre pagaremos \$44,142.00 por el aumento de 7 rutas pero para Noviembre tendremos una reducción de \$25,224. Para diciembre aumentaremos una ruta lo que equivale a \$6,306.00 por esta unidad. Estos costos se verán reflejados en los costos de arrendamiento de Vehículos del centro de distribución.

Por la contratación del personal se tendrá un aumento por mensajero de \$7,875.00, los costos se detallan en la tabla 3.2:

AÑO	MES	MENSAJEROS NECESARIOS	CANTIDAD A PAGAR POR MENSAJEROS
2015	Mayo	-	-
2015	Junio	-3	\$ (23,625.00)
2015	Julio	5	\$ 39,375.00
2015	Agosto	-3	\$ (23,625.00)
2015	Septiembre	-3	\$ (23,625.00)
2015	Octubre	7	\$ 55,125.00
2015	Noviembre	-4	\$ (31,500.00)
2015	Diciembre	1	\$ 7,875.00

Tabla 3.2 Muestra el análisis realizado después del pronóstico donde nos indica cual será el costo por personal para operar las nuevas rutas



### 3.4 IMPACTO DEL PROYECTO EN EL SERVICIO Y EN LA COMPAÑÍA

Debido a los resultados obtenidos por el método de suavizamiento exponencial de Winters, se pudo prevenir y anticipar al aumento de paradas en el centro de distribución, con esto pudimos asegurar que el nivel de servicio en el SVC se mantuviera como es costumbre y no volviera a tener una caída como la que se tuvo en 2014.

A continuación se muestra la gráfica del nivel de servicio obtenido en temporada alta del año 2015, el cual muestra un aumento considerable en servicio contra el año 2014:

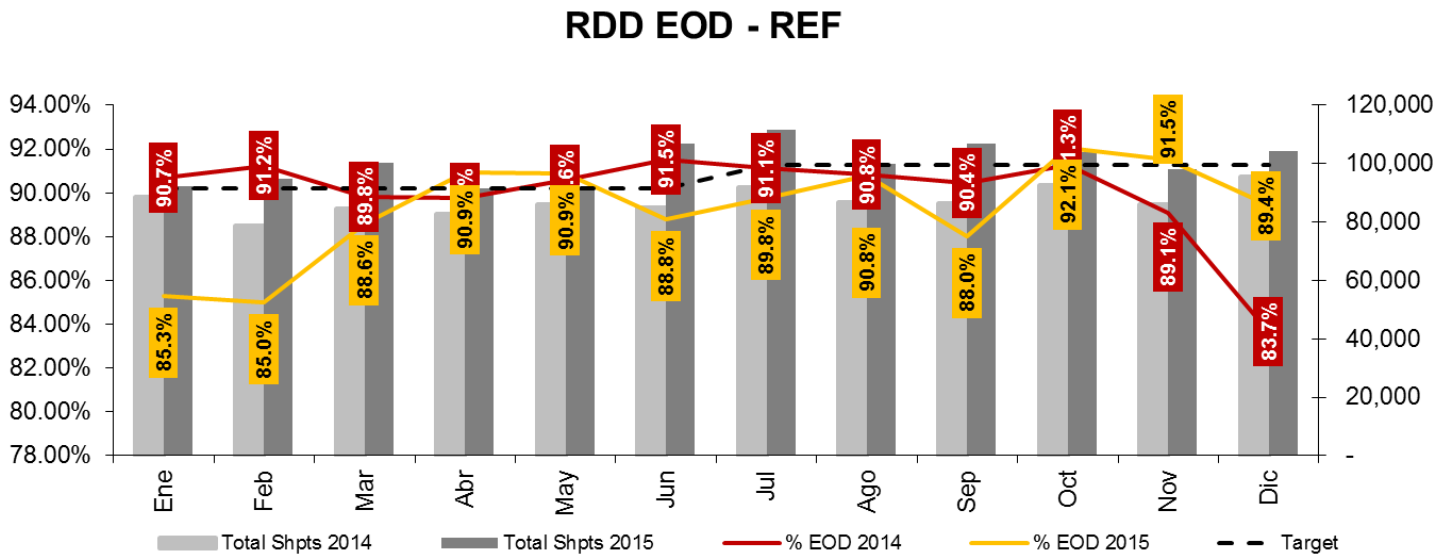


Figura 3.28 Muestra el impacto obtenido en temporada alta en 2015 gracias al pronóstico de la demanda que nos permitió planear de forma adecuada la operación.

Todo el esfuerzo y dedicación rindió sus frutos ya que los resultados dieron pie a que mi proyecto fuera presentado ante gerentes y directores, con la finalidad de realizar un cambio de cultura en la compañía. El objetivo es que cada uno de los centros de distribución tome este mismo modelo para poder predecir su comportamiento y así poder tomar decisiones acertadas con ciertos periodos de anticipación.

Ahora tendré la oportunidad de llevar mi idea a al menos cinco centros de distribución y poder ser la persona que los capacite y les explique cómo funciona este tipo de análisis, como manipular la interfaz en Excel y como adecuarla a sus necesidades locales.

Con todas las acciones anteriores podré certificarme en una metodología de mejora continua llamada "First Chosie" la cual me podrá impulsar a una mejor posición dentro de la compañía.

## **CAPÍTULO IV**

### **Conclusiones y Recomendaciones**

#### **OBJETIVO DEL CAPÍTULO**

Mostrar al lector cuales fueron los conocimientos adquiridos al realizar el modelo y como estos ayudan a obtener un mejor nivel de servicio.

## 4.1 CONCLUSIONES

Sumergirte en la operación diaria de un centro de distribución puede ayudarte significativamente a crecer como profesionista, tanto en ser analítico como en ser un buen líder para tu equipo, sin embargo, después de cierto tiempo se opera de manera empírica y las decisiones son con base a la experiencia que se ha adquirido. El problema de lo anterior es que en el mercado actual los cambios son inminentes y a corto plazo si se quiere estar por arriba de la competencia, esto nos lleva a pensar claramente con qué tipo de información basamos nuestras decisiones.

Es por eso que es vital estar preparado para cualquier pico en el aumento o disminución en la demanda de paradas en el centro de distribución. Al principio algunos supervisores y asistentes operativos estaban negados al cambio, ya que se sentían muy cómodos de la forma en que operaban; fue un gran reto el involucrarlos en el proceso y que aportaran ideas. La principal barrera que causaba esa negación al cambio era su miedo a lo nuevo, a lo desconocido. Su aversión al fracaso nublabo sus ideas y preferían permanecer dentro de su área de confort. Pero gracias a esta nueva metodología logramos darnos cuenta que necesitábamos mayor recurso en temporada alta, no solo de mensajeros, sino también de camionetas, algo que no había sucedido en años anteriores.

Cuando todo el equipo se involucró fue mucho más fácil, se logró escoger el método adecuado de pronóstico: “Suavizamiento exponencial de Winters”, ya que nuestros datos cuentan con una estacionalidad y tendencia definida. Logramos pronosticar con cuantas paradas por ruta íbamos a contar en los siguientes meses, pero no solo eso, también logramos administrar de forma adecuada nuestra flotilla de unidades, suministros operativos (etiquetas, cintas, semáforos, entre otros), tiempo extra y vacaciones.

El modelo de Suavizamiento exponencial de Winters encaja perfectamente en el comportamiento de la compañía, ya que nuestro enfoque es brindar el mejor servicio posible lo cual nos está posicionando como líderes en el mercado norteamericano (Tendencia) pero también toma en cuenta que en ciertos momentos del año la demanda baja debido al comportamiento natural del mercado en el que estamos inmersos (Estacionalidad). Es por eso que funcionó tan bien la metodología y estamos completamente convencidos de que seguiremos usándola, ya que nos posiciona con una ventaja ante nuestros competidores.

## 4.2 RECOMENDACIONES

1.- Se recomienda implementar este modelo de pronóstico a nivel nacional para estar prevenidos ante cualquier eventualidad como lo es hoy en día el “Hoy no circula”. Así podremos saber cuántas camionetas necesitamos diariamente para satisfacer la demanda y si es necesario rentar unidades a terceros con anterioridad.

2.- Es necesario realizar estudios de tiempos y movimientos en cada centro de distribución después de obtener el pronóstico de la demanda, ya que con la información obtenida, podemos saber cuánta gente se necesita para los proceso de sorteo, tanto para cajas como sobres. Esto sin duda impactará en las horas extras a pagar.

3.- Se recomienda compartir la información con los demás departamentos de la compañía pero en especial con el de ventas, así podrán saber cuál es nuestra capacidad operativa y con cuanto recurso contamos, esto ayudará a ofrecerle una oferta viable al cliente, y en caso de ser necesario contratar nuevos recursos para satisfacer con las exigencias de este último.

4.- Compartir la información con el área de COG, para estar sincronizados en los objetivos de nuestros indicadores, ya que en muchas ocasiones han diseñado objetivos que no están a la altura de las condiciones operativas. Con esto podremos tener un buen modelo de incentivos donde la gente pueda estar motivada ya que si realizan bien su trabajo, pueden tener la certeza de que son alcanzables.

## 4.2 BIBLIOGRAFIA

1. HEIZER, JAY & RENDER, BARRY.

*Administración de operaciones.*

México.

PEARSON, 2009.

2. CHASE, JACOBS, AQUILANO.

*Administración de operaciones.*

Mexico.

McGraw-Hill, 2009.

3. C. CHATFIELD.

*The Holt-Winters Forecasting Procedure*

Source: Journal of the Royal Statistical Society. Series C (Applied Statistics), Vol. 27, No. 3

4. TAKEYASU, KAZUHIRO & NAGAO, KAZUKO

*Estimation of Smoothing Constant of Minimum Variance and its Application to Industrial Data.*

Selected Paper from APIEMS 2005

5. GELPER SARAH, FRIED ROLAND & CROUX CHRISTOPHE

*Robust Forecasting with Exponential and Holt-Winters Smoothing.*

Journal of Forecasting

J. Forecast. 2010

6. *Mensajería y paquetería. Cuestión de tiempo, dinero y esfuerzo.* Recuperado el 15 de marzo del 2016  
[http://www.profeco.gob.mx/encuesta/brujula/bruj\\_2013/bol264\\_Servs\\_paqueteria\\_mensajeria.asp](http://www.profeco.gob.mx/encuesta/brujula/bruj_2013/bol264_Servs_paqueteria_mensajeria.asp)