



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

PROGRAMA DE MAESTRÍA Y
DOCTORADO EN INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA

DETERMINACIÓN DE UNA POLÍTICA DE
INVENTARIOS PARA MANEJO DE FLUJO
DE EFECTIVO

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE

MAESTRO EN INGENIERÍA
INGENIERÍA DE SISTEMAS – INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES

PRESENTA:

MANZANAREZ GÓMEZ NAYELLI

TUTOR:

DRA. MAYRA ELIZONDO CORTÉS

2009



JURADO ASIGNADO:

Presidente: DR. RICARDO ACEVES GARCÍA

Secretario: DRA. HERICA SÁNCHEZ LARIOS

Vocal: DRA. MAYRA ELIZONDO CORTÉS

1^{er}. Suplente: DRA. COZUMEL ALLANEC MONROY LEÓN

2^{do}. Suplente: DR. JUAN MANUEL ESTRADA MEDINA

Lugar donde se realizó la tesis:

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.
POSGRADO DE INGENIERÍA

TUTOR DE TESIS:

DRA. MAYRA ELIZONDO CORTÉS

Para mis grandes amores: Mi familia y Ángel.

Cuando mi voz calle con la muerte mi corazón te seguirá hablando
Rabindranath Tagore

Agradecimientos

A Dios, por darme la oportunidad de existir, la capacidad de perseguir mis sueños, la fortaleza para superar los obstáculos y miedos, por no abandonarme jamás.

A mi amada Universidad Nacional Autónoma de México por cobijar mis sueños y representar mi mayor orgullo.

A la Facultad de Ingeniería por brindarme la formación profesional y personal necesaria para triunfar.

A la Dra. Mayra Elizondo Cortés, por todo tu apoyo en la realización de este trabajo, por tu amistad, paciencia y comprensión.

Al Dr. Ricardo Aceves García, por creer en mí y demostrarme su apoyo en todo momento.

Al amor de mi vida Ing. Ángel Leonardo Bañuelos Saucedo por motivarme siempre y nunca dejarme sola, porque en los momentos más difíciles fuiste mi motor y mis ganas de no rendirme.

A mi familia, por no cuestionar mis decisiones y creer en lo que hago, esto es parte del camino para lograr mi mayor sueño.

A mis amigos y compañeros entrañables de la maestría: Lizett Yareli Rodríguez, Jesús Roldán, Juan Oviedo, Miguel Ochoa y Carolina Martínez pues siempre tuve su apoyo y compañía para superar los retos del día a día.

A mi amigos que aunque tomamos caminos separados, no nos abandonamos. Gracias por sus palabras de aliento.

Gracias por ser parte de mi vida, los quiere:

Nayelli Manzanarez Gómez

ÍNDICE

	Página
Resumen	1
Introducción	2
Capítulo I. Descripción del Sistema	4
I.1. Antecedentes	4
I.2. Situación Actual	6
I.3. Problemática	7
I.4. Problema concreto a resolver	9
I.5. Objetivo	10
Capítulo II. Instrumentos de Análisis	11
II.1. Elementos teóricos	11
2.1.1 Series de tiempo y Pronósticos	11
2.1.2 Teoría de Inventarios	22
2.1.3 Sistemas de Información Geográfica (SIG)	29
II.2. Metodología	35
2.2.1 Planteamiento del problema	36
2.2.2 Recopilación de la información Estadística y Geográfica	36
2.2.3 Obtención de datos mediante un Sistema de Información Geográfica (ArcView)	37
2.2.4 Manejo de Pronósticos	37
2.2.5 Manejo de Inventarios. Planteamiento y Solución del Modelo	37

	Página
Capítulo III. Desarrollo de la Investigación	39
III.1. Manejo de los pronósticos	39
3.1.1 Recolección y manipulación de los datos	39
3.1.2 Método de pronóstico aplicable al caso	40
3.1.3 Presentación de resultados de los pronósticos	42
III.2. Manejo de Inventarios	45
3.2.1 Modelo de revisión periódica con demanda incierta para artículo único. Planteamiento y solución del modelo	45
3.2.2 Modelo de revisión periódica con demanda incierta para pedidos conjuntos. Planteamiento y solución del modelo - Rutas Óptimas	64
Capítulo IV. Presentación de Resultados	74
IV.1. Política de Inventarios	74
IV.2. Representación geográfica de los resultados obtenidos	89
Conclusiones y Recomendaciones	103
Referencias	106
Anexos	

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo la determinación de una política de inventarios para el manejo de flujo de efectivo en un Sistema de Comunicación Social (GIROS) en el Edo. de Oaxaca. Para lograrlo se define el problema identificando los elementos más importantes que influyen en el mismo, se establece una metodología de trabajo y se desarrollan los elementos teóricos necesarios. Una vez hecho lo anterior se expone la manera en la que se resuelve el problema determinando la cantidad a mandar a cada una de las oficinas, así como cada cuándo se deberá hacer, estableciendo la ruta más corta (según sea el caso) logrando una estrategia para obtener el menor de los costos de las posibles soluciones.

ABSTRACT

This document aims at developing a policy for inventory management of cash flow in a System of Social Communication (GIROS) in Edo. Oaxaca, to achieve defined the problem by identifying the most important factors influencing it, a working methodology and develop the necessary theoretical, once made the above describes the manner in which the problem determining the amount to be sent to each office and each must be made when establishing the shorter route (as the case may be) a strategy for achieving the lowest costs of possible solutions

INTRODUCCIÓN

GIROS es un Sistema de Comunicación Social con presencia en toda la República Mexicana, el cual goza de un gran prestigio debido a su preocupación por satisfacer a sus clientes brindándoles el servicio cuando lo requieren, lo anterior ha generado la necesidad de resolver el problema de inventarios que lo ha aquejado últimamente, provocándole dificultad para la distribución de recursos económicos hacia sus oficinas, ya que debido a que no cuentan con un sistema de inventarios las decisiones se toman con base en la experiencia personal de los encargados, lo cual eventualmente ha resultado en falta de dinero en las oficinas, generando costos excesivos en el transporte (debido al incremento en viajes con recursos para satisfacer la demanda). Algunas otras veces, se tiene un exceso en la cantidad de efectivo que requiere cada oficina, esto implica un riesgo en la seguridad de las instalaciones y empleados, además de generar un costo de oportunidad importante.

Por otro lado, GIROS se interesó especialmente en resolver este problema en el Edo. de Oaxaca ya que éste tiene características geográficas muy particulares, mismas que hacen difícil el acceso a las diferentes oficinas que se encuentran en la entidad, cabe señalar, que si la propuesta de solución planteada en este trabajo da buenos resultados, se implementará en los demás Estados donde GIROS tiene presencia.

Objetivo

Determinar una política de inventario para el manejo de flujo de efectivo de las oficinas de GIROS del Estado de Oaxaca, de forma que se determine cuánto y cuándo mandar recursos económicos basándose en demandas semanales y en la ruta más adecuada para la trasladadora de valores, estableciendo los costos para tal actividad, mismos que deberán ser los menores de los obtenidos en las posibles soluciones.

Metodología

La metodología seguida para lograr el objetivo fue la siguiente:

1. Planteamiento del problema
2. Recopilación de la información estadística y geográfica
3. Obtención de datos mediante un Sistema de Información Geográfica (ArcView)
4. Manejo de pronósticos
5. Manejo de inventarios
6. Presentación de resultados y conclusiones

El presente trabajo se compone de 4 capítulos, el capítulo 1 es la descripción del sistema, en el cual se describe, de manera general, la situación actual de GIROS; se identifican los principales elementos que tienen influencia en la problemática misma que se define y; se especifica el problema concreto a resolver así como algunas ventajas de resolverlo.

El capítulo 2 se refiere a la presentación de los elementos teóricos que serán utilizados para resolver el problema, se hace un breve desarrollo sobre las series de tiempo, los pronósticos, la teoría de inventarios, posteriormente se habla acerca de los Sistemas de información Geográfica y se finaliza con la explicación de la metodología seguida.

El capítulo 3 se muestra el desarrollo de la solución del problema, se explica el manejo práctico que se dio a cada uno de los instrumentos de análisis, así como el análisis de la información obtenida, así mismo se presentan las propuestas de solución para establecer la política de inventarios.

En el capítulo 4, se presentan los resultados obtenidos anteriormente, se les hace un análisis para llegar a una propuesta final de solución, posteriormente se hace una representación geográfica de los mismos.

Finalmente se presentan las conclusiones y las recomendaciones producto del desarrollo y finalización del proyecto.

CAPÍTULO I. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

I.1 ANTECEDENTES

GIROS es un Sistema de Comunicación Social con gran experiencia y prestigio en la rama de las Telecomunicaciones, tiene presencia en diversas comunidades del país, mismas que se ven beneficiadas por los servicios que ofrece, los cuales se muestran en el siguiente esquema:



Figura 1.1 Servicios que ofrece GIROS

Los servicios *integrales de comunicación* funcionan nacional e internacionalmente y se encargan de la transmisión de mensajes vía la red de oficinas y agencias de telégrafos ya sea de manera física: se imprimen, se ensobretan y se entregan a domicilio, o bien se transmiten documentos de cualquier tipo a través de fax, otros servicios que se ofrecen son telegramas por internet, teléfono y envíos de grandes volúmenes de mensajes dentro de la República Mexicana para las empresas (telegramas a grandes usuarios).

Los servicios *financieros básicos*, se refieren a los giros de dinero de manera electrónica a cualquier punto de la República Mexicana y desde Estados Unidos y Canadá, dentro de estos servicios también se cuenta con dinero en minutos, el cual permite la transferencia de fondos desde cualquier parte del mundo hacia la República Mexicana a través de la red de oficinas. Mediante este servicio el dinero está disponible minutos después de haber sido enviado. Para las empresas se tiene el servicio de pago a través de giro telegráfico (envío de grandes volúmenes de dinero para pago de nóminas, pensiones, etc.) y cobro a través de giro telegráfico (cobro de servicios como luz, teléfono, agua potable, impuestos entre otros) y la comercialización de productos servicios de terceros.

Las *comunicaciones móviles* prestan servicios de transmisión satelital de voz y datos por medio de equipos móviles.

Telefonía Satelital instala, opera y da mantenimiento a teléfonos rurales satelitales en zonas

accidentadas orográficamente.

El *telepuerto de comunicación* es un servicio dirigido a productores de programas de TV, es unidireccional de señales de audio y video asociado vía satélite.

El *servicio marítimo* se encarga de recibir llamadas de auxilio y emergencia dentro de las 200 millas del mar patrimonial mexicano.

Actualmente, GIROS enfrenta el problema de no contar con una estrategia efectiva para la distribución de dinero a través de su red de oficinas, lo que le ha significado grandes pérdidas económicas, además de la no satisfacción de sus clientes, esto se debe principalmente a que no tiene implementado ningún sistema de inventario en sus oficinas y las decisiones se toman con base en la experiencia del personal a cargo. Debido a esto, busca una solución aplicable a cada entidad donde tiene presencia, sin embargo, al analizarse la situación, GIROS llegó a la conclusión de que ciertas entidades son más complicadas de resolver por su territorio, extensión y geografía pues se dificulta considerablemente el acceso a las oficinas y en algunas ocasiones no puede llegarse a ellas por carretera; Oaxaca se encuentra en ese caso, por lo que se decidió implantar una solución en este estado y posteriormente poder aplicarla a las demás entidades, confiando en que así se obtendría la mejor respuesta a su problema.



Figura 1.2. Presencia de GIROS en la República Mexicana.

Fuente: Información otorgada por la empresa

I.2 SITUACIÓN ACTUAL

Los elementos que interactúan en el proceso de distribución de efectivo de GIROS son: La Gerencia Estatal, las concentradoras, las oficinas de GIROS, la empresa trasladadora de valores, y las localidades demandantes de servicio, la figura 1.3 representa la situación actual de GIROS.

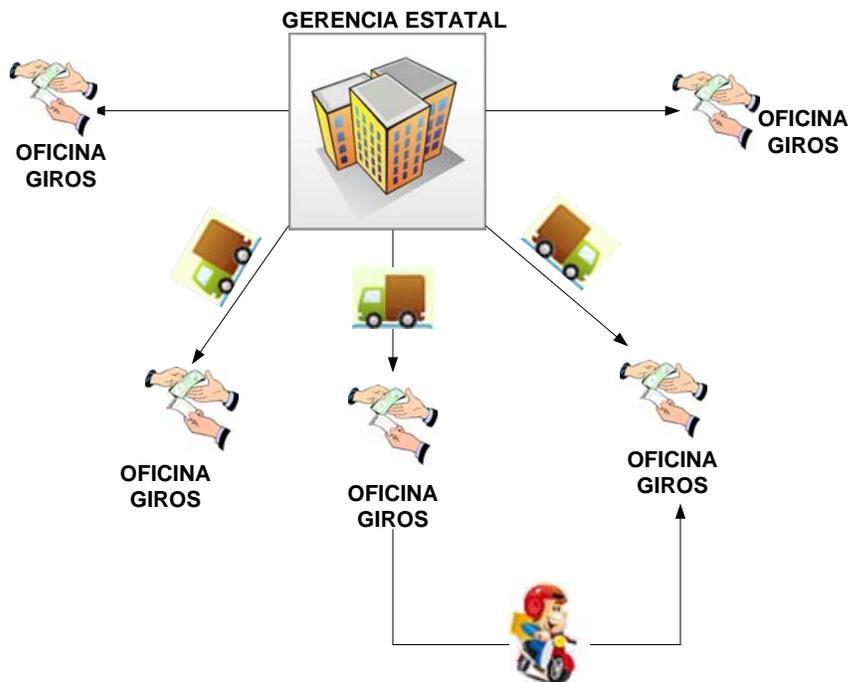


Figura 1.3. Situación actual de la distribución de GIROS

En la capital del Estado (Oaxaca), se encuentra la Gerencia Estatal, misma que controla a las oficinas de GIROS que se distribuyen a lo largo y ancho de la entidad, de tal manera que se trata de cubrir a las localidades de Oaxaca demandantes del servicio, sin embargo, debido a que no se realizó un estudio previo sobre la mejor ubicación de las oficinas y no se contempló el crecimiento de la población se ha generado un problema de falta de recursos para la satisfacción del cliente, sobre todo en lo que se refiere a las transferencias de dinero en efectivo.

La Gerencia Estatal, abastece de efectivo a las oficinas, cuando éstas se quedan sin recursos mediante una empresa trasladadora de valores; sin embargo, el tiempo de traslado en Oaxaca puede ser de horas o incluso de días debido a las condiciones orográficas y geográficas del estado, lo cual no resulta nada benéfico para GIROS sobre todo si no se toma una decisión adecuada sobre la cantidad de dinero a mandar y cada cuándo mandar el efectivo, ya que además de no poder cubrir la demanda momentáneamente, el costo de traslado puede llegar a ser muy alto pues este depende del lugar al que se lleve y de la cantidad que se mande, de tomar una mala decisión es muy posible que GIROS deba gastar continuamente en llevar recursos a las oficinas, lo cual implica pérdidas.

Otra característica del sistema actual es que, por acuerdo con la Gerencia Estatal, la trasladadora de valores no puede realizar traslados entre oficinas, únicamente puede entrar y salir de la Gerencia Estatal con efectivo, para los traslados entre oficinas se utiliza un mensajero, lo cual representa un problema de seguridad ya que pueden ser víctimas de un asalto, lo anterior implica pérdidas para GIROS y un riesgo para las personas involucradas.

Cabe señalar, que hasta el momento no se ha realizado un análisis estadístico sobre las demandas de cada una de las oficinas por lo que no pueden prever las cantidades de efectivo necesarias para cubrir las necesidades de los clientes en el momento adecuado.

I.3 PROBLEMÁTICA

Debido a la escasa organización de GIROS, esta empresa muestra:

1. Falta de estructura en la organización de sus oficinas
2. Decisiones centralizadas en la Gerencia Estatal
3. Grandes pérdidas económicas
4. Decisiones basadas en juicios personales, debido a la falta de una planeación de operaciones
5. Soluciones aisladas a los problemas de abastecimiento de recursos

Para comenzar a darle solución a esta problemática, fue necesario establecer como base una nueva estructura a la organización de sus oficinas para poder así distribuir de mejor manera los recursos monetarios y descentralizar las decisiones de la Gerencia Estatal, esta nueva organización es el resultado de un trabajo previo¹ y se muestra en la figura 1.4.

¹ Martínez Lagunas, Carolina (2009). *Reorganización de la cobertura de oficinas en un sistema de comunicación social*. Tesis Maestría de Ingeniería. FI. UNAM.

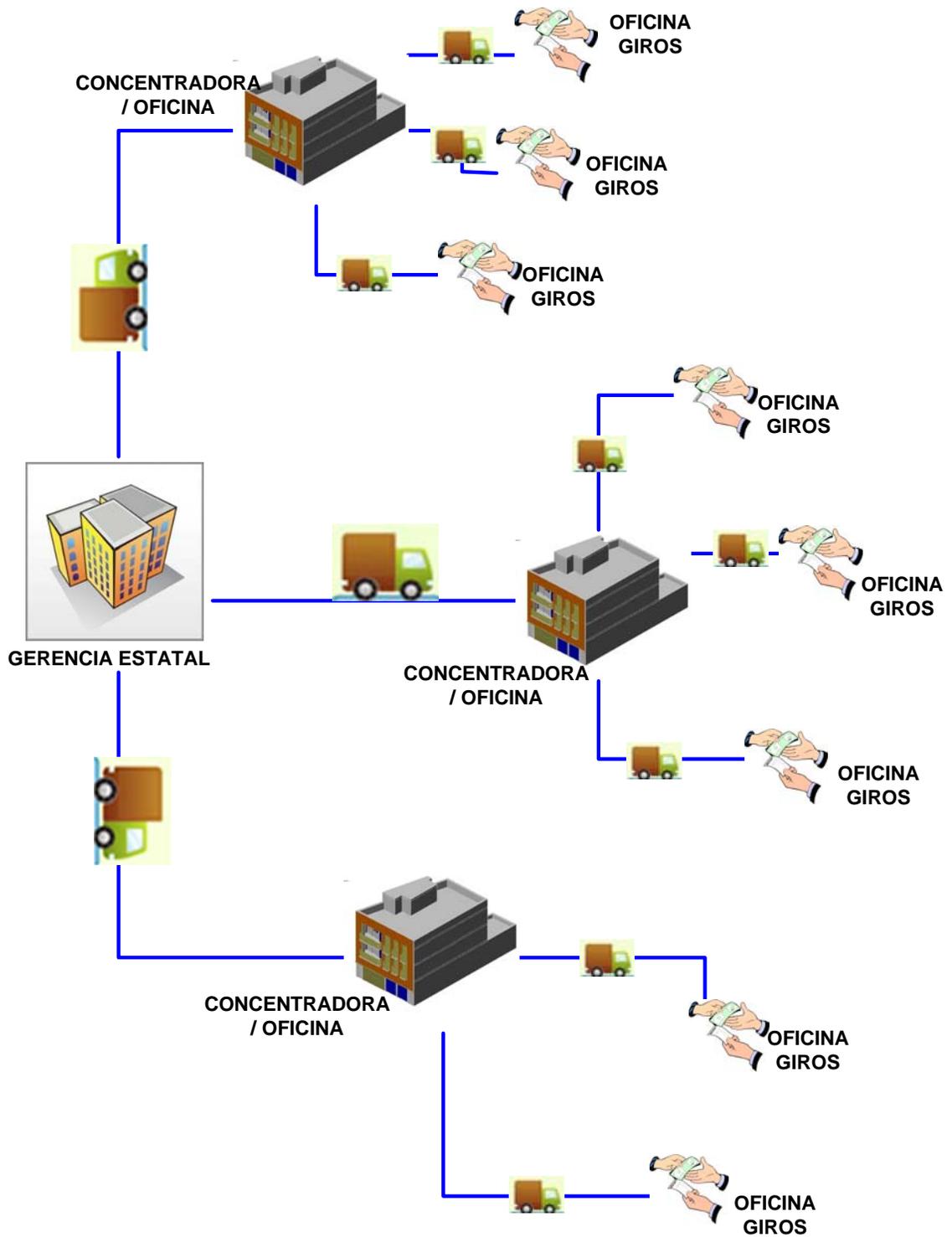


Figura 1.4. Nueva estructura general del sistema GIROS

Con base en la organización mostrada anteriormente, las concentradoras coordinarán el abastecimiento de efectivo a las oficinas que se encuentren a su cargo. Para que una oficina pueda fungir como concentradora tiene como requisito tener cerca una entidad bancaria que tenga contrato con GIROS para poder abastecer de efectivo a las oficinas que así lo requieran. Esto se hará con previa autorización de la Gerencia Estatal y el reabastecimiento se realizará mediante trasladadora de valores.

En caso de que exista un excedente importante de dinero en alguna de las oficinas y que ésta no tenga la capacidad de manejar, será canalizado a la concentradora misma que decidirá si guardarlo en sus instalaciones o depositarlo en el banco. Por otro lado, si se necesitara más efectivo de aquél con el que se cuenta, la concentradora pedirá la autorización pertinente a la Gerencia Estatal para poder obtenerlo de la unidad bancaria correspondiente y mandarlo a la oficina que lo requiera. Cabe mencionar que con el manejo adecuado del inventario se busca que estas situaciones sean poco frecuentes ya que se tendrá un mejor control sobre las cantidades que deben mandarse en el momento adecuado.

En caso de ser necesario, las oficinas podrán trasladar efectivo entre ellas mediante un mensajero, siempre y cuando la cantidad trasladada sea menor o igual a \$10,000. Debido a que las oficinas se encontrarán relativamente cerca habrá menor riesgo de asalto por tratarse de una cantidad baja y no recorrer grandes distancias, evidentemente esta actividad se tendrá que realizar a discreción y con un personal debidamente seleccionado.

I.4 PROBLEMA CONCRETO A RESOLVER

GIROS no cuenta con ningún tipo de sistema de inventarios, lo cual hace difícil la distribución de efectivo hacia sus oficinas, generando grandes pérdidas económicas y la no satisfacción de sus clientes, esto debido a que las decisiones de cuánto y cuándo mandar se basan únicamente en la experiencia personal de los encargados de las oficinas.

¿Por qué es importante resolver el problema?

Al resolver el problema, se dejarán de tomar decisiones sólo por juicios personales aislados, ya que se contará con una estrategia basada en elementos de la investigación de operaciones para todas las oficinas de GIROS.

Con una política de inventarios adecuada se tendrán varias ventajas, entre las que destacan:

T Mejorar el servicio al cliente:

Ya que el inventario proporcionará cierta disponibilidad del servicio (en este caso de efectivo) que el cliente solicita y del cual puede tener altas expectativas de existencia pues generalmente lo requieren para uso inmediato, de esta manera puede mantener la preferencia del servicio e incluso aumentar la clientela.

T Reducir costos:

En este caso, los costos de transportación son los que se reducirán al enviar las cantidades adecuadas de efectivo lo cual requerirá menor manipulación del mismo, y evitará viajes innecesarios.

Evidentemente, la planeación del inventario no elimina por completo las fluctuaciones en los niveles de existencia del producto o servicio, ya que en este caso, la demanda es una variable aleatoria que puede generar resultados no esperados, sin embargo, sí las reduce de manera importante. Ahora bien, la administración del inventario constante implica otras condiciones, por ejemplo, contar con la información necesaria para el control de la demanda, la cooperación de la dirección de la empresa y de los encargados de cada oficina de GIROS para poder tener objetivos comunes, el que se den estas condiciones salen del alcance de este trabajo que se limita a establecer la política de inventarios más adecuada según las condiciones del problema.

I.5 OBJETIVO

Determinar una política de inventario para el manejo de flujo de efectivo de las oficinas de GIROS del Estado de Oaxaca, de forma que se determine cuánto y cuándo mandar recursos económicos basándose en demandas semanales y en la ruta más adecuada para la trasladadora de valores, estableciendo los costos para tal actividad, mismos que deberán ser los menores de los obtenidos en las posibles soluciones.

Una vez definida la situación actual de GIROS, el problema que en concreto se pretende resolver y los beneficios de hacerlo, se establecerán las bases teóricas para lograr el objetivo, lo cual se desarrolla en el siguiente capítulo.

CAPÍTULO II. INSTRUMENTOS DE ANÁLISIS

Los elementos teóricos que se presentan en este capítulo, darán las bases para encontrar la solución al problema que GIROS presenta en cuanto a la falta de un sistema de inventarios que le ayude a mejorar el sistema de distribución de recursos.

II.1 ELEMENTOS TEÓRICOS

Los pronósticos pueden proporcionar una buena estimación de la demanda futura de cierto producto y para el establecimiento de un sistema de inventarios, es muy importante, ya que esto permite al encargado de la toma de decisiones prever el momento de reabastecimiento, así como la cantidad que se debe mandar para satisfacer las necesidades de los clientes, es por ello que se comienza estableciendo las bases teóricas de los pronósticos y las series de tiempo.

2.1.1 Series de tiempo y pronósticos

Una serie temporal o de tiempo es una secuencia de valores observados a lo largo del tiempo, y por tanto ordenados cronológicamente, el estudio de estas series temporales tienen su principal aplicación en los pronósticos, es decir, en la estimación de valores futuros de la variable en función del comportamiento pasado de la serie.

Existen cuatro elementos básicos de un patrón encontrados en las series de tiempo:

1. ***Patrón horizontal:*** Se da cuando no existe tendencia alguna en los datos, en estadística esto se conoce como estacionaridad, es decir, una serie es estacionaria si la variable de predicción no tiende a aumentar o disminuir a través del tiempo de ninguna manera sistemática, por lo tanto, es igualmente probable que el siguiente valor de la serie se encuentre arriba o abajo del valor medio.

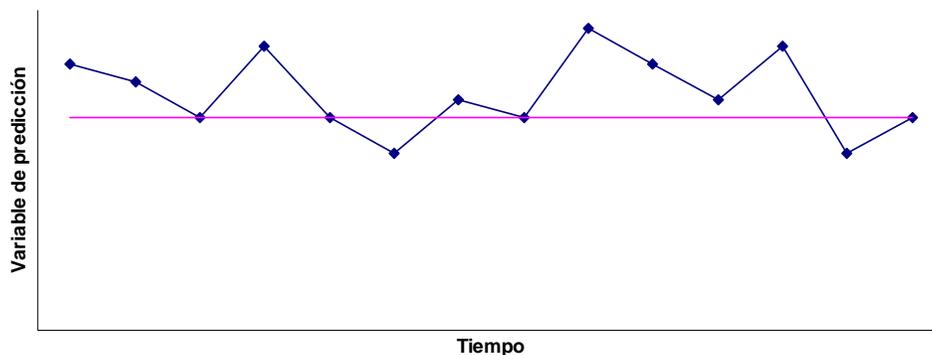


Fig. 2.1. Patrón horizontal

Técnicas de pronóstico para datos estacionarios: Promedio simple, promedios móviles, modelos ARMA (*autoregressive moving average*) y ARIMA (*autoregressive integrated moving average*) también conocidos como modelos Box-Jenkins.

2. ***Patrón estacional:*** Se presenta cuando una serie fluctúa de acuerdo con un factor estacional. Las estaciones pueden ser meses, horas del día, días de la semana, etc. Los patrones estacionales pueden darse por muchas razones, una de las más comunes es el clima.

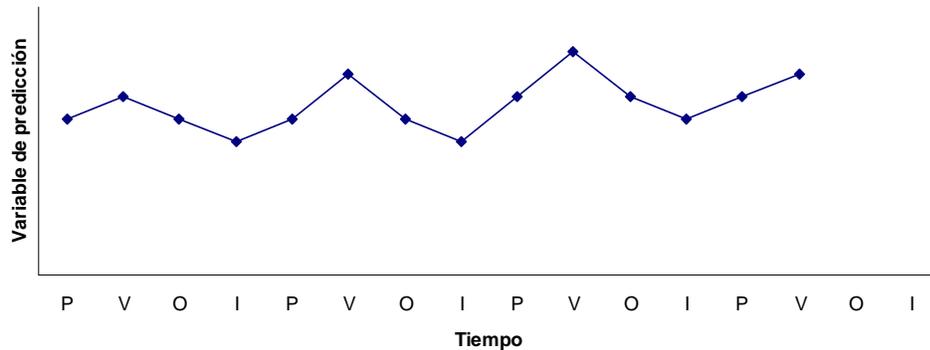


Fig. 2.2. Patrón estacional

Técnicas de pronóstico para datos estacionales: Suavizamiento exponencial de Winter, regresión múltiple y ARIMA.

3. ***Patrón cíclico:*** Es semejante al estacional pero la duración de un ciclo es generalmente mayor a un año, este patrón es difícil de pronosticar ya que no se repite a intervalos constantes de tiempo y su duración no es uniforme.

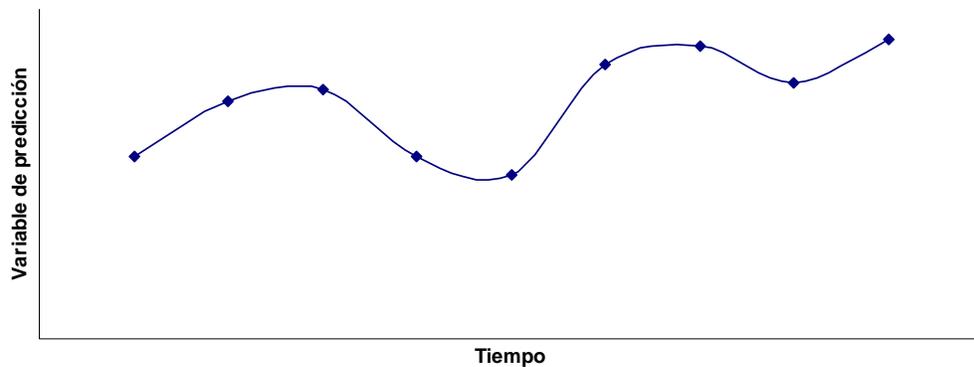


Fig. 2.3. Patrón cíclico

Técnicas de pronóstico para datos cíclicos: Modelos de indicadores económicos econométricos, de regresión múltiple y ARIMA.

4. ***Patrón tendencial:*** Se da cuando existe un aumento o disminución general del valor de la variable a lo largo del tiempo.

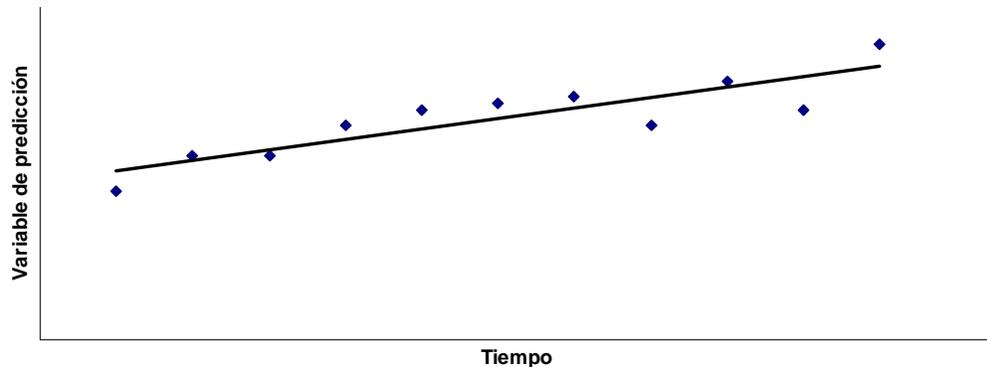


Fig. 2.4. Patrón tendencial

Técnicas de pronóstico para datos tendenciales: Promedios móviles, suavizamiento exponencial con tendencia, regresión simple y ARIMA.

Es posible que existan algunos otros patrones en serie de datos, sin embargo, los cuatro patrones anteriores son los más comunes.

¿Cómo elegir un método de pronóstico?

La principal consideración para elegir un método de pronóstico es que los resultados que éste genere, deberán facilitar el proceso de toma de decisiones, ahora bien, la mayoría de los procedimientos formales hacen la suposición de que los datos históricos tienen el mismo comportamiento que los valores futuros, a menos que se indique explícitamente algún otro caso.

Con base a lo anterior, pueden identificarse 5 pasos en el proceso de pronósticos:

1. ***Formulación del problema y recolección de datos:*** En esta etapa, los datos relevantes deberán estar disponibles y ser correctos, es decir, deberán ser representativos de lo que está sucediendo en la realidad con la variable que queremos predecir, esta tarea es más difícil de lo que parece, ya que en muchas ocasiones la información no está registrada debidamente.
2. ***Manipulación y limpieza de datos:*** Esta etapa es necesaria ya que se encuentran en muchas ocasiones desordenada o en un formato que no es adecuado para su análisis, lo cual implica cierto esfuerzo para poder utilizar procedimientos de pronóstico adecuadamente.
3. ***Construcción y evaluación del modelo:*** Una vez recolectados y adecuados los datos, se debe elegir el método de pronóstico apropiado, de tal manera que el error del mismo sea mínimo. En esta etapa deben considerarse que el método de pronóstico debe ser lo más preciso posible, pero también debe evaluarse su facilidad de uso para quienes lo utilizarán en la toma de decisiones.

Al elegir una técnica de pronóstico, es necesario considerar los siguientes factores:

- T** El periodo (corto, mediano o largo plazo)
- T** El patrón de los datos
- T** El costo computacional del pronóstico
- T** La exactitud deseada
- T** La disponibilidad de la información
- T** La facilidad de operar y entender el método del pronóstico

4. **Aplicación del modelo:** Es la estimación de los valores futuros con base en los históricos, con la ayuda del método de pronóstico seleccionado.
5. **Evaluación del pronóstico:** Una vez obtenidos los pronósticos, es conveniente validarlos con los valores reales más recientes de los datos históricos, se examinan los errores y se determina si se considera un buen pronóstico o se cambia el método para mejorarlo. Debe tomarse en cuenta que los errores de pronóstico son inevitables pero que su funcionalidad es muy amplia en la toma de decisiones.

Medición de la exactitud de los métodos cuantitativos de predicción

La exactitud es uno de los factores que más influyen para elegir el método de pronóstico. La exactitud más importante es la de las predicciones futuras, es decir, el grado de ajuste de un modelo a los datos históricos disponibles es de poco valor.

El error puede definirse como la diferencia entre el valor real y lo que se ha pronosticado. Puede representarse como:

$$e_i = X_i - F_i$$

donde:

e_i es el error del periodo de tiempo i

X_i es el valor real en el periodo i

F_i es el valor pronosticado en el periodo i

A continuación se resumen las ecuaciones que representan las medidas de exactitud:

1. Error medio

$$ME = \frac{\sum_{i=1}^n e_i}{n}$$

donde n es el número de datos

2. Desviación absoluta media

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^n |e_i|}{n}$$

3. Error cuadrado medio

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{n}$$

4. Desviación típica de los errores

$$SDE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{n-1}}$$

5. Error porcentual

$$PE_i = \frac{X_i - F_i}{X_i} \times 100$$

6. Error porcentual medio

$$MPE = \frac{\sum_{i=1}^n PE_i}{n}$$

7. Error porcentual absoluto medio

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n |PE_i|}{n}$$

La desviación absoluta media y el error cuadrado medio son los más utilizados. El MAD es útil cuando se quiere medir el error de pronóstico en las mismas unidades que la serie original, mientras que el MSE penaliza los errores grandes de pronóstico al elevar el término del error al cuadrado, sin embargo, es preferible una técnica que produce errores moderados a una que, en general, tiene errores pequeños pero en ocasiones produce unos muy grandes.

Es de esperarse que una técnica de pronóstico adecuada produzca errores relativamente pequeños persistentemente. Las medidas de exactitud mencionadas anteriormente pueden ser utilizadas para comparar la precisión de dos o más técnicas diferentes para así encontrar la óptima, sabiendo que será confiable.

A continuación se explican brevemente algunas posibles técnicas de pronóstico aplicables a la

solución del problema que plantea este trabajo.

Promedio

Este método utiliza todos los datos en la serie de tiempo y simplemente promedia estos puntos. Entonces, el pronóstico de lo que será el siguiente punto es

$$\text{Pronóstico} = \text{promedio de todos los datos a la fecha}$$

Este método da mejores resultados cuando las condiciones permanecen iguales para toda la serie de tiempo, es decir, adecuado para una serie de tiempo muy estable donde los primeros valores se consideran significativos para pronosticar el siguiente valor.

Promedios móviles

Este método ya no utiliza los datos antiguos que pudieran ya no ser relevantes, utiliza los datos de los periodos más recientes.

n = número de periodos más recientes que se consideran significativos para pronosticar el siguiente periodo

Entonces, el pronóstico para el siguiente periodo es:

$$\text{Pronóstico} = \text{promedio de los últimos } n \text{ valores}$$

Los pronósticos por promedios móviles son efectivos en una serie de tiempo que fluctúa respecto a un nivel base constante. Formalmente, los pronósticos promedio móvil funcionan mejor si:

$$x_t = b + \epsilon_t$$

donde b es el nivel base para la serie y ϵ_t es la variación aleatoria en el periodo t respecto al nivel base. Este método es pobre para en situaciones donde se presente una tendencia o estacionaridad.

Suavizamiento Exponencial

Si una serie fluctúa respecto a un nivel base, puede utilizarse esta técnica, este método supone que la serie temporal no tiene tendencia pero el nivel (o media) de la serie puede modificarse con el tiempo.

Este método le da mayor ponderación al último valor de la serie de tiempo y luego, progresivamente, pesos menores a los valores más antiguos, pero no utiliza un promedio ponderado.

El procedimiento de suavizamiento exponencial simple, inicia con el cálculo de una estimación

inicial e_0 del nivel (o media) de la serie en el periodo $t = 0$. Una vez calculado este valor inicial se utiliza la siguiente ecuación de suavización:

$$e_T = \alpha y_T + (1 - \alpha) e_{T-1}$$

donde e_T es el pronóstico, y_T es el último valor en el período T y e_{T-1} es el pronóstico anterior. α es una constante entre 0 y 1 (grado de proporción que se le da a los datos más recientes) y se conoce como constante de suavizamiento. La selección de este valor es relevante para el pronóstico, un valor muy pequeño como $\alpha = 0.1$ es apropiado si las condiciones son relativamente estables y se necesita un valor mayor como $\alpha = 0.3$ si a menudo ocurren cambios en tales condiciones.

Evidentemente se busca que el error sea mínimo, esto se logra con la selección adecuada de α , es decir, deben probarse varios valores de α y establecer el que genere el mínimo error.

Suavizamiento exponencial con tendencia

Este método ajusta el suavizamiento exponencial tomando en cuenta la tendencia actual y luego proyectándola al futuro para encontrar el siguiente valor de la serie de tiempo, es decir, este método utiliza los valores recientes de la serie de tiempo para encontrar cualquier tendencia ya sea por arriba o por abajo en esos valores. Una tendencia hacia arriba o abajo tiende a continuar por un número considerable de periodos.

Supongamos la siguiente serie de tiempo.

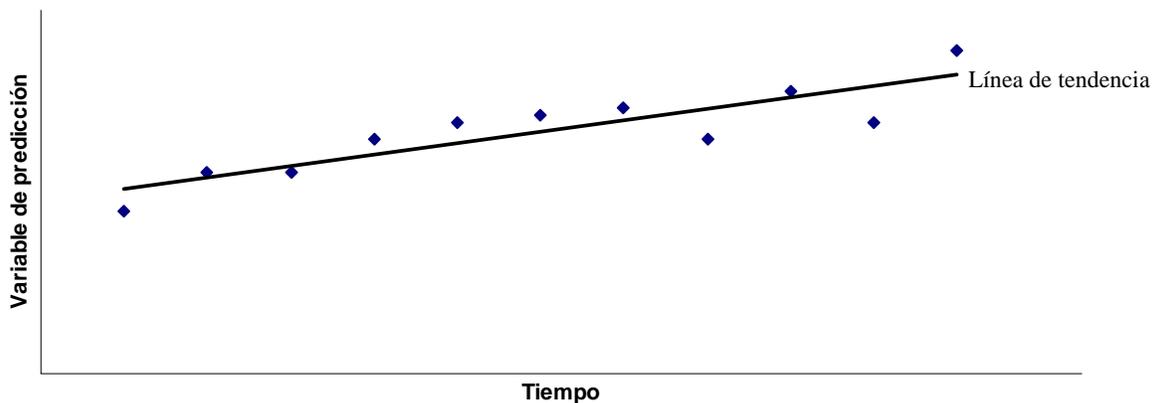


Fig. 2.5. Suavizamiento exponencial con tendencia

Puede observarse que existe una tendencia básica con valores hacia arriba y hacia abajo, sin embargo, si se estima la pendiente actual de la línea de tendencia y ajustando el pronóstico para tomar en cuenta esta pendiente pueden obtenerse buenas aproximaciones con errores de exactitud mínimos, esta es la idea del suavizado exponencial con tendencia.

La tendencia se define como:

Tendencia= cambio promedio de un valor de una de las series de tiempo al siguiente si continúa el patrón actual

y el pronóstico como:

$$\text{Pronóstico} = \alpha (\text{último valor}) + (1 - \alpha)(\text{último pronóstico}) + \text{tendencia estimada}$$

donde

El suavizado exponencial también se usa para obtener y actualizar la tendencia estimada cada vez de la siguiente manera:

$$\text{Tendencia estimada} = \beta (\text{última tendencia}) + (1 - \beta) (\text{última estimación de la tendencia})$$

donde β es la constante de suavizado de la tendencia que también tiene valores entre 0 y 1. *La última tendencia* se refiere a la tendencia basada en los últimos dos valores en la serie de tiempo y los dos últimos pronósticos. Su fórmula es:

$$\text{Última tendencia} = \alpha (\text{último valor} - \text{penúltimo valor}) + (1 - \alpha) (\text{último pronóstico} - \text{penúltimo pronóstico})$$

Las consideraciones que se necesitan para elegir a β son las mismas que para elegir a α , un valor grande responde mejor a cambios recientes en la tendencia, mientras que un valor pequeño utiliza más datos de forma significativa para estimar la tendencia.

Para comenzar a utilizar este método es necesario hacer dos estimaciones iniciales:

1. El valor promedio de la serie de tiempo siempre y cuando las condiciones justo antes de comenzar el pronóstico se mantienen sin cambio y sin tendencia
2. La tendencia inicial de la serie de tiempo antes de comenzar el pronóstico

Entonces para el primer periodo se tiene:

Primer pronóstico= estimación inicial del valor promedio + estimación inicial de la tendencia

El segundo pronóstico se obtiene con las expresiones anteriores, donde la *estimación inicial de la tendencia* se usa como la *última estimación de la tendencia* en la expresión de la *tendencia estimada* y la *estimación inicial del valor promedio* se usa como el *penúltimo valor* y como el *penúltimo pronóstico* en la fórmula para la última tendencia.

Este método es adecuado para una serie de tiempo donde la media de la distribución tiene una tendencia hacia arriba o abajo, siempre y cuando estos cambios se produzcan ocasional y gradualmente.

El método anteriormente expuesto está enfocado a pronosticar lo que pasará en el siguiente periodo

(por ejemplo un trimestre), para pronosticar para n periodos el suavizado exponencial con tendencia tiene la siguiente expresión:

Pronóstico para n periodos a partir de ahora = "(último valor) + (1- " (último pronóstico) + n (tendencia estimada)

Método aditivo de Holt-Winters

Este método se usa para series temporales con tendencia lineal, tasa de crecimiento constante y variación estacional constante. Las ecuaciones de suavización proporcionan la estimación en el periodo T del nivel (e_T), la estimación de la tasa de crecimiento (b_T), y la estimación del factor estacional de la serie temporal (sn_T), el factor estacional de cualquier periodo de un año (trimestre, un mes, etc.) mide cómo se compone ese periodo con el promedio global de un año completo.

$$sn_T = \frac{\text{promedio para el periodo}}{\text{promedio global}}$$

$$e_T = \alpha (y_T - sn_{T-1}) + (1 - \alpha) (e_{T-1} + b_{T-1})$$

$$b_T = \gamma (e_T - e_{T-1}) + (1 - \gamma) b_{T-1}$$

$$sn_T = \delta (y_T - e_{T-1}) + (1 - \delta) sn_{T-1}$$

donde α , γ , y δ son constantes de suavización entre 0 y 1 que indican el grado de proporción que se le da a los datos más recientes, e_{T-1} y b_{T-1} son las estimaciones en el periodo $T-1$ del nivel y la tasa de crecimiento, y sn_{T-1} es la estimación en el periodo $T-1$ del factor estacional. Se utiliza Holt-Winters aditivo para series como la siguiente:

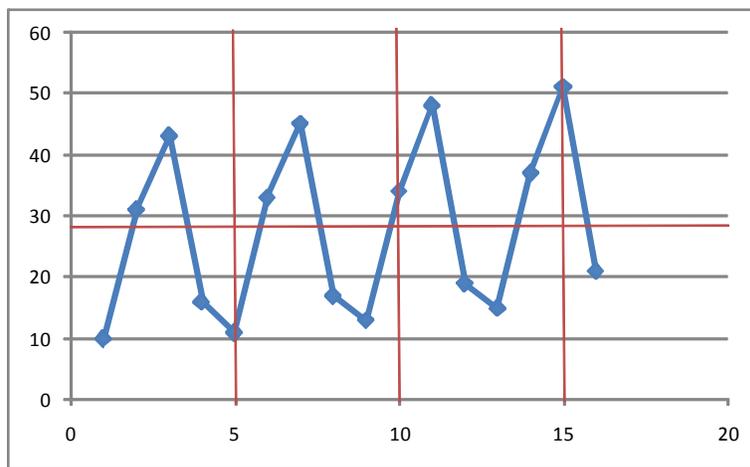


Fig. 2.6. Serie de tiempo adecuada para aplicar método Holt-Winters aditivo

Método multiplicativo de Holt-Winters

Este método es adecuado cuando una serie temporal muestra tendencia lineal y patrón estacional para el cual el nivel, la tasa de crecimiento y el patrón estacional podrían ser cambiantes y no fijos.

Las ecuaciones de suavización son:

$$e_T = \alpha \left(\frac{y_T}{sn_{T-L}} \right) + (1 - \alpha)(e_{T-1} + b_{T-1})$$

$$b_T = \gamma(e_T - e_{T-1}) + (1 - \gamma)b_{T-1}$$

$$sn_T = \delta \left(\frac{y_T}{e_T} \right) + (1 - \delta)sn_{T-L}$$

donde α , γ , y δ son constantes de suavización entre 0 y 1, e_{T-1} y b_{T-1} son las estimaciones en el periodo $T-1$ del nivel y la tasa de crecimiento, y sn_{T-L} es la estimación en el periodo $T-1$ del factor estacional.

sn_{T-L} es la estimación "más reciente" del factor estacional para la estación que corresponde al periodo T . En este caso, L denota la cantidad de estaciones en un año ($L = 12$ para datos mensuales, y $L = 4$ para datos trimestrales), por consiguiente, $T - L$ denota el periodo que ocurre un año antes del periodo T .

Se utiliza Holt-Winters multiplicativo para series como la siguiente:

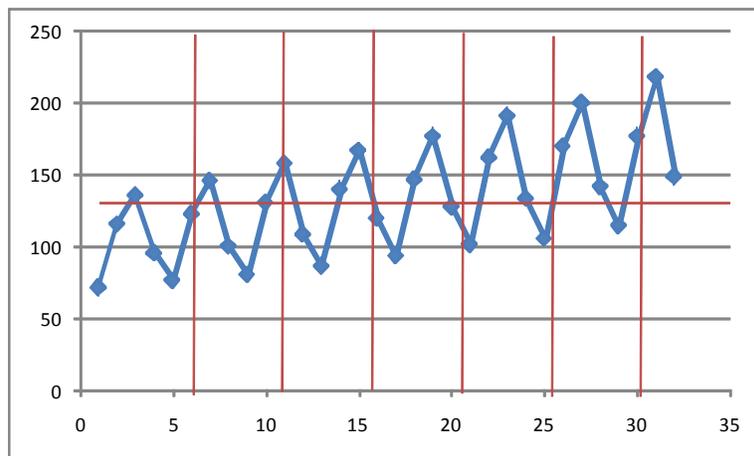


Fig. 2.7. Serie de tiempo adecuada para aplicar método Holt-Winters multiplicativo

Modelos Box-Jenkins

Este enfoque fue propuesto por Box y Jenkins en 1970 y formalizado en 1976 por ellos mismos, su idea fundamental radica en la manera en la que proponen la construcción de los modelos ya que el modelo debe desarrollarse para los datos en sí, a diferencia de los métodos tradicionales de pronóstico que únicamente buscan el mejor ajuste a los datos a los modelos ya establecidos.

Esta metodología consta de un procedimiento iterativo de cuatro pasos:

1. Identificación. Se utilizan datos históricos para identificar un modelo apropiado tentativo, el cual puede ser:

MA: Promedios móviles

AR: Modelo autorregresivo

ARMA: Modelo de promedios móviles autorregresivo

ARIMA: Modelo autorregresivo con promedios móviles integrados

2. Estimación. Se utilizan los datos históricos para estimar los parámetros del modelo identificado tentativamente.
3. Comprobación del diagnóstico. Se verifica que el modelo identificado sea adecuado, de no ser así, se recomienda un modelo mejorado, de ser así, se considerará a este último como el nuevo modelo tentativo.
4. Pronóstico. Una vez comprobado el modelo, se utiliza para pronosticar valores futuros de los datos.

Como se mencionó anteriormente, el modelo es específico para los datos que se están manejando, por lo tanto, esta metodología es complicada puesto que maneja varios conceptos estadísticos, así como técnicas de estimación no lineal para cada uno de los parámetros de los modelos.

2.1.2 Teoría de Inventarios

La teoría de inventarios se plantea ya que es la que fundamentalmente dará la solución al problema mediante el establecimiento de un sistema de inventarios para GIROS en el Edo. de Oaxaca, de esta manera GIROS tendrá un mejor control de sus recursos y tendrá elementos para determinar la manera de distribuirlos y reducir las pérdidas económicas que le significaban esta tarea.

Un inventario consiste en una cantidad de recursos utilizable, de tipo físico que están inactivos, que tienen un valor económico y que funciona como un sistema regulador de la oferta y la demanda.

“La teoría de inventario trata de la determinación de los procedimientos óptimos de adquisición de existencias de artículos para satisfacer la demanda futura”.¹

La teoría de inventarios tiene como finalidad responder a: ¿Qué cantidad de artículos deben pedirse? y ¿Cuándo deben pedirse? esto tiene sentido, ya que el tener artículos disponibles puede costar al año entre 20 y 40% de su valor, por lo cual su administración y control cobran un gran sentido económico para la empresa.

La administración de inventarios consta de los siguientes pasos:

1. Formular un *modelo matemático* que describe el comportamiento del sistema de inventarios
2. Buscar una *política óptima* de inventarios respecto a ese modelo
3. Usar un *sistema de procesamiento de información* para mantener un registro de los niveles de inventario actuales
4. Usar este registro de niveles actuales de inventario y aplicar la política de inventario óptimo para indicar cuánto y cuándo reabastecer el inventario.

El estudio de Inventarios es muy amplio, debido a la gran cantidad de casos que pueden existir, por lo que fue necesario analizar las condiciones del problema a resolver de acuerdo al modo en que actualmente opera GIROS para desarrollar los elementos teóricos adecuados.

Componentes básicos

1. Número de artículos: Puede manejarse como un artículo o como varios.
2. Demanda: Estocástica o probabilística, es decir, no se conoce con certeza.
3. Oferta: Estocástica.
4. Horizonte de planeación: Infinito. Ya que se considera que la decisión se repite.
5. Estructura de costos: Convexa ya que posee un mínimo relativo.

¹ Martín K. Starr y David W. Miller. Control de Inventarios. Teoría y práctica. Edit. Diana, México, 1975.

Componentes operacionales

1. Política de revisión: Periódica de preferencia.
2. Cantidad a ordenar: Variable.
3. Tiempo de entrega: Determinístico.

Con base en lo anterior, los modelos a considerar son los siguientes:

- Modelo del punto de reorden con demanda incierta
- Modelo de revisión periódica con demanda incierta

Modelo del punto de reorden con demanda incierta

Este modelo supone que la demanda es perpetua, es decir, que la vida de venta del producto sea lo suficientemente larga como para considerarla infinita. Cuando el inventario se reduce hasta un punto en el cual el nivel de inventario sea menor o igual que cierta cantidad llamada punto de reorden (nivel de inventario que determina el momento de realizar un pedido), se coloca un pedido de cantidad Q^* en el punto de suministro para reponer el inventario. Este modelo ofrece un control preciso sobre cada artículo, sin embargo, puede tener algunas desventajas económicas, como por ejemplo: que al solicitar cada artículo en un momento diferente se pierde la oportunidad de provechar la producción, transportación o economías de compra conjunta lo cual tiende a disminuir costos. Administrativamente requiere de un monitoreo constante de los niveles de inventario.

Modelo de revisión periódica con demanda incierta

En este modelo, los niveles de inventario pueden revisarse al mismo tiempo, lo cual es una ventaja cuando se trata de varios artículos, dado que pueden solicitarse juntos y así minimizar costo de transporte. Este modelo puede dar como resultado más inventario pues algunos artículos tendrán más demanda que otros y deberán satisfacerse todas al mismo tiempo, sin embargo, los costos administrativos se ven reducidos, algunas ventajas de este modelo sobre el del punto de reorden:

- Se revisa el nivel de inventario en una fecha determinada, esto se realiza sobre una base de conteos cíclicos, en los cuales se inspecciona diaria o semanalmente.
- Se puede realizar una orden conjunta para varios artículos desde el mismo origen, lo cual implica ahorros significativos en el transporte al solicitar artículos al mismo tiempo.

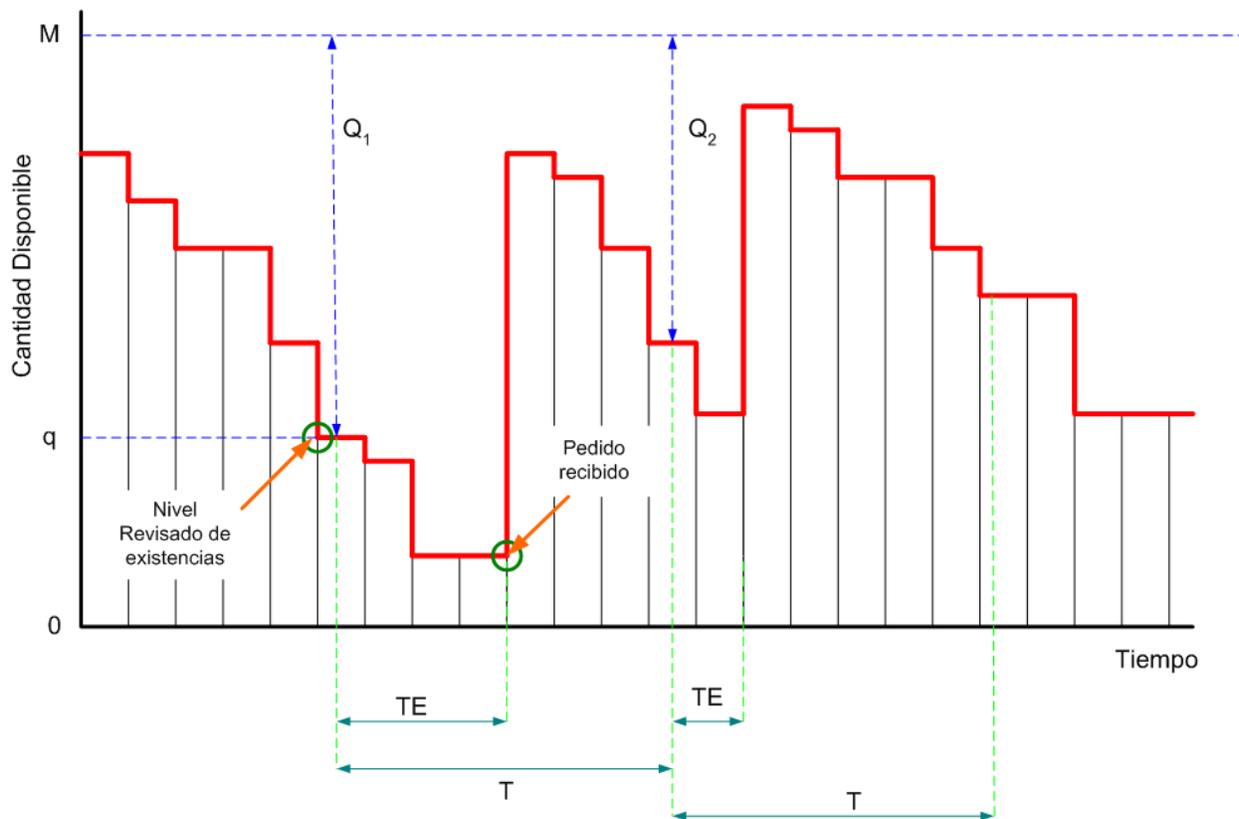
Debido a la naturaleza del problema descrita anteriormente y a la estructura organizacional de la cual se parte, se eligió el modelo de revisión periódica, ya que cada una de las oficinas de GIROS estará a cargo de una concentradora, lo más conveniente es poder revisar el nivel de inventario en un determinado momento en todas las oficinas y así poder determinar qué cantidad de efectivo deberá solicitarse para poder ahorrar en el transporte, cabe señalar que una revisión continua del inventario es difícil dadas las condiciones administrativas de las oficinas pues no existe un sistema automatizado para tal actividad.

Ahora bien, se analizará el problema desde dos enfoques para determinar cuál es el mejor en cuanto a costo, ya que este es el objetivo fundamental del problema: reducir costos. Estos enfoques son:

- *Control de artículo único:* En este enfoque debe considerarse a cada oficina como independiente, es decir, se encontrará la cantidad a ordenar y cada cuánto tiempo se reabastecerá de recursos independientemente del comportamiento de las demás oficinas que pertenezcan a su red.
- *Pedidos Conjuntos:* Cada oficina debe considerarse como un artículo, es decir, se unificará el tiempo de revisión de nivel de inventario y dependiendo de la demanda que cada oficina maneje, se determinará la cantidad a ordenar para la misma.

Control de artículo único

Este modelo de revisión periódica debe protegerse de las variaciones de las demandas durante el intervalo de pedido y el tiempo de entrega, debido a esto su formulación es más compleja que la del modelo de punto de reorden, el modo de operar de este modelo se muestra en la siguiente figura:



M = Nivel máximo

TE = Tiempo de entrega

q = Cantidad disponible

$M - q$ = Cantidad de reaprovisionamiento

T = Periodo de revisión

Fig 2.8. Control de inventario de revisión periódica para un artículo

Esto quiere decir, que el nivel de inventario se revisa cada determinado tiempo (T), la cantidad a ordenar (Q^*) es la diferencia entre una cantidad máxima (M) y la cantidad disponible en el momento de la revisión, por lo tanto, los parámetros que deben encontrarse son T y M .

Una buena aproximación para el intervalo de revisión óptima se obtiene a partir del modelo de control básico de inventario, Esto es:

$$Q = \sqrt{\frac{2DS}{IC}}$$

Donde:

$Q \triangle$ Tamaño de pedido para reaprovisionar el inventario

$D \triangle$ Demanda $\left[\frac{\text{artículos}}{\text{unidad de tiempo}} \right]$

$S \triangle$ Costo fijo independiente de la demanda [\$]

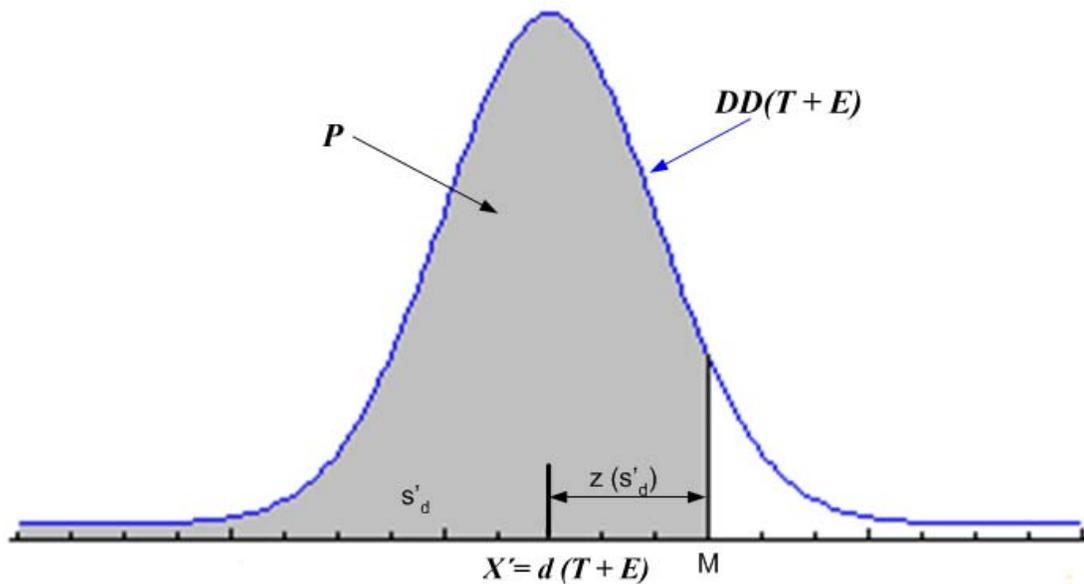
$C \triangle$ Costo del artículo $\left[\frac{\$}{\text{artículo}} \right]$

$I \triangle$ Tasa de interés $\left[\frac{\%}{\text{unidad de tiempo}} \right]$

Mientras que el periodo de revisión es:

$$T = \frac{Q}{D}$$

Posteriormente se construye la distribución de la demanda (DD) en intervalos de un pedido (T) sumado a cierto tiempo de entrega (TE), es decir, $DD(T + TE)$ como se muestra en la siguiente figura.



Fig

2.9. Distribución de la demanda $(T+TE)$ para inventarios de revisión periódica

El punto en el cual la probabilidad de que haya falta de existencias durante un período de protección $(1 - P)$ es igual al área bajo la curva de distribución normal, es el punto de nivel máximo (M) , y el cual puede calcularse como:

$$M = d(T + TE) + z(s'_d)$$

donde $d(T + TE)$ es el punto medio de la distribución de la demanda $DD(T + TE)$, d es la tasa promedio de la demanda en un intervalo de tiempo, y s'_d es la desviación estándar de la distribución de la demanda y se calcula como:

$$s'_d = s_d \sqrt{T + TE}$$

donde se conoce el tiempo de entrega.

Costo pertinente total

Este costo es útil para poder comparar las alternativas de solución en la política de inventarios. El costo total se expresa como:

Costo total = Costo por pedir + Costo de manejo de existencias regulares + Costo de existencias de seguridad + Costo por falta de existencias

$$CT = \frac{D}{Q}S + IC \frac{Q}{2} + ICz s'_d + \frac{D}{Q}k s'_d E(z)$$

donde k es el costo por unidad por falta de existencias

$s'_d E(z)$ representa el número esperado de unidades agotadas durante un ciclo de pedido (indica incertidumbre en el modelo)

$E(z)$ es la unidad normal de pérdida integral cuyos valores se encuentran tabulados como función de la desviación normal z (indica incertidumbre en el modelo)

$\frac{D}{Q}$ es el número de ciclos de pedido por periodo, generalmente un año.

Costo de por pedir. Es el costo fijo en el que se incurre por realizar un pedido, independientemente del tamaño del pedido.

Costo de manejo de existencias regulares o costo por mantener el inventario. También se conoce como costo de almacenamiento, es proporcional al nivel (o cantidad) de inventario disponible en un punto del tiempo. Este costo puede subdividirse en cuatro clases:

- Costo del espacio físico para almacenar.
- Costos de servicio de inventario: Impuestos y seguros.
- Costos de riesgo de inventario: Roturas, deterioros y obsolescencia.
- Costos de capital: Costo de oportunidad de una inversión alternativa.

El costo de capital es el más importante y difícil de calcular, se obtiene a partir de medidas como la tasa interna de rendimiento, el rendimiento de los activos y la tasa de interés mínima atractiva.

Costo de existencias de seguridad. Es el costo que se genera por tener existencia de reserva para garantizar en lo posible la satisfacción de la demanda.

Costo por falta de existencias. Es el costo debido a no tener los artículos disponibles cuando se requieren.

Nivel de servicio

Es una probabilidad de la capacidad de cumplimiento (tener el artículo disponible en el momento y la cantidad deseada) a partir del stock actual. Se define como:

$$\text{Nivel de servicio} = \frac{\text{No. de unidades agotadas anualmente}}{\text{Demanda anual total}}$$

que expresada matemáticamente se vuelve:

$$SL = 1 - \frac{s'_d(E(z))}{Q}$$

Nivel promedio de inventario

El nivel promedio de inventario es el total de las existencias regulares más las existencias de seguridad, es decir,

$$A|L = \frac{Q}{2} + z(s'_d)$$

El término z es el número de desviaciones estándar desde la media de la distribución de la demanda, la cual nos da la probabilidad deseada de tener existencias durante el tiempo de entrega y se encuentra en una tabla de distribución normal.

Pedidos Conjuntos

Este modelo se utiliza cuando se pueden pedir múltiples artículos al mismo tiempo y el mismo pedido, lo cual puede generar ganancias económicas. Esta política de inventario de pedido conjunto implica determinar un tiempo de revisión común para todos los artículos pedidos conjuntamente tomando en cuenta el costo común de pedido (O), el costo fijo independiente de la demanda (S_i) de cada artículo, la tasa de interés (I), el costo de cada artículo (C_i) y la demanda de cada artículo (D_i) para posteriormente encontrar el nivel máximo de cada artículo (M).

El periodo de revisión común para artículos que se piden de manera conjunta es:

$$T = \sqrt{\frac{2\left(O + \sum_i S_i\right)}{I \sum_i C_i D_i}}$$

donde:

O Δ Costo común de pedido

i Δ Subíndice de un artículo en particular

El nivel máximo para cada artículo es:

$$M_i = d_i(T + TE) + z_i(s'_d)_i$$

Costo pertinente total

Costo total = Costo por pedir + Costo de manejo de existencias regulares + Costo de manejo de existencias de seguridad + stock de falta de existencias

$$CT = \frac{O + \sum_i S_i}{T} + \frac{TI \sum_i C_i D_i}{2} + I \sum_i C_i z_i (s'_d)_i + \frac{1}{T} \sum_i k_i (s'_d)_i (E(z))_i$$

El nivel de servicio y el nivel promedio de inventario se calculan de igual manera que para control de artículo único, ya que estos dos parámetros seguirán siendo por artículo aunque se utilicen pedidos conjuntos.

2.1.3 Sistemas de Información Geográfica

El uso de un SIG ayudará en la determinación de las mejores rutas (de las concentradoras hacia las oficinas) para el modelo de inventarios de pedidos conjuntos, ya que de esta manera se busca reducir costos de transporte, haciendo un solo viaje de cada una de las concentradoras para abastecer de recursos a las oficinas a su cargo, de no hacerlo con un SIG debería hacerse midiendo físicamente las distancias de cada concentradora a cada una de las oficinas lo cual implica un trabajo de campo y realizar un análisis de redes. El uso de un SIG reduce significativamente el proceso anterior.

Un Sistema de Información Geográfica (SIG o GIS, en su acrónimo inglés) es una integración organizada de hardware, software, datos geográficos y personal, diseñado para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar la información geográfica referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión.

Los SIG están compuestos de varias herramientas multipropósito (Bases de Datos, información geográfica, herramientas de análisis, etc.) lo cual hace que su aplicación no sea exclusiva de un solo campo profesional, sin embargo, cuando se trata de planificación y resolución de problemas socioeconómicos o ambientales los SIG son sumamente utilizados ya que simplifican algunas tareas de manipulación de datos que anteriormente se realizaban manualmente con numerosos errores, hoy en día estas tareas están automatizadas gracias a los SIG, ahorrando esfuerzo y sobre todo tiempo.



Fig 2.10. Componentes de un SIG

Fuente: Presentación “Introducción a los SIG”. Universidad de Córdoba Montería

La organización de un SIG es una estructura de capas de información temática donde el usuario puede seleccionar de manera libre lo que le sea de utilidad.

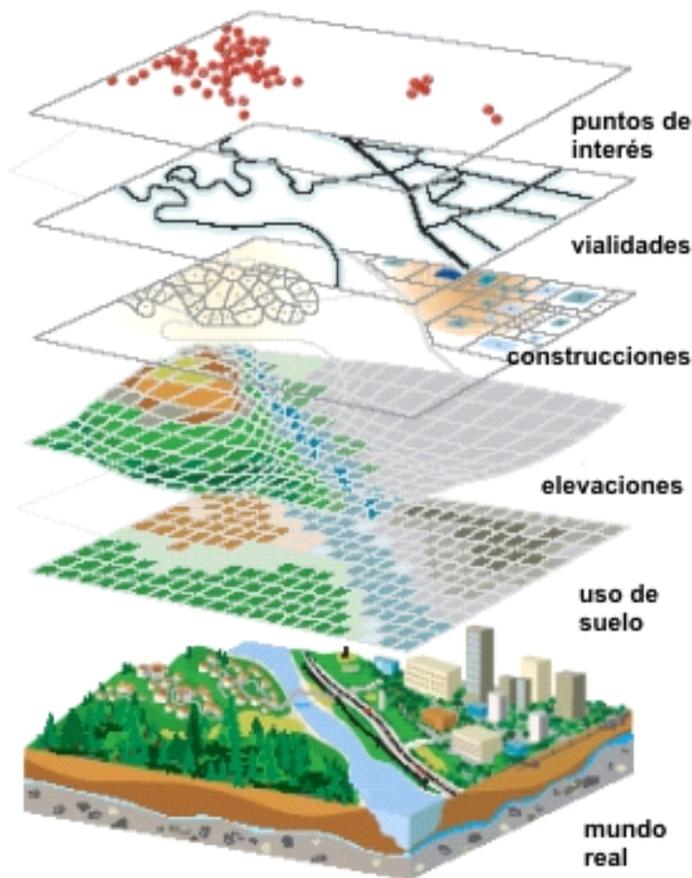


Fig 2.11. Organización de un SIG

Fuente: Presentación “Introducción a los SIG”. Universidad de Córdoba Montería

Un Sistema de Información geográfica almacena dos tipos de datos:

- Información espacial: Proporciona la ubicación exacta de los elementos en el espacio.
- Información temática: Proporciona los atributos de los elementos geográficos.

Estos datos, contenidos en una Base de Datos son utilizados para representar el mundo real y con los procedimientos adecuados se tiene la capacidad de realizar simulaciones de ciertas situaciones de tal manera que se puedan analizar haciendo gráficas, consultas, etc. para posteriormente obtener conclusiones que lleven a la resolución de un problema o bien se explique un determinado fenómeno.

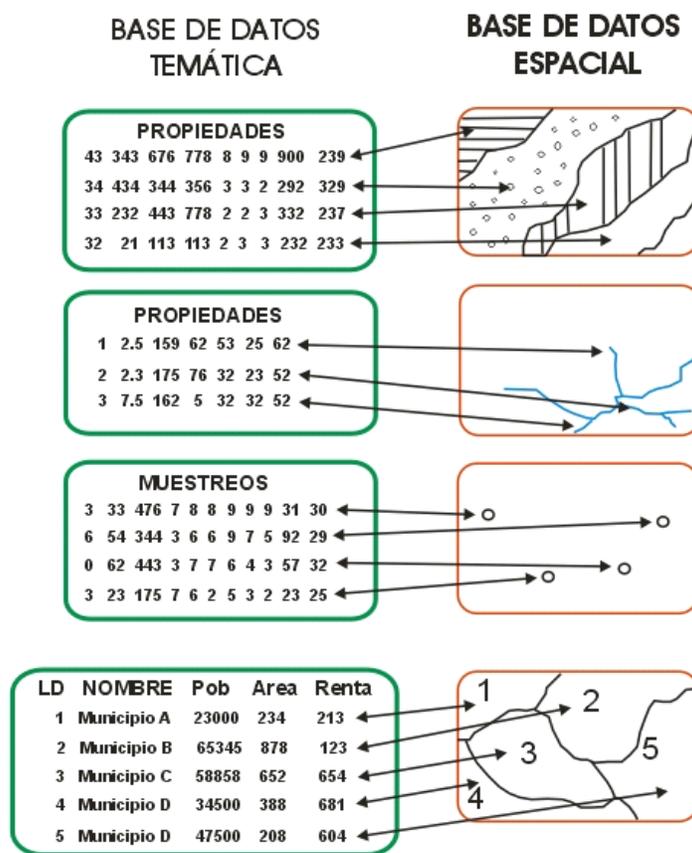


Fig 2.12. Funcionamiento de un SIG

Fuente: Presentación “Introducción a los SIG”. Universidad de Córdoba Montería

La manipulación de los SIG es complicada, sin embargo, una vez que se define el objetivo del problema pueden realizarse los siguientes procesos:

- Álgebra de mapas
- Búsquedas estructuradas
- Consulta espacial mediante entidades gráficas
- Análisis espacial:
 - < Longitud, perímetro y área
 - < Estadística espacial (análisis de distribuciones y variaciones espaciales)
 - < Operaciones con objetos vectoriales
 - < Áreas búfer (áreas de influencia, radio o distancia)
 - < Polígonos de Thiessen (proximidad de puntos, distancias medias)
 - < Análisis de áreas de influencia y sobreposición
 - < Representaciones gráficas como salida

Principales aplicaciones de los SIG

Algunos ejemplos de campos en los cuáles han sido de mucha utilidad son:

- T** Medio ambiente y recursos naturales
 - , Aplicaciones forestales
 - , Cambios en los usos de suelo
 - , Estudios de impacto ambiental
 - , Localización de vertederos

- T** Transporte
 - , Mantenimiento y conservación de infraestructuras de transporte
 - , Trazado de infraestructuras lineales
 - , Impacto territorial de nuevas infraestructuras
 - , Sistemas de localización para automóviles

- T** Protección civil: riesgos, desastres, catástrofes
- T** Análisis de mercados
- T** Planificación urbana
- T** Marketing

Como puede verse, las aplicaciones son variadas es por ello que la solicitud de los SIG ha crecido en las empresas. Los SIG combinan información espacial y atributos de cada uno de los elementos implicados eso sin mencionar que los resultados pueden ser mostrados gráficamente lo cual lo hace sumamente atractivo para quienes se encargan de tomar las decisiones importantes que impliquen alguna de las aplicaciones antes mencionadas.

En general, un SIG puede responder a varios tipos de problemáticas como son:

Localización. Es posible realizar una consulta en la que se relaciona información cartográfica con los atributos que ésta tiene y que se encuentran en la base de datos. La pregunta que puede responderse en este caso es ¿qué hay en...?

Condición. Es la facultad del sistema de poder indicar dónde se cumplen ciertas condiciones que han sido especificadas en él con anterioridad. La pregunta a responder en este caso es ¿dónde sucede que...?

Tendencias. Es una comparación entre situaciones temporales distintas, lo que supone trabajar con varios mapas. La pregunta en este caso es ¿qué ha cambiado?

Rutas. Es posible calcular el camino óptimo (el más corto, el más rápido o el menos costoso) entre dos puntos a través de una red. Aquí la pregunta que puede responderse es ¿cuál es el camino óptimo?

Pautas. Es la capacidad del sistema para detectar ciertas regularidades espaciales (por ejemplo, patrones de distribución de un fenómeno en un lugar determinado). ¿Qué pautas existen...? es la pregunta que puede resolverse.

Modelos. Es posible generar un modelo para simular el efecto que producirían ciertos fenómenos en el mundo real antes de que ocurran. La pregunta es ¿qué ocurriría si...?

Todas las cuestiones anteriores son de gran interés y ayuda en actividades de planificación y gestión.

Existen diferentes tipos de SIG, entre los cuales se encuentran:

- ' ArcGis
- ' GvSIG
- ' MapMaker
- ' GRASS
- ' TNT Lite

los más utilizados son los de ESRI (*Environmental Systems Research Institute*) que actualmente cuenta con el ArcGis 9.0 que integra ArcView, Arc Editor y ArcInfo, algunas de las ventajas son:

- T** Tiene una interface más “sencilla” de manejar
- T** Tiene la posibilidad de programar en lenguajes estándar como Visual Basic
- T** Se integra fácilmente con los gestores de Bases de Datos como Oracle y SQL Server

Algunas desventajas:

- ,
- El número de objetos, propiedades, métodos, etc. es enorme y no es fácil la comprensión de todo el sistema.
- ,
- La licencia de uso es muy costosa, aproximadamente \$200,000.

Sin embargo, aunque ArcGis es el SIG más actual, existen versiones anteriores que tienen características y funciones que los hacen sumamente útiles para resolver múltiples problemas, es el caso de ArcView 3.0, el cual será utilizado para resolver parte del problema planteado este trabajo.

Arcview 3.0

ArcView es un SIG desarrollado por ESRI, permite acceder, desplegar, consultar, analizar, modificar e imprimir datos geográficos. Posee un lenguaje de programación orientado a Objetos llamado Avenue, el cual al ser de código abierto brinda la posibilidad al usuario de desarrollar aplicaciones de acuerdo a sus requerimientos, además ArcView cuenta con módulos opcionales como:

- La generación de simbología para mapas temáticos y sus respectivos reportes
- La capacidad de soporte para edición robusta de vectores (calcula la topología en el momento de usar los datos)

- La utilización de archivos DWG y DXF de AutoCAD y DGN de Microstation
- La facultad de análisis de redes (como rutas óptimas, áreas de servicio)
- La facultad de análisis de percepción remota
- La facultad de análisis espacial
- La georreferenciación y digitalización de mapas

La principal aplicación que se utilizará de ArcView es el análisis de redes, específicamente para encontrar rutas óptimas, para ello se utiliza la herramienta llamada *Network Analyst*, y el algoritmo que utiliza es el de Bellman - Ford en el cual se basa el conocido algoritmo de Dijkstra, con la diferencia de que este último no acepta valores negativos en los arcos.

El algoritmo de Bellman - Ford soluciona el problema de ruta mínima desde un nodo origen a todos los demás nodos iterando en el número de saltos (h), es decir, calcula la distancia de un nodo (aquel para el cual se aplica el algoritmo) a los demás nodos sin dar ningún salto, luego dando uno, y así sucesivamente hasta terminar el algoritmo y encontrar la mejor ruta. En una notación matemática puede expresarse como:

- ' Ir aumentando el número de saltos permitidos

Si no hay canal directo: $C_{ij} = \infty$

D_i^h : Distancia del camino del nodo i al destino (1) con un máximo de h saltos

$$D_1^h = 0, \forall h$$

- ' Buscar: $D_i^h = \min_{j \in N(i)} [C_{ij} + D_j^{h-1}]$

$N(i)$: Lista de nodos de canal directo desde (*backward*) / hasta (*forward*) el nodo i

- ' Comienza cuando: $D_i^0 = \infty; \forall i \neq 1$

- ' Acaba si: $D_i^h = D_i^{h-1}, \forall i$

II.2 METODOLOGÍA

La metodología seguida para el presente estudio se muestra en la siguiente figura:

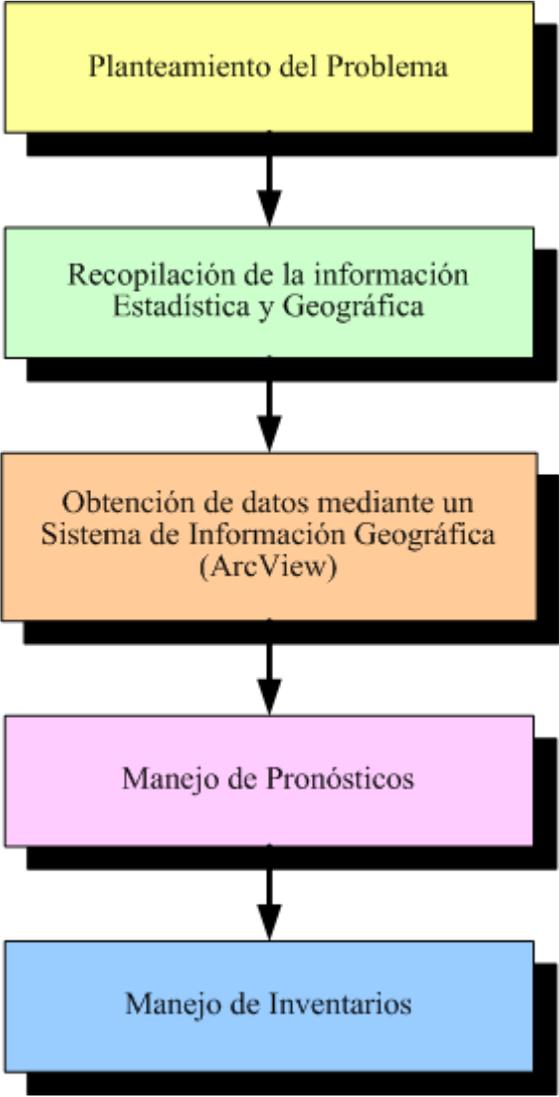


Fig 2.13. Metodología

2.2.1 Planteamiento del problema

El problema se planteó como que GIROS no contaba con un sistema de inventarios por lo que no podía establecer adecuadamente cuánto mandar a sus oficinas y cada cuándo mandarlo.

GIROS estableció al Edo. de Oaxaca como Estado de prueba, ya que éste tiene una geografía accidentada y por ello es uno de los estados más difíciles de administrar. Si la solución resultaba adecuada, entonces la llevaría a los demás Estados de la República Mexicana.

2.2.2 Recopilación de la información Estadística y Geográfica

Una vez definido el problema era necesario recopilar cierta información, la cual se dividió básicamente en dos rubros: estadística y geográfica, dentro de la estadística, se requirió:

- ' Investigar el funcionamiento de las oficinas y de la organización en general
- ' Investigar la demanda semanal de cada una de ellas, el mayor de los registros históricos que pudieran proporcionar
- ' Investigar en qué municipios existía una entidad bancaria con convenio con GIROS y donde además tuvieran una oficina
- ' Investigar los costos fijados por la empresa trasladadora de valores
- ' Investigar las cuotas de riesgo por el traslado de valores
- ' Investigar horas y días en las cuales labora cada oficina
- ' Investigar estadísticas sobre asaltos a las oficinas y al personal de reparto

En cuanto a la información geográfica, fue necesario obtener:

- ' Mapa del Edo. de Oaxaca: con nombre de municipios, sus datos geográficos, etc.
- ' Mapa de las carreteras del Edo. de Oaxaca

Cabe mencionar que en este rubro, se trabajó con datos publicados del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) como nombre oficial de los municipios en el Edo de Oaxaca, su ubicación geográfica, mapas, etc. ya que así se garantizaría información oficial.

Una vez obtenida la información, se clasificó la que sería útil al propósito del problema, se le dio un formato adecuado para crear bases de datos que se ligarían con la información geográfica obtenida, el manejo de los mapas fue complicado ya que debían estar a la misma escala y en la misma proyección para poder trabajar con ellos.

2.2.3 Obtención de datos mediante un Sistema de Información Geográfica: (ArcView)

La información geográfica, una vez procesada se manejó en un Sistema de Información Geográfica, en este caso en ArcView. Éste nos sirvió para visualizar geográficamente las oficinas de GIROS y establecer las distancias en Km de cada una de las oficinas hacia las concentradoras, además las distancias entre oficinas de una misma subred, lo cual ayudó en el establecimiento de las rutas óptimas.

2.2.4 Manejo de Pronósticos

Con la información histórica de la demanda, se realizó un muestreo aleatorio para analizar los posibles métodos de pronóstico aplicables al caso, de esta manera se estableció el más adecuado y se obtuvo el pronóstico de la siguiente semana para cada una de las oficinas que conforma el sistema de GIROS, estos pronósticos se utilizaron en el manejo de inventarios.

2.2.5 Manejo de Inventarios, Planteamiento y Solución del Modelo

Una vez obtenidos los pronósticos para la siguiente semana de la demanda de cada una de las oficinas, y previa investigación, se desarrollaron dos modelos de inventarios:

- ' Modelo de revisión periódica con demanda incierta para artículo único.
- ' Modelo de revisión periódica con demanda incierta para pedidos conjuntos.

Cabe señalar que se manejó la demanda como estocástica en ambos casos, ya que en realidad no puede considerarse la demanda como constante a lo largo del tiempo pues ésta puede verse afectada por alguna temporada o por el día, por ejemplo los fines de semana se incrementa la demanda de recursos, así como en diciembre, una vez obtenida la política de inventario derivada de cada modelo, se establecieron costos del traslado de valores para cada uno de los dos modelos; en el de artículo único se consideró que la trasladadora saldría del municipio donde se encuentra la concentradora hacia cada una de las oficinas según el tiempo de reabastecimiento para cada una.

En el modelo inventarios para pedidos conjuntos, se estableció una ruta óptima para que la trasladadora de valores sólo hiciera un viaje y pasara por todas las oficinas de cada subred, ya que el tiempo de reabastecimiento es el mismo, de tal manera que pudiera mejorarse el costo de transporte obtenido con el modelo de artículo único. Esto último se logró con ayuda de las herramientas que ofrece ArcView.

En este capítulo se presentaron los elementos teóricos indispensables para poder resolver el problema, entre ellos, el manejo de series de tiempo, de inventarios y el funcionamiento básico de ArcGis para poder manipular adecuadamente la información geográfica necesaria, en el capítulo III se desarrolla la aplicación de estos elementos al problema en cuestión para llegar a una solución que lleve a cumplir el objetivo: Determinar una política de inventario para el manejo de flujo de efectivo de las oficinas de GIROS del Estado de Oaxaca, de forma que se determine cuánto y cuándo mandar recursos económicos basándose en demandas semanales y en la ruta más adecuada para la trasladadora de valores, estableciendo los costos para tal actividad, mismos que deberán ser los menores de los obtenidos en las posibles soluciones.

CAPÍTULO III. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

III.1 MANEJO DE LOS PRONÓSTICOS

3.1.1 Recolección y manipulación de los datos

GIROS proporcionó la información de la que disponía como: nombre de los municipios en los cuales tenía oficinas, demanda histórica de las oficinas de 20 semanas, costos de la trasladadora de valores, ubicación de entidades bancarias con contrato, etc. , sin embargo, esta información se encontraba desordenada y particionada, y su organización requirió un tiempo y esfuerzo significativos sobre todo porque internamente se maneja la información de una manera en la que la interpretación es muy específica y regional para el personal que labora en GIROS. Por ejemplo, los nombres de los municipios en los que se encuentran las oficinas no son los nombres oficiales que se manejan en INEGI (Instituto Nacional e Información Geográfica), por lo que para la localización geográfica tuvo que realizarse un cruce de información con la Base de Datos de esta institución para el Edo. de Oaxaca con los nombres proporcionados por GIROS, quedando parte de la información como sigue:

Nombre Oficial	Nombre de GIROS
SANTOS REYES NOPALA	SANTOS REYES NOPALA
HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO	EJUTLA DE CRESPO
SAN FRANCISCO TLALPANCINGO	TLAPANCINGO
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ	ZIMATLAN
VILLA SOLA DE VEGA	SOLA DE VEGA
TLACOLULA DE MATAMOROS	TLACOLULA
SILACAYOAPAM	SILACAYOPAM
CALIHUALA	CALIHUALA
SANTOS REYES TEPEJILLO	TEPEJILLO
SAN ILDEFONSO VILLA ALTA	VILLA ALTA
SANTIAGO CHOAPAM	CHOAPAN
TLACOTEPEC PLUMAS	TLACOTEPEC
SANTIAGO CHAZUMBA	SANTIAGO CHAZUMBA
VILLA TALEA DE CASTRO	TALEA
VILLA HIDALGO	VILLA HIDALGO
SAN PABLO VILLA DE MITLA	MITLA
SANTIAGO ZACATEPEC	ZACATEPEC MIXES
SANTIAGO TAMAZOLA	SANTIAGO TAMAZOLA

Tabla 3.1. Ejemplo de conversión de nombres ¹

Para realizar el cruce correspondiente, se tuvieron que hacer ajustes a ambas fuentes de información, como unificación de formatos, consultas de los municipios de interés, etc. para tal efecto se utilizaron herramientas de software como Access y Excel.

¹ Ver tabla A.1 del Anexo para consultar la tabla completa

Por otro lado, GIROS divide los servicios en los que requiere efectivo como servicios normales y financieros pero finalmente necesita dinero disponible para poder cubrirlos, por lo que se unificó esa información a una demanda total. La información proporcionada fue la correspondiente a 20 semanas y a partir de la cual se calcularon parámetros como la media y la desviación estándar.

OFICINA	Promedio	Desviación Estándar
SANTOS REYES NOPALA	26.935661	1.883271705
HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO	22.3865765	1.916360438
SAN FRANCISCO TLALPANCINGO	4.31115895	0.449201621
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ	22.8746901	2.650511542
VILLA SOLA DE VEGA	22.6719535	2.147123512
TLACOLULA DE MATAMOROS	19.8791305	3.084887783
SILACAYOAPAM	31.0439915	3.898249831
CALIHUALA	1.00809215	0.120599305
SANTOS REYES TEPEJILLO	3.1436924	0.266887267
SAN ILDEFONSO VILLA ALTA	21.9734735	1.701305358
SANTIAGO CHOAPAM	1.36485145	0.112000209
TLACOTEPEC PLUMAS	2.0736129	0.190259745
SANTIAGO CHAZUMBA	14.482743	1.17124131
VILLA TALEA DE CASTRO	3.2284841	0.391993115
VILLA HIDALGO	7.085243	0.968789704
SAN PABLO VILLA DE MITLA	9.6013755	1.468329558
SANTIAGO ZACATEPEC	1.25952605	0.128105438
SANTIAGO TAMAZOLA	23.549031	2.883983586

Tabla 3.2. Ejemplo de parámetros estadísticos de las demandas históricas en Unidades de Envío ²

Cabe señalar, que la unidad en la que se manejó la demanda se denominó Unidad de Envío (U.E.) Y equivale a 10,000 pesos mexicanos (\$10,000), esto debido a que es la menor cantidad de dinero que puede enviarse por trasladadora de valores, de esta manera, para el caso de Santos Reyes Nopala, su demanda de 26.93 U.E. es equivalente a \$269,300.

3.1.2 Método de pronóstico aplicable al caso

Una vez organizada la información, se debía decidir qué método de pronóstico era el más adecuado. Para ello, se hizo un comparativo con los métodos que según los datos del problema, podrían ser posibles: Promedios móviles, suavizamiento exponencial, suavizamiento exponencial con tendencia y Holt-Winters aditivo, el indicador para la exactitud fue el MSE (error cuadrático medio) que es una de las medidas de error mayormente utilizadas en pronósticos.

² Ver tablas A.2 del Anexo para consultar la tabla con las demandas históricas

Fue necesario obtener una muestra aleatoria de la población (las 60 oficinas de GIROS) para poder realizar el análisis de los métodos de pronóstico, se utilizó la siguiente expresión que proviene de un intervalo de confianza del 95% para población finita y variancia desconocida:

$$n = \frac{N S^2 Z_{\frac{\alpha}{2}}^2}{S^2 Z_{\frac{\alpha}{2}}^2 + N E^2 - E^2}$$

donde:

N Δ Tamaño de la población

S^2 Δ Variancia de la variable aleatoria

$Z_{\frac{\alpha}{2}}$ Δ Valor de la distribución normal estándar para un nivel de confianza del 95%

E Δ Error (diferencia máxima entre el valor promedio y los valores observados)

Los datos para el cálculo son:

$$\begin{aligned} N &= 60 \\ S^2 &= (2.9821)^2 \\ Z_{0.025} &= 1.96 \\ E &= 0.6 \end{aligned}$$

Por lo que el tamaño de la muestra es:

$$\begin{aligned} n &= \frac{60 (2.9821)^2 (1.96)^2}{(2.9821)^2 (1.96)^2 + 60 (0.6)^2 - (0.6)^2} \\ &= 36.9976 \approx 37 \end{aligned}$$

Una vez obtenido el tamaño de la muestra, debía definirse un mecanismo de muestreo aleatorio para lo cual se numeraron las oficinas y posteriormente se generaron números aleatorios entre 1 y 60, una vez seleccionadas, se aplicaron los métodos de pronósticos a dichas oficinas con la ayuda de WinQSB obteniendo una tabla comparativa misma que se muestra a continuación:

Municipio	Técnica utilizada	N	α	β	γ	Valor Pronosticado	MAD	MSE
TLACOLLULA DE MATAMOROS	Promedios Móviles	6				19.1922	2.2038	7.5125
	Suavizamiento exponencial		0.13			19.3231	2.6116	11.0925
	Suavizamiento exponencial con tendencia		0.02	1		18.4571	2.6333	9.7737
	Holt - Winters aditivo		0.02	1	0	18.4571	2.6333	9.7737
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN	Promedios Móviles	3				31.1618	4.2889	27.737
	Suavizamiento exponencial		0			31.5927	3.7728	22.7941
	Suavizamiento exponencial con tendencia		0	0		31.5927	3.7728	22.7941
	Holt - Winters aditivo		0	0	0	31.5927	3.7728	22.7941
SANTIAGO JUXTLAHUACA	Promedios Móviles	3				34.6072	3.3793	19.9943
	Suavizamiento exponencial		0.5			33.6098	3.7496	22.6077
	Suavizamiento exponencial con tendencia		0.5	0		33.6098	3.7496	22.6077
	Holt - Winters aditivo		0.21	0	0.37	33.6264	3.751	22.6075
SILACAYOPAM	Promedios Móviles	3				30.8652	3.4746	19.5505
	Suavizamiento exponencial		0.39			31.2948	3.3414	15.5086
	Suavizamiento exponencial con tendencia		0.39	0		31.2948	3.3414	15.5086
	Holt - Winters aditivo		0.17	0	0.27	31.3149	3.3417	15.5086
SAN JUAN TEPOSCOLULA	Promedios Móviles	3				55.55	5.7202	48.1787
	Suavizamiento exponencial		0.27			53.4198	5.286	44.3657
	Suavizamiento exponencial con tendencia		0.23	0.05		54.8294	5.4587	43.6621
	Holt - Winters aditivo		0.05	0.25	0.19	54.909	5.4731	43.6576

Tabla 3.3. Ejemplo de tabla comparativa de métodos de pronóstico³

En la tabla pueden observarse las siguientes variables:

N es el número de periodos más recientes que se consideran significativos para pronosticar el siguiente periodo (se utiliza en promedios móviles)

α , β y γ son constantes de suavizamiento, entre 0 y 1, que se eligen al minimizar el error MSE (error cuadrático medio), α se utiliza para el suavizamiento exponencial, α y β para el suavizamiento exponencial con tendencia y α , β y γ para el método de Holt-Winters aditivo.

El valor pronosticado, es el valor resultante al aplicar el método de pronóstico correspondiente

MAD es otra medida de error denominado desviación absoluta media, sin embargo, se elige el método de pronóstico con base en el MSE por ser uno de los más utilizados en la práctica y que tienen gran posibilidad de ser acertados.

³ Ver tablas A.3 del Anexo para consultar la tabla comparativa completa

Los resultados de este comparativo, pueden resumirse de la siguiente manera:

- El método de promedios móviles arrojó el menor MSE en 12 de los 37 casos.
- El método de suavizamiento exponencial compartió el mismo MSE con suavizamiento exponencial con tendencia y Holt-Winters en 8 casos
- El método de suavizamiento exponencial con tendencia fue mejor en 21 casos, de los cuales 11 los comparte con Holt-Winters y 8 con suavizamiento exponencial y Holt-Winters
- Holt-Winters es mejor en 24 casos, de los cuales 11 tienen el mismo MSE que el suavizamiento exponencial con tendencia

Como puede observarse, los mejores métodos son suavizamiento exponencial con tendencia y aún mejor el método de Holt-Winters aditivo al obtener el menor MSE en la mayoría de los casos, sin embargo, debido al costo computacional de éste último en cuanto al tiempo de respuesta, la decisión fue trabajar con suavizamiento exponencial con tendencia ya que arroja el MSE igual o muy parecido al método de Holt-Winters. Por ejemplo para el caso de Santiago Juchitahuaca el método de suavizamiento exponencial dió un MSE de 22.6077, mientras que con Holt-Winters fue de 20.6075, puede observarse que la diferencia es muy pequeña y esto pasa en muchos de los resultados obtenidos en la muestra.

3.1.3 Presentación de resultados de los pronósticos

El método de suavizamiento exponencial con tendencia, ofrece varias ventajas, entre ellas la facilidad de uso y comprensión. Una vez aplicado este método a los datos históricos de cada una de las oficinas de GIROS, se obtuvieron los siguientes resultados:

Oficina	Pronóstico: semana 21	Oficina	Pronóstico: semana 21
SANTOS REYES NOPALA	26.44136	OAXACA DE JUÁREZ	127.026
HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO	22.35806	SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL	20.9678
SAN FRANCISCO TLALPANCINGO	4.257844	HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN	31.5927
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ	24.54361	SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC	47.8601
VILLA SOLA DE VEGA	22.6974	ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN	23.24138
TLACOLULA DE MATAMOROS	18.4571	HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO	48.6063
SILACAYOAPAM	31.2948	SAN JUAN JUQUILA MIXES	23.59652
CALIHUALA	0.9904	JUCHITÁN DE ZARAGOZA	14.003
SANTOS REYES TEPEJILLO	3.1196	SANTIAGO JUXTLAHUACA	33.6098
SAN ILDEFONSO VILLA ALTA	22.3934	SALINA CRUZ	24.85861
SANTIAGO CHOAPAM	1.3378	SAN PEDRO TAPANATEPEC	15.59559
TLACOTEPEC PLUMAS	2.1524	MATÍAS ROMERO AVENDAÑO	33.41586
SANTIAGO CHAZUMBA	14.9516	SAN PEDRO MIXTEPEC	26.7408
VILLA TALEA DE CASTRO	3.6841	COSOLAPA	43.59732
VILLA HIDALGO	8.0016	IXTLÁN DE JUÁREZ	21.12652
SAN PABLO VILLA DE MITLA	9.7858	CIUDAD IXTEPEC	32.79365
SANTIAGO ZACATEPEC	1.2651	VILLA DE ETLA	69.42403
SANTIAGO TAMAZOLA	19.9244	ACATLÁN DE PEREZ FIGUEROA	16.41977
SAN SEBASTIÁN TECOMAXTLAHUACA	4.5961	SAN JUAN BAUTISTA COIXTLAHUACA	11.26733
SAN BARTOLOMÉ ZOOGOCHO	2.7108	SAN PABLO HUITZO	32.13463
SANTA CRUZ TACACHE DE MINA	10.2732	TEZOATLÁN DE SEGURA Y LUNA	20.70987
VILLA DE ZAACHILA	13.1629	SANTO DOMINGO TONALÁ	59.71739
MARISCALA DE JUÁREZ	21.0563	SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA	27.59554
CUILAPAM DE GUERRERO	4.986	SAN JUAN TEPOSCOLULA	54.82939
ZAPOTITLÁN LAGUNAS	19.4938	SANTO TOMÁS TAMAZULAPAN	70.19199
SANTIAGO MATATLÁN	2.0792	SAN PEDRO POCHUTLA	31.91511
JUCHITÁN DE ZARAGOZA (Col. Sta. Rosita)	2.7977	SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC	37.77218
OCOTLÁN DE MOREOS	24.531	EL BARRIO DE LA SOLEDAD	16.03439
SANTA LUCIA MIAHUATLÁN	44.7538	PUTLA VILLA GUERRERO	39.86381
LOMA BONITA	24.714	SAN AGUSTÍN ETLA	45.93717

Tabla 3.4. Tabla de resultados de los pronósticos

III.2 MANEJO DE INVENTARIOS

El principal problema de GIROS, es que los gastos hechos al momento de enviar recursos a las oficinas es muy alto, pues no se tiene un control adecuado de cuándo y cuánto es lo que debe enviárseles. Las oficinas piden a la gerencia estatal los recursos cuando consideran que el dinero no será suficiente para seguir laborando, sin embargo, las cantidades pedidas no siempre son las correctas y existe la posibilidad de que falte o sobre dinero.

La manera de hacer llegar los recursos a cada lugar es mediante una compañía trasladadora, la cual tiene cuotas que hay que respetar, esto debe tomarse en cuenta al momento de determinar la política de inventario.

El objetivo de un manejo adecuado del inventario de cada una de las oficinas es saber qué momento es el mejor para abastecer a cada una de ellas y cuál es la cantidad que deben pedir. Un modelo de inventario también contempla existencias de seguridad, puesto que se pueden tener pérdidas grandes por la falta de recursos en el momento en que el cliente lo solicita.

Se analizarán dos modelos:

- Modelo de revisión periódica con demanda incierta para artículo único
- Modelo de revisión periódica con demanda incierta para pedidos conjuntos

De esta manera, se busca obtener una solución adecuada al problema de tal manera que el costo sea el menor posible de las alternativas.

3.2.1 Modelo de revisión periódica con demanda incierta para artículo único. Planteamiento y solución del modelo

Este modelo fue elegido ya que la demanda de las oficinas de GIROS es estocástica y no se cuenta con los recursos necesarios para mantener monitoreado el inventario constantemente, lo cual dificultaba un modelo con punto de reorden. Se optó por la revisión periódica para saber en qué nivel de inventario se encuentra cada oficina semanalmente, de tal forma que pueda prevenirse una falta de recursos.

Por otra parte, este modelo nos dará el costo por manejar cada oficina, obteniendo la cantidad que se le deberá enviar, el momento en el que deberán pedir recursos y cuándo les serán enviados. Lo anterior se hará de manera independiente, es decir, pensando que la concentradora se encargará del pedido y envío de cada una por separado y en el momento en que ellas lo requieran, no importando si puede existir una sincronización de pedidos.

Para iniciar con el modelo de inventarios elegido se requirió de cierta información geográfica (ubicación de las oficinas y concentradoras, distancia entre cada una de ellas) y estadística (datos históricos de la demanda, datos correctos de las oficinas, costos por transportar los recursos mediante trasladadora) misma que fue pedida a la empresa.

También fue necesario saber cómo es que trabajan las oficinas de GIROS en el Estado de Oaxaca. Su organización consiste en la existencia de 10 concentradoras las cuales se encargan de abastecer de recursos a las oficinas a su cargo.

La distribución de las concentradoras y oficinas de GIROS se muestra en el siguiente mapa:

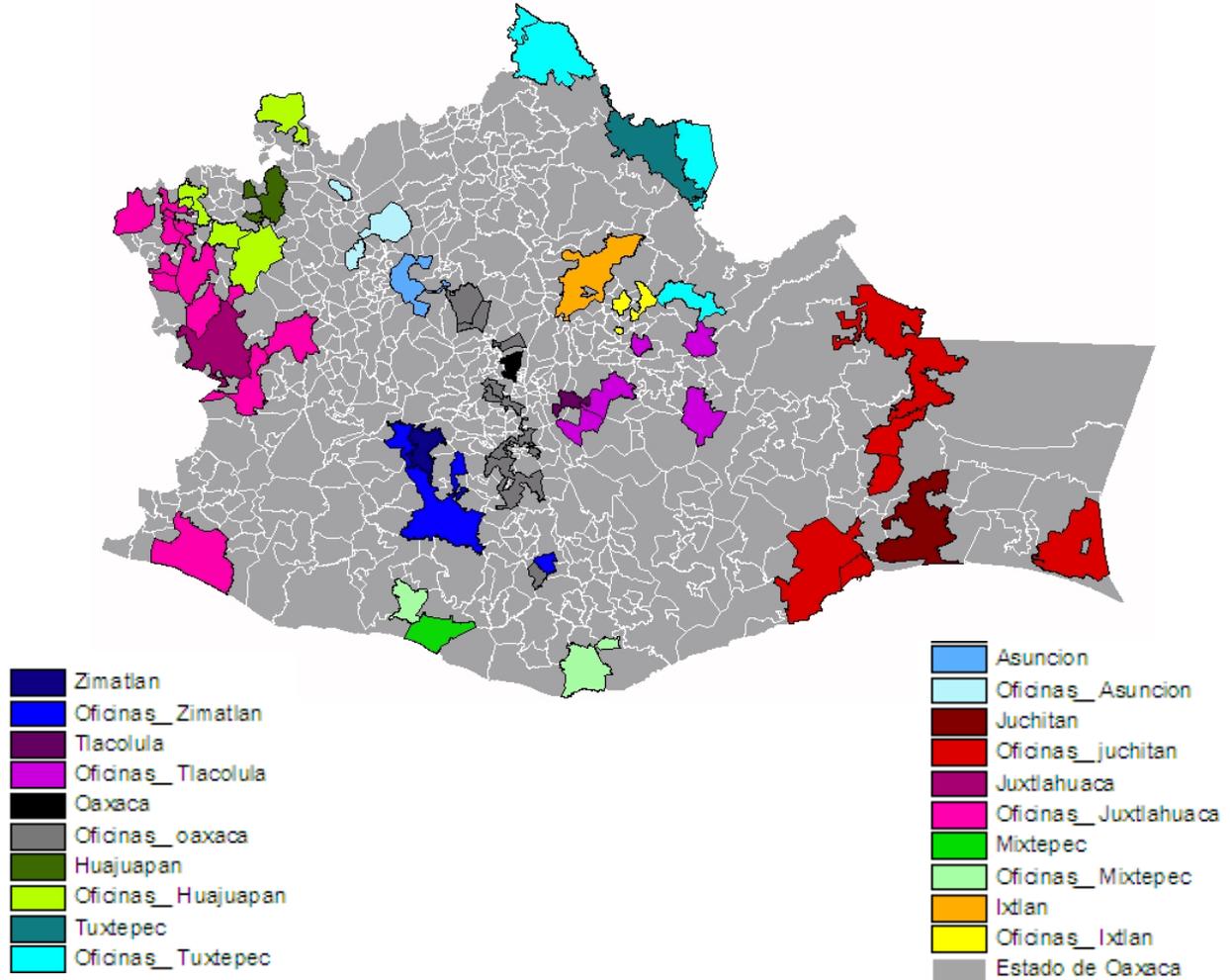


Figura 3.1 Mapa de la distribución de concentradoras y oficinas de GIROS en el Estado de Oaxaca

Fuente: Elaborada por el autor en Arcview

La distribución de oficinas de la cual se parte para la solución del problema, consiste en concentradoras y oficinas a su cargo como se muestra a continuación:

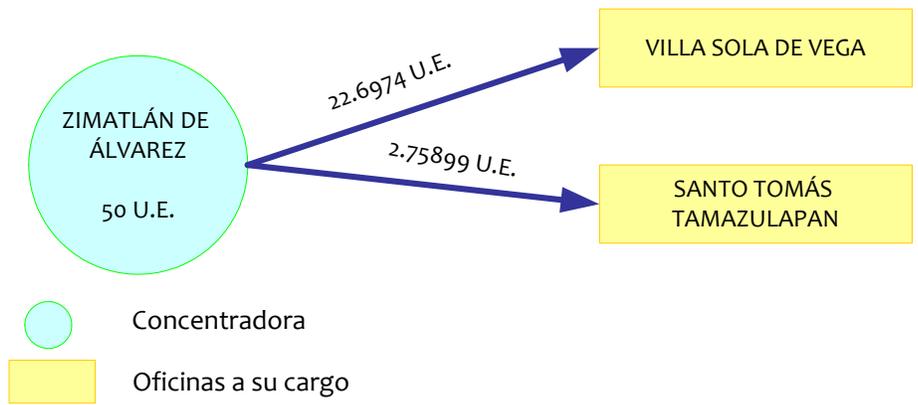


Figura 3.2. Concentradora Zimatlán de Álvarez y las dos oficinas a su cargo

donde las cantidades mostradas son las demandas pronosticadas para cada oficina según el método de pronóstico de suavizamiento exponencial con tendencia, así por ejemplo Villa Sola de Vega requiere de 22.6974 U.E. equivalentes a 226,974 pesos mexicanos (\$226,974).

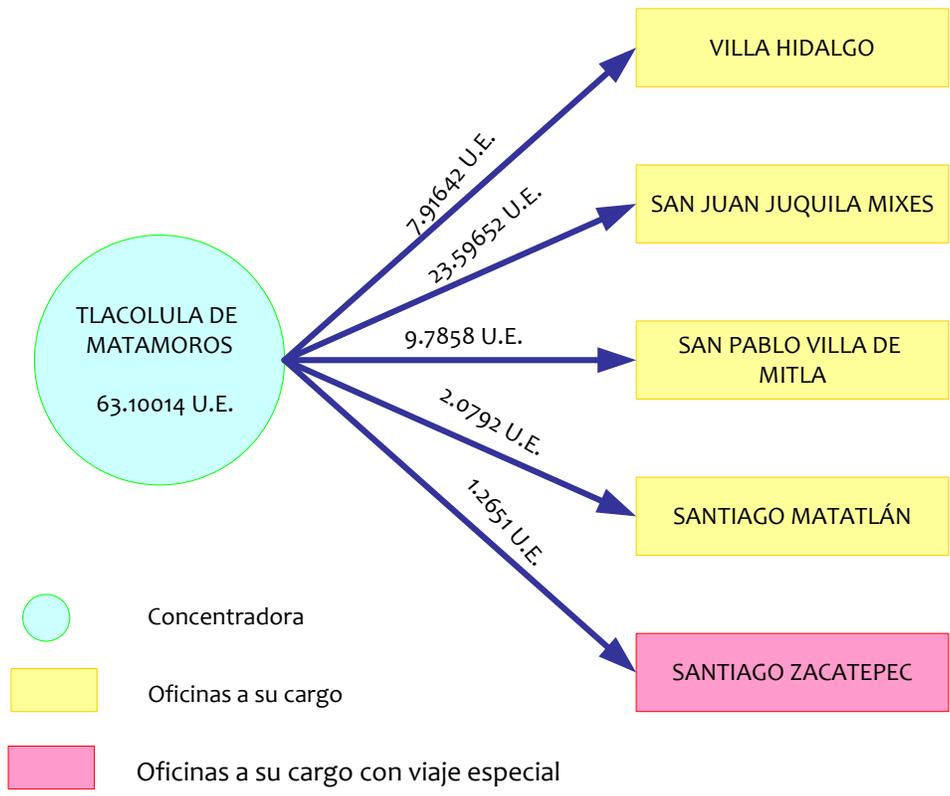


Figura 3.3. Concentradora Tlacolula de Matamoros y las cinco oficinas a su cargo

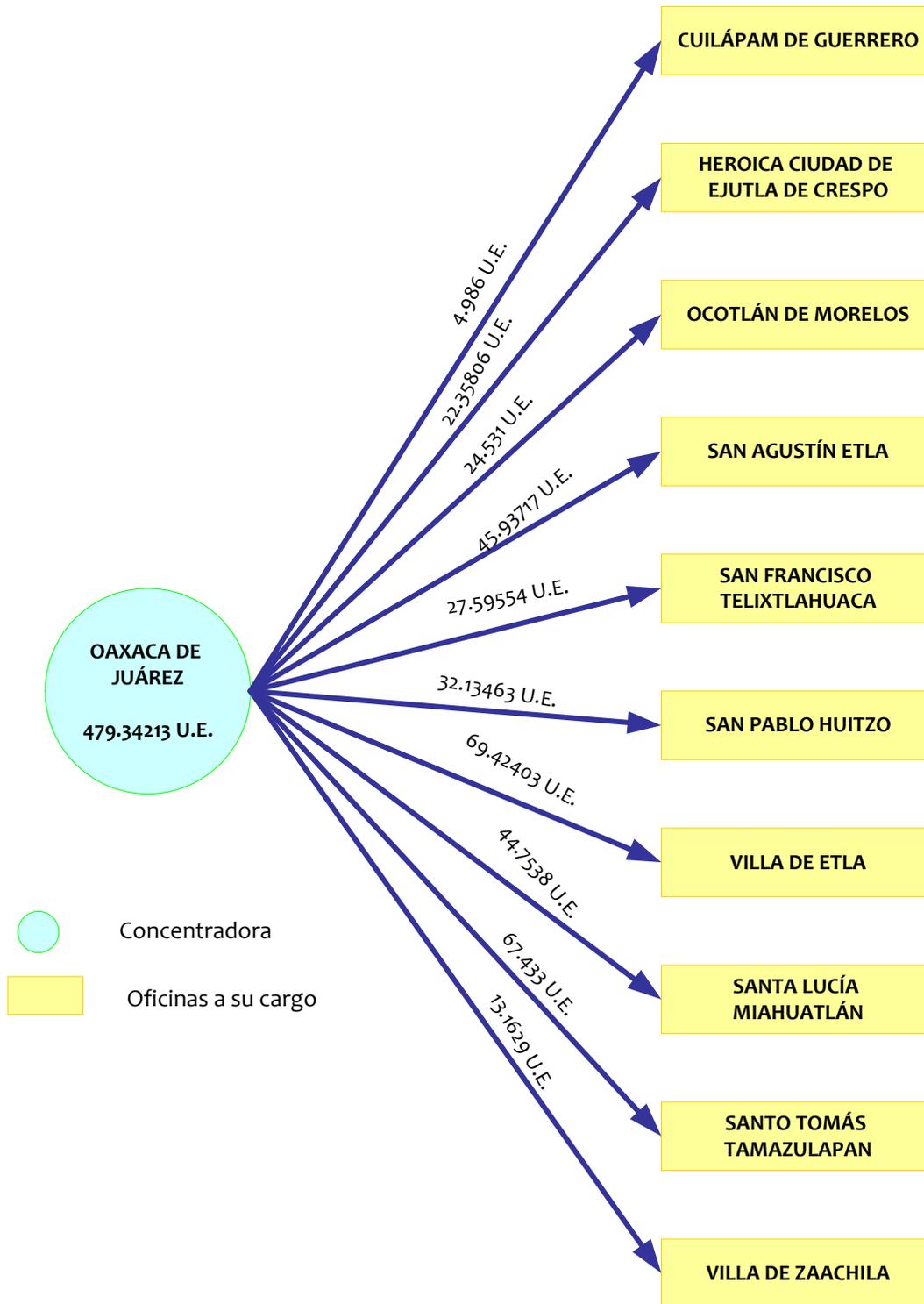


Figura 3.4. Concentradora Oaxaca de Juárez y las 10 oficinas a su cargo

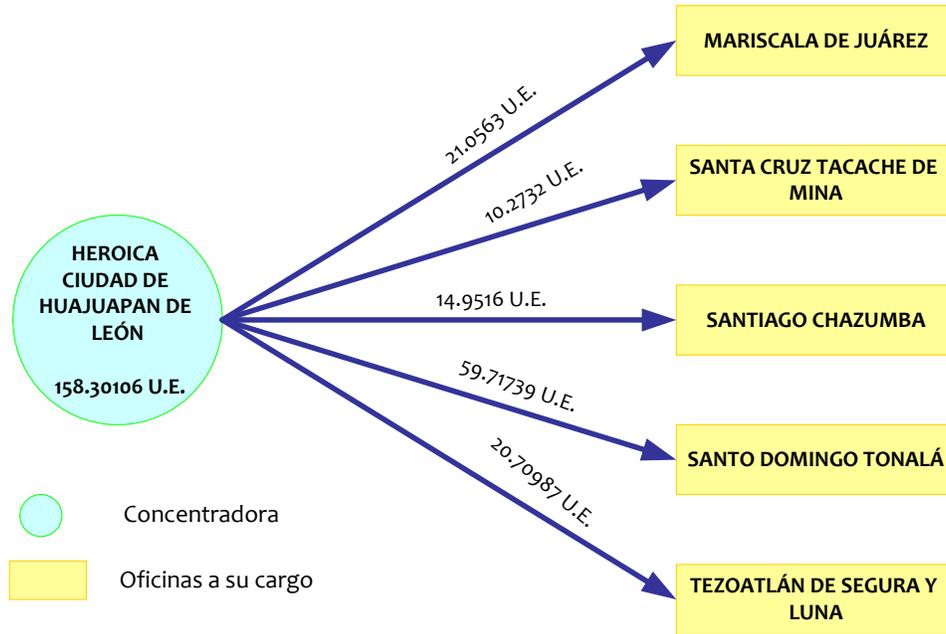


Figura 3.5. Concentradora Heroica Ciudad de Huajuapán de León y las 5 oficinas a su cargo

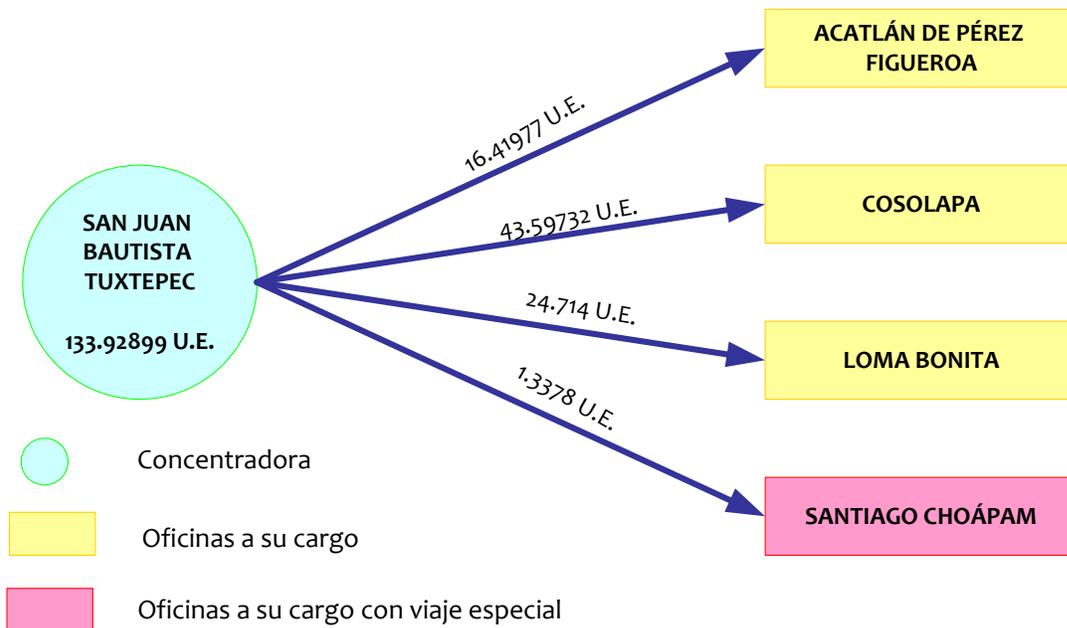


Figura 3.6. Concentradora San Juan Bautista Tuxtepec y las 4 oficinas a su cargo

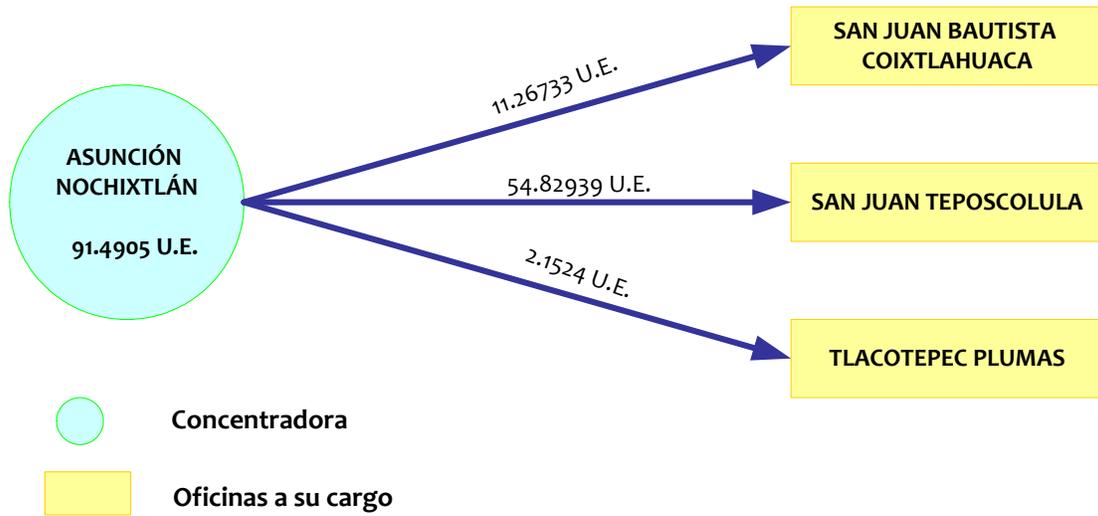


Figura 3.7. Concentradora Asunción Nochixtlán y las 3 oficinas a su cargo

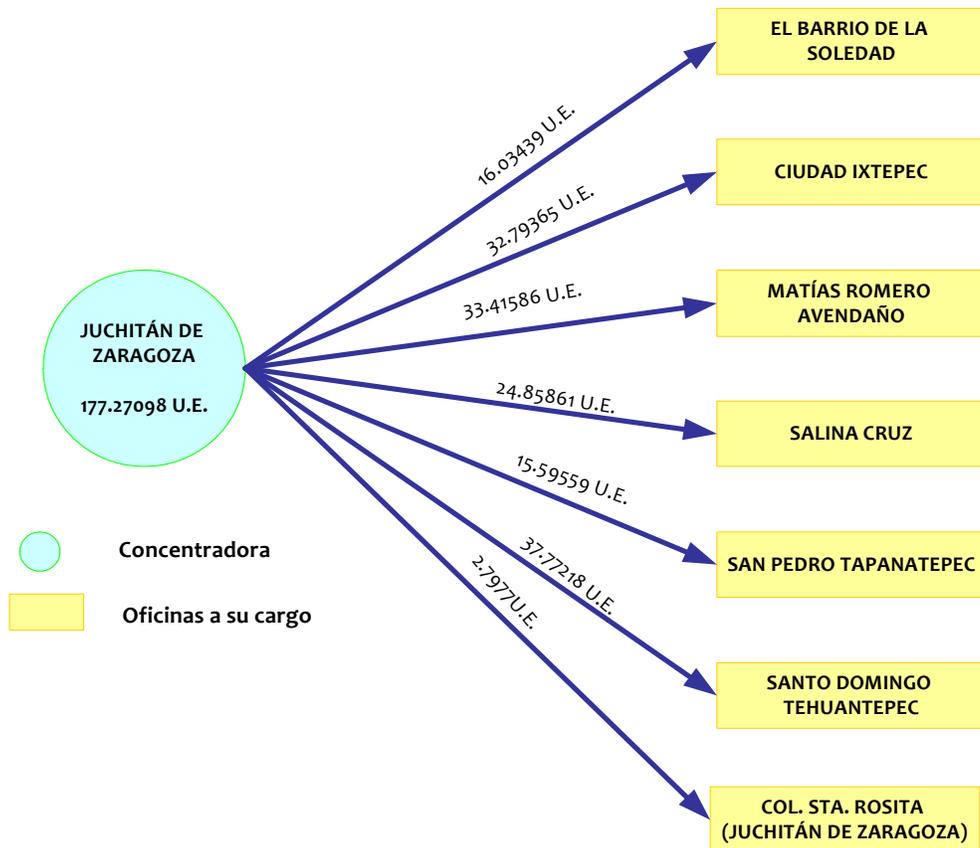


Figura 3.8. Concentradora Juchitán de Zaragoza y las 7 oficinas a su cargo

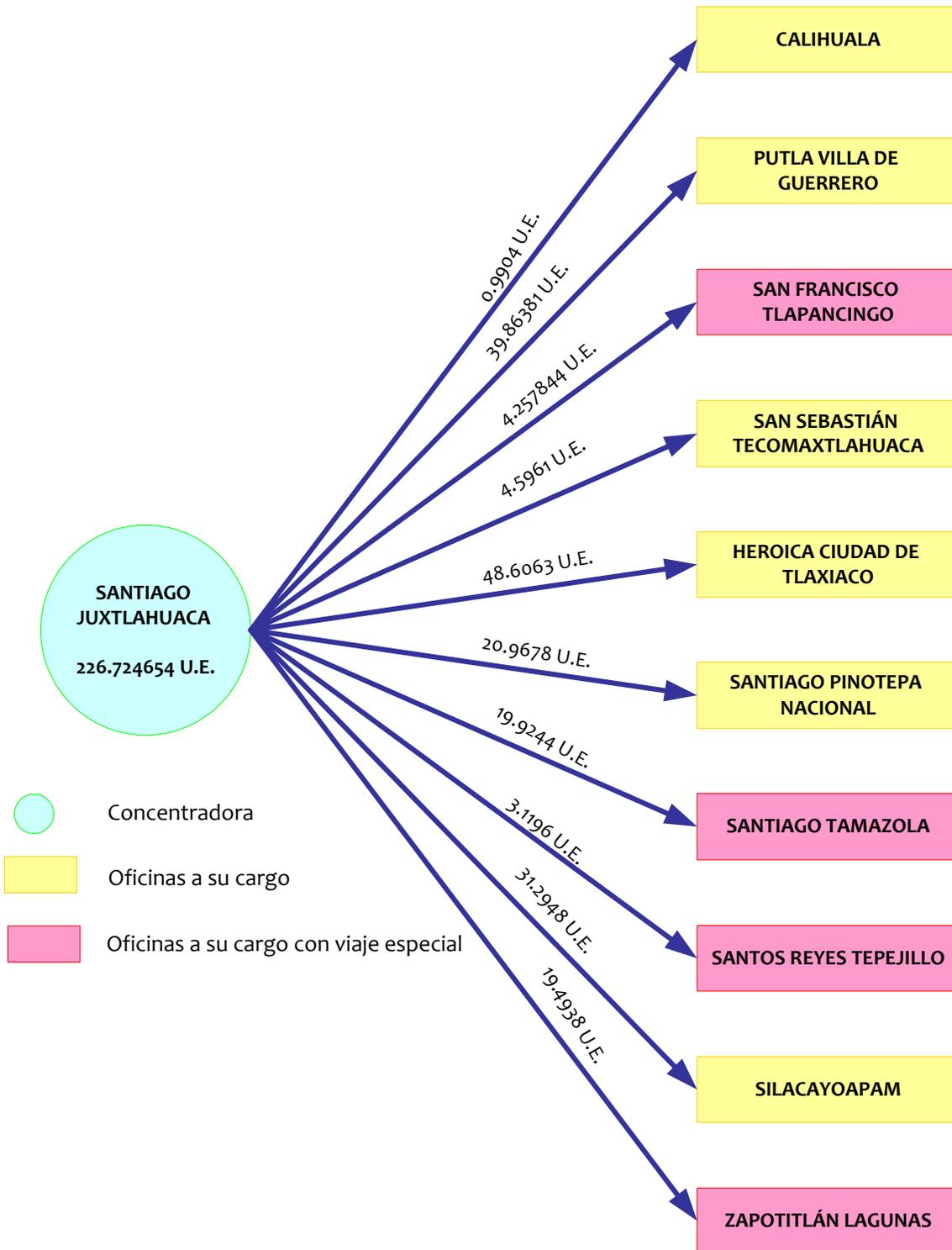


Figura 3.9. Concentradora Santiago Juxtlahuaca y las 10 oficinas a su cargo

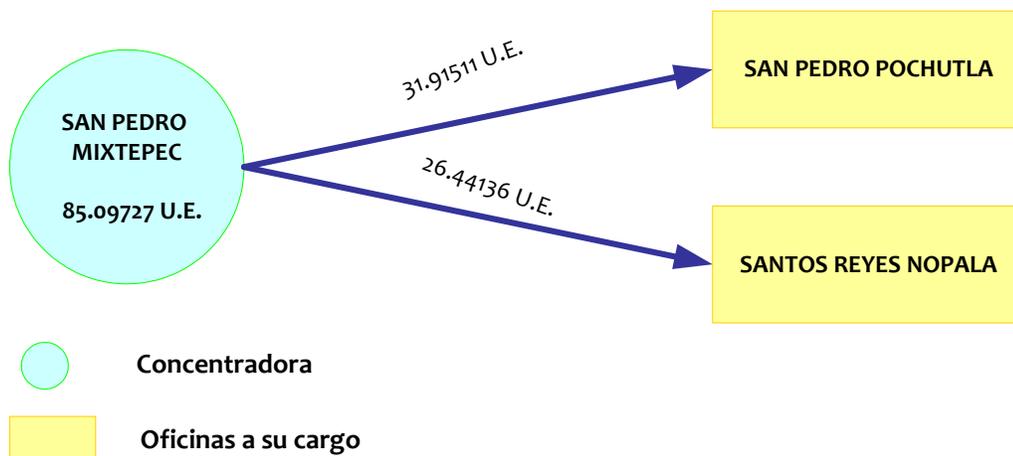


Figura 3.10. Concentradora San Pedro Mixtepec y las 10 oficinas a su cargo

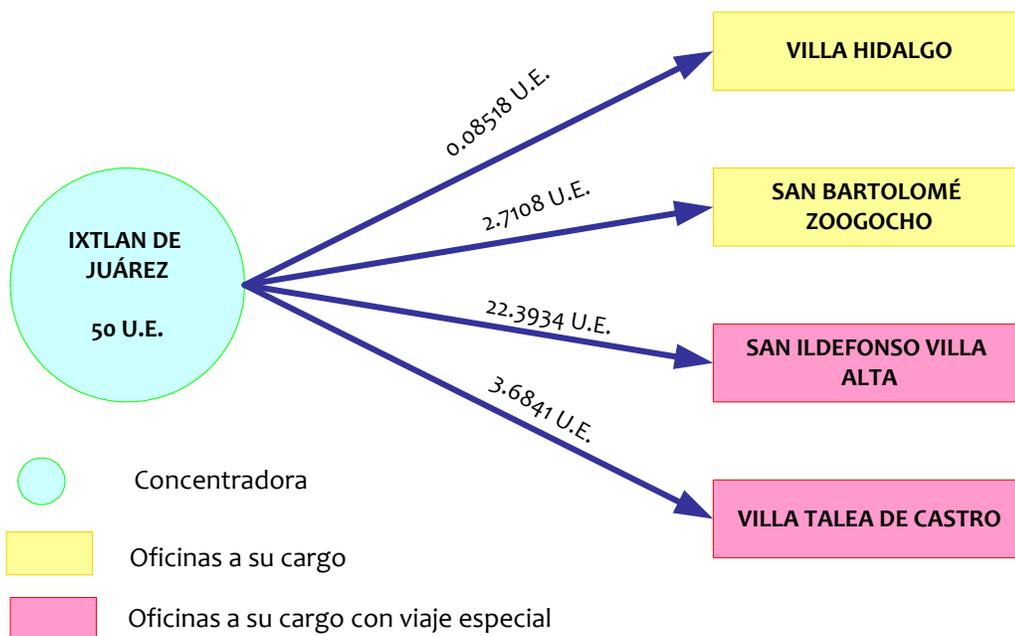


Figura 3.11. Concentradora Ixtlán de Juárez y las 4 oficinas a su cargo

Los datos históricos de la demanda de cada una de las oficinas fueron usados para realizar el pronóstico de la demanda, dato con el que se trabajó. La tabla de demandas (en U.E.) por concentradora para cada una de las oficinas a su cargo se muestra a continuación:

	SANTOS REYES NOPALA	HEROICA CIUDAD DE EIUTLA DE CRESPO	SAN FRANCISCO TLALPANCINGO	ZIMATLÁN DE ÁLVARIZ	VILLA SOLA DE VEGA	TLACOLULA DE MATAMOROS
ZIMATLÁN DE ALVAREZ				24.54361	22.6974	
TLACOLULA DE MATAMOROS						18.4571
OAXACA DE JUÁREZ		22.35806				
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN						
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC						
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN						
JUCHITÁN DE ZARAGOZA						
SANTIAGO JUXTLAHUACA			4.257844			
SAN PEDRO MIXTEPEC	26.44136					
IXTLÁN DE JUÁREZ						

Tabla 3.5 Tabla ejemplo de la demanda que cada oficina solicita a su concentradora ⁴

Cabe señalar que existen los llamados viajes especiales, que se hacen a lugares de difícil acceso, a los cuales sólo es posible llegar por medio de una avioneta, por lo que ya tienen un costo fijo establecido que es independiente de la cantidad que se envía y de la distancia que hay que recorrer para llegar.

Los municipios en los que se tienen oficinas con este tipo de servicio especial y el costo de los mismo en pesos mexicanos se muestran en la tabla siguiente:

Viaje Especial	Costo en \$
SAN FRANCISCO TLALPANCINGO	8539.01
SANTOS REYES TEPEJILLO	8065.69
SAN ILDEFONSO VILLA ALTA	8302.35
SANTIAGO CHOAPAM	9327.87
VILLA TALEA DE CASTRO	8065.69
SANTIAGO ZACATEPEC	10116.73
SANTIAGO TAMAZOLA	1195.61
ZAPOTITLÁN LAGUNAS	8460.12

Tabla 3.6 Oficinas con viajes especial y su costo

Otro dato necesario para iniciar, fue la distancia en kilómetros que existe de las concentradoras a cada uno de los municipios en donde se encuentran las oficinas que están a su cargo.

Un ejemplo de dichos datos se puede apreciar en la siguiente tabla:

⁴ Ver Tabla A.4 en el anexo para consultar la tabla completa

	SANTOS REYES NOPALA	HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO	SAN FRANCISCO TLALPANCINGO	ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ	VILLA SOLA DE VEGA	TLACOLULA DE MATAMOROS
ZIMATLÁN DE ALVAREZ				0	70.63219	
TLACOLULA DE MATAMOROS						0
OAXACA DE JUÁREZ		57.73045				
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN						
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC						
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN						
JUCHITÁN DE ZARAGOZA						
SANTIAGO JUXTLAHUACA			0			
SAN PEDRO MIXTEPEC	34.35867					
IXTLÁN DE JUÁREZ						

Tabla 3.7 Tabla ejemplo de la distancia en Km de las concentradoras a sus oficinas ⁵

El valor de cero, puede deberse a dos causas principales: puede ser que se trate de un viaje especial como el caso de San Francisco Tlalpancingo o bien que se trate de una concentradora como el caso de Zimatlán de Álvarez, en este último caso, se considera una distancia cero, ya que las concentradoras cuentan con la cercanía de una entidad bancaria y por lo tanto, no se cobraría por llevarles los recursos económicos. La distribución de recursos hacia las concentradoras estará manejada por la Gerencia Estatal y sale del alcance de este trabajo, pues deberán establecerse los acuerdos necesarios con la entidad bancaria.

Cabe establecer que los costos en pesos mexicanos que la trasladadora asigna por los viajes son:

Datos de la trasladadora	
Costo por viaje (hasta 20 Km)	\$177.13
Costo por Km extra recorrido	\$15.56

Una vez definidos los datos necesarios, se comenzó el cálculo para determinar el intervalo de revisión óptima, el cual está dado por la siguiente expresión:

$$Q = \sqrt{\frac{2DS}{IC}} \quad \dots (3.1)$$

Donde:

Q es el tamaño de pedido para reaprovisionar el inventario

⁵ Ver Tabla A.5 en el anexo para consultar tabla de distancias completa

D es la demanda $\left[\frac{\textit{artículos}}{\textit{unidad de tiempo}} \right]$

S Δ Costo fijo independiente de la demanda [\$]

C es el costo del artículo $\left[\frac{\$}{\textit{artículo}} \right]$

I es la tasa de interés $\left[\frac{\%}{\textit{unidad de tiempo}} \right]$

De las condiciones del problema:

$$C = \textit{Costo por unidad} = \$10,000$$

Es decir, cada unidad de envío (U.E.) representará la cantidad de \$10,000 pesos mexicanos.

$$I = \textit{Costo de oportunidad} + \textit{Costo de seguro} = 0.00155961 + 0.000384615$$

Por lo que:

$$IC = 19.44225385 \left[\frac{\$}{(U.E.) (semana)} \right]$$

Como se mencionó anteriormente, el costo por unidad C fue determinado en \$10,000 pesos mexicanos ya que es el monto mínimo que puede mandarse mediante trasladadora, por lo tanto, es la mínima unidad con la que es posible trabajar.

El término I , es denominado tasa de interés, está compuesto por el costo de oportunidad, que es la ganancia que se obtendría en una semana si el dinero estuviera ganando el 8.11% ⁶ de interés anual en un banco, y, el costo por seguro, éste se obtuvo sabiendo que por cada \$1,000,000 el costo del seguro es de \$20,000 anual(52 semanas). Por lo tanto, el costo del seguro para una semana es de 0.000384615. Este costo dado por IC es el mismo para todas las oficinas.

Por otra parte, se necesitó calcular un costo fijo, S , el cual es independiente de la demanda y es parte de los costos de pedido que deben ser tomados en cuenta en un sistema de inventario.

S , se obtuvo de la siguiente manera:

$$S = \textit{Costo por viaje} + (\textit{Costo por Km} * \textit{Cantidad de Kilómetros})$$

⁶ Dato obtenido de una institución bancaria, como el rendimiento anual generado para CETES en un plazo de 28 días, en 2008.

	SANTOS REYES NOPALA	HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO	SAN FRANCISCO TLALPANCINGO	ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ	VILLA SOLA DE VEGA	TLACOLULA DE MATAMOROS
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ				0	2.40495731	
TLACOLULA DE MATAMOROS						0
OAXACA DE JUÁREZ		2.22439977				
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN						
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC						
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN						
JUCHITÁN DE ZARAGOZA						
SANTIAGO JUXTLAHUACA						
SAN PEDRO MIXTEPEC	1.664040196					
IXTLÁN DE JUÁREZ						

Tabla 3.8 Tabla ejemplo de los costos en pesos mexicanos S para cada oficina ⁷

A modo de ejemplo, se desarrollará el caso de la Heroica Ciudad de Ejutla de Crespo en este y en los cálculos siguientes, por lo que S estará dado por:

$$S = 177.13 + (57.73045 * 15.56) = 1075.4158$$

Los costos S de cada concentradora con sus oficinas se obtuvo con la fórmula ya mencionada, una parte de los datos, organizados en una tabla, se muestran en la figura siguiente:

Las casillas sombreadas dentro de la tabla indican que no hay costo de pedido porque en esos municipios se encuentran las concentradoras. Las casillas que tienen un cero, como es el caso del municipio de San Francisco Tlalpancingo son viajes especiales, lo que los deja como casos independientes, es decir, no se contempla el costo por Km, ya que el viaje no se hace por tierra.

Con los datos expuestos, se aplicó la expresión 3.1, para el caso de la H. Cd. De Ejutla de Crespo:

$$Q = \sqrt{\frac{2dS}{IC}}$$

donde:

$$IC = 0.000384615$$

$$d = 22.35806 \text{ [U.E.]}$$

$$S = 1075.4158$$

$$\begin{aligned} \text{De donde: } Q &= \sqrt{\frac{2(22.35806)(1075.4158)}{(19.44225)}} \\ &= 49.73326351 \end{aligned}$$

⁷ Ver Tabla A.6 en el anexo para consultar tabla de costo de pedido completa

Con ayuda de una hoja de cálculo, se obtuvieron todos los resultados, ejemplo de ellos se muestran a continuación:

	SANTOS REYES NOPALA	HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO	SAN FRANCISCO TLALPANCINGO	ZIMATLÁN DE ÁLVARIZ	VILLA SOLA DE VEGA	TLACOLULA DE MATAMOROS
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ				0	54.58627804	
TLACOLULA DE MATAMOROS						0
OAXACA DE JUÁREZ		49.73326351				
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN						
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC						
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN						
JUCHITÁN DE ZARAGOZA						
SANTIAGO JUXTLA HUACA			0			
SAN PEDRO MIXTEPEC	43.99948588					
IXTLÁN DE JUÁREZ						

Tabla 3.9 Tabla ejemplo del tamaño de los pedidos en U.E. para cada oficina ⁸

El periodo de revisión se obtiene de la siguiente manera:

$$T = \frac{Q}{D} \quad \dots (3.2)$$

Para la H. Cd. De Ejutla de Crespo:

$$\frac{Q}{D} = \frac{49.73326351}{22.35806} = 2.22439977$$

Como ya se calcularon los datos necesarios para calcular a T , se realizó la tabla correspondiente a las concentradoras con cada una de las oficinas que se encuentran bajo su área de influencia.

⁸ Ver Tabla A.7 en el anexo para consultar tabla de tamaño de pedidos completa

	SANTOS REYES NOPALA	HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO	SAN FRANCISCO TLALPANCINGO	ZIMATLÁN DE ÁLVARÉZ	VILLA SOLA DE VEGA	TLACOLULA DE MATAMOROS
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ					1276.166876	
TLACOLULA DE MATAMOROS						
OAXACA DE JUÁREZ		1075.415802				
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN						
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC						
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN						
JUCHITÁN DE ZARAGOZA						
SANTIAGO JUXTLAHUACA			0			
SAN PEDRO MIXTEPEC	711.7509052					
IXTLÁN DE JUÁREZ						

Tabla 3.10 Tabla ejemplo de los periodos de revisión en semanas ⁹

Se necesita también saber cuál será el tiempo de entrega TE para cada oficina, al tenerse la distancia, se necesita la velocidad a la que se llevarán los recursos, ese dato se obtiene directamente de la trasladadora, que en promedio viaja a 60 km/h, por lo tanto:

$$TE = \frac{d}{V}$$

donde:

d es la distancia en Km

V es la velocidad (60 Km/h)

La distancia de Oaxaca de Juárez a la Heroica ciudad de Ejutla de Crespo es de 57.73045 [Km], por lo que

$$TE = \frac{57.73045 \left[\frac{Km}{h} \right]}{60 \left[\frac{Km}{h} \right]} = 0.962179 [h]$$

y debido a que los cálculos se hacen por semana, se hizo la conversión necesaria para expresar el tiempo de entrega en semanas, considerando que 1 semana tiene 7 días, ya que GIROS también labora sábados y domingos.

Para el caso de H. Cd. de Ejutla de Crespo :

$$TE = \frac{0.962174 [h]}{24 \left[\frac{h}{dia} \right] \left(7 \left[\frac{dias}{semana} \right] \right)} = 0.00572 [semana]$$

⁹ Ver Tabla A.8 en el anexo para consultar tabla de tiempos de revisión completa

	SANTOS REYES NOPALA	HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO	SAN FRANCISCO TLALPANCINGO	ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ	VILLA SOLA DE VEGA	TLACOLULA DE MATAMOROS
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ				0	0.007007162	
TLACOLULA DE MATAMOROS						0
OAXACA DE JUÁREZ		0.005727227				
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN						
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC						
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN						
JUCHITÁN DE ZARAGOZA						
SANTIAGO JUXTLAHUACA			0.151657677			
SAN PEDRO MIXTEPEC	0.003408598					
IXTLÁN DE JUÁREZ						

Tabla 3.11 Tabla ejemplo de los tiempos de entrega en semanas para cada oficina ¹⁰

Para obtener los siguientes cálculos fue necesario tener los parámetros estadísticos de los datos históricos de la demanda, que también fueron usados para el caso de los pronósticos (Tabla 3.2).

Las desviaciones estándar sacadas de los datos s_d fueron usadas para la obtención de la desviación estándar de la distribución de la demanda s'_d , que se calcula de la siguiente manera:

$$s'_d = s_d \sqrt{T + TE}$$

donde T y TE , que son el tiempo de revisión y el tiempo de entrega para cada oficina respectivamente, son ya conocidos.

La desviación estándar para la H. Cd. de Ejutla de Crespo es:

$$s_d = 1.916360$$

Por lo que:

$$\begin{aligned} s'_d &= s_d \sqrt{T + TE} \\ &= 1.916360 \sqrt{2.224399 + 0.00572} \\ &= 2.861817 \end{aligned}$$

Los datos se encuentran en la tabla que se muestra a continuación:

¹⁰ Ver tabla A.9 en el anexo para consultar tabla de tiempos de entrega completa

	SANTOS REYES NOPALA	HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO	SAN FRANCISCO TLALPANCINGO	ZIMATLÁN DE ÁLVARIZ	VILLA SOLA DE VEGA	TLACOLULA DE MATAMOROS
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ				0	3.334590286	
TLACOLULA DE MATAMOROS						0
OAXACA DE JUÁREZ		2.861817889				
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN						
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC						
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN						
JUCHITÁN DE ZARAGOZA						
SANTIAGO JUXTLAHUACA			0.174933713			
SAN PEDRO MIXTEPEC	2.431863724					
IXTLÁN DE JUÁREZ						

Tabla 3.12 Tabla ejemplo de las desviaciones estándar en U.E. de la distribución de la demanda ¹¹

El punto de nivel máximo de inventario M , está dado por la siguiente expresión:

$$M = d(T + TE) + z(s'_d)$$

El término z se refiere a la probabilidad que deseamos se tenga de que no haya falta de existencias en el inventario. En este caso se desea que exista 0.95 de probabilidad, es decir, que el 95% de las veces se cuente con los recursos necesarios para satisfacer la demanda, por lo que, obteniendo los datos de la tabla de la normal estándar se tiene que: $z_{(0.95)} = 1.645$. Además, $d(T + TE)$ es el punto medio de la distribución de la demanda $DD(T + TE)$, d es la tasa promedio de la demanda en un intervalo de tiempo, y s'_d es la desviación estándar de la distribución de la demanda.

Para el ejemplo que se ha venido desarrollando:

$$\begin{aligned} M &= 22.35806(2.224399 + 0.005727) + 1.645(2.861817) \\ &= 54.569 [U.E.] \end{aligned}$$

La política de inventario es revisar el nivel de inventario cada 2 semanas y establecer un pedido de reaprovisionamiento por la diferencia entre la cantidad disponible en ese momento y 54.569 Unidades de Envío [U.E.].

Ejemplo de los resultados obtenidos se muestran a continuación:

¹¹ Ver Tabla A.10 en el anexo para consultar tabla de desviaciones estándar de la distribución de la demanda completa.

	SANTOS REYES NOPALA	HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO	SAN FRANCISCO TLALPANCINGO	ZIMATLÁN DE ÁLVARÉZ	VILLA SOLA DE VEGA	TLACOLULA DE MATAMOROS
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ				0	60.23072341	
TLACOLULA DE MATAMOROS						0
OAXACA DE JUÁREZ		54.56900363				
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN						
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC						
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN						
JUCHITÁN DE ZARAGOZA						
SANTIAGO JUXTLAHUACA			0.933500686			
SAN PEDRO MIXTEPEC	48.09002968					
IXTLÁN DE JUÁREZ						

Tabla 3.13 Tabla ejemplo de el nivel máximo en U.E. de inventario ¹²

Finalmente, lo que definirá si es conveniente o no manejar el inventario de este modo es el costo total del mismo.

Para calcularlo se usa la siguiente expresión:

$$CT = \frac{D}{Q}S + IC \frac{Q}{2} + ICz s'_d + \frac{D}{Q}k s'_d E(z)$$

Costo total= Costo por pedir + Costo de manejo de existencias regulares + Costo de existencias de seguridad + Costo por falta de existencias.

Hay términos que hasta ahora no habían sido utilizados, por lo que es necesario definirlos, el primero de ellos, k , es un costo que se da por cada unidad que falte en existencia dentro del inventario, en acuerdo con GIROS se decidió sería el 25% del valor de la unidad (1 U.E. = \$10,000).

En este caso $k = 2,500$ por unidad de envío

$s'_d E(z)$ Representa el número esperado de unidades agotadas durante un ciclo de pedido, $E(z)$ es la unidad normal de pérdida integral cuyos valores se encuentran tabulados como función de la desviación normal z .

Para este caso $E(z) = 0.0916$. ¹³

¹² Ver Tabla A.11 en el anexo para consultar tabla de nivel máximo de inventario completa

¹³ Ver apéndice B de: Ballou, Ronald. Logística. Administración de la cadena de suministro. Pearson - Prentice Hall. 2005.

$\frac{D}{Q}$ es el número de ciclos de pedido por periodo, generalmente un año.

Para el caso de H. Cd. de Ejutla de Crespo:

$$\begin{aligned}
 CT &= \frac{22.35806(52)}{49.73326351} (1075.4158) + 19.44225 \left(\frac{49.73326351}{2} \right) \\
 &+ 19.44225 (1.645) (2.861817) + \frac{22.35806(52)}{49.73326351} (2500) (2.861817) (0.0916) \\
 &= 41035.41157 \left[\frac{\$}{\text{año}} \right]
 \end{aligned}$$

La tabla con los resultados del costo total CT en pesos mexicanos por año de las oficinas se muestra como sigue:

	SANTOS REYES NOPALA	HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO	SAN FRANCISCO TLALPANCINGO	ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ	VILLA SOLA DE VEGA	TLACOLULA DE MATAMOROS
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ					44741.59703	
TLACOLULA DE MATAMOROS						
OAXACA DE JUÁREZ		41035.41157				
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN						
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC						
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN						
JUCHITÁN DE ZARAGOZA						
SANTIAGO JUXTLAHUACA						
SAN PEDRO MIXTEPEC	40149.78459					
IXTLÁN DE JUÁREZ						

Tabla 3.14 Tabla ejemplo de el costo total anual por oficina ¹⁴

Nivel de servicio

Es la probabilidad de la capacidad de cumplimiento (tener el artículo disponible en el momento y la cantidad deseada) a partir del stock actual.

Se define como:

$$SL = 1 - \frac{s'_d(E(z))}{Q}$$

Para el caso de H. Cd. de Ejutla de Crespo:

¹⁴ Ver Tabla A.12 en el anexo para consultar tabla de costos totales anuales completa

$$S_L = 1 - \frac{(2.861817)(0.0916)}{49.7332635}$$

$$= 0.994729$$

Con la política de inventario estamos obteniendo una probabilidad de 0.99 de contar con la cantidad requerida en el momento requerido.

Los demás resultados, se obtuvieron en una tabla:

	SANTOS REYES NOPALA	HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO	SAN FRANCISCO TLALPANCINGO	ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ	VILLA SOLA DE VEGA	TLACOLULA DE MATAMOROS
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ					0.994404299	
TLACOLULA DE MATAMOROS						
OAXACA DE JUÁREZ		0.99472903				
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN						
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC						
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN						
JUCHITÁN DE ZARAGOZA						
SANTIAGO JUXTLAHUACA						
SAN PEDRO MIXTEPEC	0.994937243					
IXTLÁN DE JUÁREZ						

Tabla 3.15 Tabla ejemplo del Nivel de Servicio por oficina ¹⁵

Nivel promedio de inventario

El nivel promedio de inventario es el total de las existencias regulares más las existencias de seguridad, es decir,

$$A | L = \frac{Q}{2} + z(s'_d)$$

El término z se obtiene a partir de la probabilidad deseada de tener existencias durante el tiempo de entrega, en este caso se utilizó una probabilidad del 95%, por lo tanto $z=1.645$.

Para el caso de H. Cd. de Ejutla de Crespo:

$$A | L = \frac{49.7332635}{2} + 1.645(2.861817)$$

$$= 29.57432218$$

¹⁵ Ver Tabla A.13 en el anexo para consultar tabla de nivel de servicio completa

	SANTOS REYES NOPALA	HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO	SAN FRANCISCO TLALPANCINGO	ZIMATLÁN DE ÁLVARIZ	VILLA SOLA DE VEGA	TLACOLULA DE MATAMOROS
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ				0	32.77854004	
TLACOLULA DE MATAMOROS						0
OAXACA DE JUÁREZ		29.57432218				
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN						
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC						
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN						
JUCHITÁN DE ZARAGOZA						
SANTIAGO JUXTLAHUACA						
SAN PEDRO MIXTEPEC	26.00015876					
IXTLÁN DE JUÁREZ						

Tabla 3.15 Tabla ejemplo del Nivel promedio de inventario en U.E. por oficina ¹⁶

Cabe señalar que los viajes especiales, se manejan de manera independiente debido a sus características particulares y para dar mejor organización al presente trabajo, sin embargo, se ocupó el mismo modelo de revisión periódica con demanda incierta para pedido único, en el capítulo 4 se mostrará un resumen de resultados.

3.2.2 Modelo de revisión periódica con demanda incierta para pedidos conjuntos. Planteamiento y solución del modelo.

El modelo de revisión periódica con demanda incierta para pedidos conjuntos toma en cuenta, primero, que la demanda del problema es estocástica, después, que se manejan diversos productos en el inventario, es decir, trata de sincronizar el envío de múltiples productos a un determinado lugar.

En el caso de GIROS, se tiene que enviar un único producto, recursos para cada una de las oficinas. Pero al ver la estructura manejada actualmente por la empresa, se aprecia que existen cierto número de concentradoras que tienen oficinas a su cargo, cada una de ellas pide recursos cuando lo considera necesario (en tiempos distintos) a la concentradora correspondiente.

Al hacer uso de este modelo se pretende que el tiempo de pedido de todas las oficinas que se encuentren en el área de influencia de una misma concentradora se sincronice. Aunque no se tienen artículos múltiples se tienen distintas oficinas bajo el mando de una concentradora, dichas oficinas se consideraron como los diversos artículos y se obtuvo el recorrido mínimo que podría hacer la trasladadora si sale desde la concentradora y pasa a todas y cada una de las oficinas, esto, con el fin de que los recursos se lleven el mismo día y en un solo recorrido.

¹⁶ Ver Tabla A.14 en el anexo para consultar tabla de nivel promedio de inventario completa

Se necesitaron varios datos para comenzar a desarrollar el modelo, el primero de ellos, las demandas que cada una de las oficinas solicitará a la concentradora correspondiente. Este dato ya se ha mostrado en el modelo de revisión para artículo único, un ejemplo de estas demandas puede verse en la tabla 3.5.

Para realizar en un solo viaje el traslado de los recursos desde cada concentradora a las oficinas a su cargo, debe establecerse la ruta que deberá seguir la trasladadora, ruta que tendrá que ser la menor en distancia para de esta manera minimizar los costos de transporte. Primero se necesitaron las distancias de cada concentradora a las oficinas y de las oficinas entre sí.

	ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ	VILLA SOLA DE VEGA	SANTO TOMÁS TAMAZULAPAN
ZIMATLAN DE ÁLVAREZ	0	70632.19	167271.22
VILLA SOLA DE VEGA	70632.19	0	160150.61
SANTO TOMÁS TAMAZULAPAN	167271.22	160150.61	0

Tabla 3.15 Tabla ejemplo de la distancia en Km entre la concentradora de Zimatlán y sus oficinas¹⁷

Con ayuda de las distancias anteriores se obtuvo una ruta mínima que pasara por todos los lugares una sola vez, esto, mediante la solución del problema del agente viajero (hecho en WinQSB, en la sección *Network Modeling*) realizado para cada concentradora. Además, se utilizó ArcView con su herramienta *Network Analyst* para comparar resultados y establecer el mejor camino.

Las tablas obtenidas con las rutas se aprecian a continuación:

02-17-2009	From Node	Connect To	Distance/Cost		From Node	Connect To	Distance/Cost
1	ZIMATLAN	TAMAZULAPAN	167271.2	3	VILLA	ZIMATLAN	70632.19
2	TAMAZULAPAN	VILLA SOLA DE	160150.6				
	Total	Minimal	Traveling	Distance	or Cost	=	398054
	{Result	from	Branch	and	Bound	Method]	

Tabla 3.16 Tabla ejemplo de los resultados obtenidos mediante el programa WinQSB

Las tablas obtenidas fueron ordenadas, además, para obtener la distancia total correcta del recorrido se restaron los kilómetros de regreso a la concentradora debido a que éstas ya no son cobradas por la empresa trasladadora.

¹⁷ Ver tabla A.15 en el anexo para consultar tabla de distancias entre oficinas y concentradoras completa

Las distancias finales de cada recorrido por concentradora se muestran en una tabla.

Concentradora	Distancia total de recorrido en Km
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ	230782.8
TLACOLULA DE MATAMOROS	306017.31
OAXACA DE JUÁREZ	310709.92
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN	285852.27
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC	189070.48
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN	108202.98
JUCHITÁN DE ZARAGOZA	445532.82
SANTIAGO JUXTLAHUACA	471303.12
SAN PEDRO MIXTEPEC	157497.06
IXTLÁN DE JUÁREZ	89070.01

Tabla 3.17 Tabla de distancias en Km del recorrido de cada concentradora y sus oficinas

Se calculó el periodo de revisión, que en este caso será el mismo para todas las oficinas, debido a que, como se mencionó con anterioridad, las distintas oficinas harán las veces de artículos múltiples.

El tiempo de revisión común para artículos que se piden de manera conjunta es:

$$T = \sqrt{\frac{2 \left(O + \sum_i S_i \right)}{I \sum_i C_i D_i}}$$

donde:

$O = \text{costo del viaje sin contar los kilómetros recorridos} = \177.13

i es el subíndice de un artículo en particular

$C = \text{Costo por unidad} = \$10,000$

$I = \text{Costo de oportunidad} + \text{Costo de seguro} = 0.001944225$

$D = \text{Demanda}$

Además, como se puede ver en la expresión matemática, se debe hacer una suma de los costos fijos de cada una de las oficinas que pertenecen al área de influencia de cada una de las concentradoras $\left(\sum_i S_i \right)$. Este valor se obtiene de multiplicar la cantidad de kilómetros que tiene el recorrido por el costo por kilómetro que cobra la trasladadora, se considera fijo, ya que es independiente de la cantidad de efectivo que se traslade. La siguiente tabla resume los resultados obtenidos:

Concentradora	Suma de valores S_i
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ	\$3,590.98
TLACOLULA DE MATAMOROS	\$4,761.63
OAXACA DE JUÁREZ	\$4,834.65
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN	\$4,447.86
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC	\$2,941.94
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN	\$1,683.64
JUCHITÁN DE ZARAGOZA	\$6,932.49
SANTIAGO JUXTLAHUACA	\$7,333.48
SAN PEDRO MIXTEPEC	\$2,450.65
IXTLÁN DE JUÁREZ	\$1,385.93

Tabla 3.18 Tabla de la suma de valores S_i en pesos mexicanos por concentradora

Por otro lado, la suma de $\sum_i C_i D_i$ para cada una de las concentradoras, se resume en la siguiente tabla:

Concentradora	Suma $C_i * D_i$
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ	254563.9
TLACOLULA DE MATAMOROS	433779.4
OAXACA DE JUÁREZ	3523161.3
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN	1267083.6
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC	847310.9
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN	682491.2
JUCHITÁN DE ZARAGOZA	1744732.8
SANTIAGO JUXTLAHUACA	1463192.1
SAN PEDRO MIXTEPEC	583564.7
IXTLÁN DE JUÁREZ	288734.8

Tabla 3.19 Tabla de la suma de valores $C_i * D_i$ por concentradora

A modo de ejemplo se desarrollará el caso de la concentradora Zimatlán de Álvarez

$$T = \sqrt{\frac{2(177.13 + 3590.9803)}{0.001944225(254563.9)}} = 3.902160$$

El periodo de revisión de cada una de las concentradoras se puede apreciar en la tabla siguiente:

Concentradora	Periodo de revisión por concentradora (semanas)
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ	3.902160179
TLACOLULA DE MATAMOROS	3.42228492
OAXACA DE JUÁREZ	1.209682147
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN	1.937735605
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC	1.945954249
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN	1.674708878
JUCHITÁN DE ZARAGOZA	2.047389399
SANTIAGO JUXTLAHUACA	2.297886243
SAN PEDRO MIXTEPEC	2.152246645
IXTLÁN DE JUÁREZ	2.359825355

Tabla 3.19 Tabla de tiempo de revisión por concentradora

El nivel máximo para cada artículo es:

$$M_i = d_i(T + TE) + z_i(s'_d)_i$$

Para el cálculo de este nivel máximo de inventario se requieren las desviaciones estándar de la distribución de la demanda s'_d de cada una de las oficinas, mismas que ya fueron obtenidas para el modelo de revisión periódica para artículo único y pueden apreciarse en la Tabla 3.12. También se sabe que $z_{(0.95)} = 1.645$.

Se desarrollará el caso de Acatlán de Pérez Figueroa que es oficina de la concentradora San Juan Bautista Tuxtepec, las demás oficinas tuvieron un manejo similar.

$$d = 16.41977$$

$$T = 1.945954$$

$$TE = 0.011245754$$

$$z_{0.95} = 1.645$$

$$s'_d_i = 3.354907509$$

Por lo que:

$$M = 16.41977(1.945954 + 0.011245754) + 1.645(3.354907) = 37.655559.$$

Los valores M de cada oficina se muestran en la siguiente tabla:

Oficina	Nivel máximo de Inventario (M)
ACATLÁN DE PEREZ FIGUEROA	37.65559675
CALIHUALA	2.584862773
CIUDAD IXTEPEC	76.78092103
COSOLAPA	98.11815893
CUILAPAM DE GUERRERO	7.111861172
EL BARRIO DE LA SOLEDAD	37.91370675
HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO	136.3338179
HEROICA CUIDAD DE EJUTLA DE CRESPO	30.63799257
JUCHITÁN DE ZARAGOZA	7.070771537
LOMA BONITA	53.83360849
MARISCALA DE JUÁREZ	45.34723794
MATÍAS ROMERO AVENDAÑO	79.50769095
OCOTLÁN DE MOREOS	34.65536698
PUTLA VILLA GUERRERO	104.0432976
SALINA CRUZ	57.44463752
SAN AGUSTÍN ETLA	64.89630879
SAN BARTOLOMÉ ZOOGOCHO	7.187479243
SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA	39.57407375
SAN JUAN BAUTISTA COIXTLAHUACA	21.01940398
SAN JUAN JUQUILA MIXES	90.17779886
SAN JUAN TEPOSCOLULA	105.9546347
SAN PABLO HUITZO	45.8003464
SAN PABLO VILLA DE MITLA	38.00243709
SAN PEDRO POCHUTLA	81.14623197
SAN PEDRO TAPANATEPEC	35.0743934
SAN SEBASTIÁN TECOMAXTLAHUACA	12.0079893
SANTA CRUZ TACACHE DE MINA	22.28443092
SANTA LUCÍA MIAHUATLÁN	67.30846336
SANTIAGO CHAZUMBA	31.74811034
SANTIAGO MATATLÁN	8.154192782
SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL	52.79550132
SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC	91.47854944
SANTO DOMINGO TONALÁ	126.6363595
SANTO TOMÁS TAMAZULAPAN	38.67143725
SANTO TOMÁS TAMAZULAPAN	97.135621
SANTOS REYES NOPALA	61.54695985
SILACAYOAPAM	81.70234006
TEZOATLÁN DE SEGURA Y LUNA	44.68670915
TLACOTEPEC PLUMAS	4.016992966
VILLA DE ETLA	100.0800055
VILLA DE ZAACHILA	18.36234492
VILLA HIDALGO	30.17634364
VILLA HIDALGO	2.651608833
VILLA SOLA DE VEGA	95.92080374

Tabla 3.20 Tabla de nivel máximo de inventario en U.E. por oficina

El costo total por concentradora se obtuvo de la siguiente manera:

Costo total = Costo de pedido + Costo de manejo de existencias regulares + Costo de manejo de existencias de seguridad + stock de falta de existencias

$$CT = \frac{O + \sum_i S_i}{T} + \frac{TI \sum_i C_i D_i}{2} + I \sum_i C_i z_i (s'_d)_i + \frac{1}{T} \sum_i k_i (s'_d)_i (E_{(z)})_i$$

Recordando que:

$k = 2,500$ por unidad de envío

$E_{(z)} = 0.0916$

Para obtenerlo, se necesitaron cálculos previos como $I \sum_i C_i z_i (s'_d)_i$ y $\sum_i k_i (s'_d)_i (E_{(z)})_i$ ya que se hacen considerando cada una de las oficinas y el resultado final queda por concentradora, los resultados fueron los siguientes:

Concentradora	Suma: $(C_i)(Z_i)(s'_d)_i$	Suma: $(k_i)(s'_d)_i (E_{(z)_i})$
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ	348509.3065	4851.588521
TLACOLULA DE MATAMOROS	177291.1913	4469.960252
OAXACA DE JUÁREZ	783551.615	3875.606183
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN	244416.624	3383.633282
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC	243060.1201	6050.393773
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN	164308.3774	6602.376895
JUCHITÁN DE ZARAGOZA	499491.7212	1606.452613
SANTIAGO JUXTLAHUACA	519653.2025	519.6362918
SAN PEDRO MIXTEPEC	166156.6855	5318.665461
IXTLÁN DE JUÁREZ	32278.27115	7481.25076

Tabla 3.21 Tabla de resultados parciales para el cálculo del costo total anual

Para Zimatlán de Alvarez

$$CT = \frac{177.13 + 3590.980368}{\frac{3.902160}{52}} + \frac{3.902160 (0.0019944225) (254563.9)}{2} + 0.001944225 (348509.3065) + \frac{1}{\frac{3.902160}{52}} (4851.588525)$$

$$CT = 50213.6586 + 965.6472813 + 677.5806464 + 64652.0367$$

$$= 116508.9232$$

Los costos anuales por concentradora , se resumen en la siguiente tabla

Concentradora	Costo total anual
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ	\$116,508.92
TLACOLULA DE MATAMOROS	\$144,748.85
OAXACA DE JUÁREZ	\$387,703.91
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN	\$217,777.02
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC	\$247,102.72
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN	\$264,212.67
JUCHITÁN DE ZARAGOZA	\$225,816.21
SANTIAGO JUXTLAHUACA	\$185,999.13
SAN PEDRO MIXTEPEC	\$193,536.57
IXTLÁN DE JUÁREZ	\$200,021.28

Tabla 3.22 Tabla de costo total anual en pesos mexicanos (\$) por concentradora

Los costos totales anuales por concentradora no incluyen los viajes especiales, debido a que, como se ha mencionado antes, son casos que no pueden ser sincronizados con el resto de las oficinas ya que son de difícil acceso y la trasladadora no puede llegar a ellas.

Nivel de servicio

Está dado por la siguiente expresión:

$$SL = 1 - \frac{s'_d(E_{(z)})}{Q}$$

se obtiene para cada una de las oficinas, para ello fue necesario calcular $Q = dT$, donde d es la demanda de cada oficina y T el tiempo de revisión por concentradora.

Para Acatlán de Pérez Figueroa:

$$Q = dT, \text{ de donde } Q = 31.9521212$$

$$\text{además } s'_d = 3.354907, \quad E_{(z)} = 0.0916$$

Por lo que:

$$SL = 1 - \frac{3.354907(0.0916)}{31.9521212}$$

$$= 0.990382$$

Ejemplo de los resultados para cada oficina se muestran a continuación:

Oficina	SL
ACATLÁN DE PEREZ FIGUEROA	0.990382187
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN	
CALIHUALA	0.992629318
CIUDAD IXTEPEC	0.992154487
COSOLAPA	0.991356895
CUILAPAM DE GUERRERO	0.990211961
EL BARRIO DE LA SOLEDAD	0.991518474
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPAN DE LEÓN	
HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO	0.98787425
HEROICA CUIDAD DE EJUTLA DE CRESPO	0.992846124
IXTLÁN DE JUÁREZ	

Tabla 3.23 Tabla ejemplo del nivel de servicio por oficina¹⁸

Cabe señalar, que las concentradoras no formaron parte de los cálculos, es por eso que éstas no tienen valor en el *SL*.

Nivel promedio de inventario

Se obtiene mediante:

$$A|L = \frac{Q}{2} + z(s'_d)$$

Para Acatlán de Pérez Figueroa:

Recordando que:

$$z_{0.95} = 1.645, \quad d = 16.41977, \quad s'd = 3.35490759$$

Entonces:

¹⁸ Ver tabla A.16 en el anexo para consultar tabla de nivel de servicio completa

$$A | L = \frac{31.9521212}{2} + 1.645 (3.354907)$$

$$= 21.49488345$$

Ejemplo de los resultados para cada oficina se muestran a continuación:

Oficina	A / L
ACATLÁN DE PÉREZ FIGUEROA	21.49488345
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN	
CALIHUALA	1.439156479
CIUDAD IXTEPEC	43.03048647
COSOLAPA	55.58758341
CUILAPAM DE GUERRERO	4.0759422
EL BARRIO DE LA SOLEDAD	21.41463428
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN	
HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO	80.16792038
HEROICA CUIDAD DE EJUTLA DE CRESPO	16.9977725
IXTLÁN DE JUÁREZ	

Tabla 3.23 Tabla ejemplo del nivel de servicio por oficina¹⁹

en el capítulo III se desarrolla la aplicación de estos elementos al problema en cuestión para llegar a una solución que lleve a cumplir el objetivo: Determinar una política de inventario para el manejo de flujo de efectivo de las oficinas de GIROS del Estado de Oaxaca, de forma que se determine cuánto y cuándo mandar recursos económicos basándose en demandas semanales y en la ruta más adecuada para la trasladadora de valores, estableciendo los costos para tal actividad, mismos que deberán ser los menores de los obtenidos en las posibles soluciones.

En este capítulo, se llevó a cabo el desarrollo de la aplicación de los elementos teóricos indispensables para la solución del problema planteado, se han realizado los cálculos necesarios que llevarán a tomar la decisión más adecuada en cuanto a la política de inventarios para el manejo de flujo de efectivo para las oficinas de GIROS en el Estado de Oaxaca, estableciendo la ruta más adecuada para la trasladadora de valores. En el capítulo IV, se presentarán los resultados, de tal manera que quede clara la propuesta de solución, así como su justificación.

¹⁹ Ver tabla A.17 en el anexo para consultar tabla de nivel promedio de inventario completa

CAPÍTULO IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

IV.1 POLÍTICA DE INVENTARIOS

En el capítulo anterior se explicó cómo se obtuvieron los resultados de los modelos de inventarios aplicados al caso:

- Modelo de revisión periódica con demanda incierta para artículo único
- Modelo de revisión periódica con demanda incierta para pedidos conjuntos

A continuación, se mostrará un resumen de los resultados obtenidos para cada modelo, las variables que se muestran en la tabla son:

S es un costo fijo, independiente de la demanda y básicamente es el costo por viaje para cada oficina

Q es el tamaño de pedido para reaprovisionar el inventario

TE es el tiempo de entrega para cada oficina (semanas)

T es el periodo de revisión de inventario para cada oficina (semanas)

s_d es la desviación estándar de las demandas de cada oficina

s_d' es la desviación estándar de la distribución de la demanda

M es el punto de nivel máximo de inventario

$A|L$ es el nivel promedio de inventario

CT es el costo total anual: Costo total= Costo del pedido + Costo de manejo de existencias regulares + Costo de existencias de seguridad + Costo por falta de existencias

SL Es un probabilidad de tener el artículo disponible en el momento y la cantidad deseada

A continuación se presenta la

Tabla 4.1 Resumen de resultados para modelo de revisión periódica con demanda incierta para artículo único

Oficina	S	Q	TE	T	sd	s'd	M	A/L	CT	SL
SANTOS REYES NOPALA	711.750905	43.99948588	0.003408598	1.664040196	1.883271705	2.431863724	48.09002968	26.00015876	401.49.78459	0.994937243
HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO	1075.4158	49.73326351	0.005727227	2.22439977	1.916360438	2.861817889	54.56900363	29.57432218	41035.41157	0.99472903
VILLA SOLA DE VEGA	1276.16688	54.58627804	0.007007162	2.40495731	2.147123512	3.334590286	60.23072341	32.77854004	44741.59703	0.994404299
SILACAYOAPAM	1097.42807	59.43822273	0.005867571	1.899300291	3.898249831	5.380669192	68.47304803	38.57031219	64530.89191	0.991707873
CALIHUALA	1411.27342	11.99092235	0.007868564	12.107151	0.120599305	0.419765619	12.68922982	6.685975617	6604.245773	0.996793363
TLACOTEPEC PLUMAS	1336.43869	17.20195096	0.007391438	7.991986137	0.190259745	0.538114889	18.10305929	9.486174474	9681.78193	0.99713455
SANTIAGO CHAZUMBA	1118.19118	41.47090936	0.005999951	2.773677022	1.17124131	1.95273606	44.77286905	23.9477055	29812.60551	0.995686841
VILLA HIDALGO(DE TLACOLULA)	1357.33951	33.24683835	0.007524696	4.199731488	0.968789704	1.987142415	36.57525628	19.89226845	22827.36286	0.994525126
VILLA HIDALGO (DE IXTLÁN)	1435.65127	3.546786049	0.008023991	41.63871859	0.968789704	6.252015324	13.83203474	12.05795823	3815.304522	0.838534212
SAN PABLO VILLA DE MITLA	555.637425	23.65024293	0.002413261	2.416791977	1.468329558	2.283809622	27.43072545	15.58198829	23510.88396	0.991154553
SAN SEBASTIÁN TECOMAXTLAHUACA	530.511915	15.83740414	0.002253067	3.445835412	0.570148377	1.058710189	17.58933772	9.660280331	11852.25765	0.993876657
SAN BARTOLOMÉ ZOOGOCHO	922.865251	16.04203939	0.004754606	5.917824773	0.30739718	0.74809254	17.28554041	9.251631926	9794.432181	0.995728394
SANTA CRUZ TACACHE DE MINA	1316.94979	37.30604191	0.007267183	3.631394494	1.032789649	1.970074796	40.62147217	21.893794	25744.04859	0.995162745
VILLA DE ZAACHILA	536.382392	26.94974999	0.002290496	2.047402167	1.343565168	1.92354836	30.14413661	16.63911204	25134.21029	0.993462016
MARISCALA DE JUÁREZ	1230.28713	51.62213509	0.006714645	2.451624221	1.882566764	2.951693513	56.6190565	30.66660338	41028.07552	0.994762419
CUILAPAM DE GUERRERO	449.413351	15.18241349	0.001736005	3.045008723	0.58500932	1.021129491	16.87082723	9.27096476	11848.22955	0.993839223
SANTIAGO MATATLÁN	705.157044	12.28097227	0.003366558	5.906585355	0.338816599	0.823676455	13.64291979	7.495433904	8014.319323	0.99385645
JUCHITÁN DE ZARAGOZA	177.13	7.139837475	0	2.552038273	0.570482124	0.91135091	8.639009723	5.069090985	7960.163393	0.988307893
OCOTLÁN DE MOREOS	801.265718	44.96634626	0.00397932	1.833041713	2.713022066	3.677141909	51.11286141	28.53207157	47172.99215	0.992509371
SANTA LUCÍA MIAHUATLÁN	2158.79574	99.69248641	0.012634564	2.227575902	7.039838125	10.5367599	117.5909012	67.17921324	108027.1097	0.990318556
LOMA BONITA	954.527672	49.26148233	0.004956477	1.993262213	2.445451393	3.456850067	55.07049507	30.31725953	46142.70474	0.993572108
SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL	2542.77126	74.05796482	0.015082688	3.531985464	1.692330859	3.187278698	79.61728907	42.27205587	49003.8914	0.996057754
HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO	1091.34675	73.87021363	0.005828799	1.519766237	9.739769015	12.03007378	93.94300133	56.72457818	132704.7703	0.985082556
SAN JUAN JUQUILA MIXES	1555.12064	61.43950607	0.008785695	2.603752844	3.043713898	4.919661028	69.7396603	38.81259542	54311.76022	0.99266529
SALINA CRUZ	967.829138	49.74843926	0.005041284	2.001255873	2.754184373	3.901131939	56.2911206	31.29158167	48968.90869	0.992816987
SAN PEDRO TAPANATEPEC	1930.61456	55.65323153	0.011179743	3.568523636	1.20364804	2.277314617	59.57376876	31.57279831	36345.7716	0.996251754
MATÍAS ROMERO AVENDAÑO	1943.8401	81.74256904	0.011264065	2.446220718	4.632029139	7.261338816	94.06386983	52.81618687	77695.21631	0.991863008
COSOLAPA	1751.93955	88.64028595	0.01004056	2.033159055	5.734763537	8.197301601	102.5625886	57.80470411	93942.13255	0.991528989
CIUDAD IXTEPEC	575.253139	44.05204463	0.002538325	1.343310203	4.013611199	4.656218926	51.79476572	29.68550245	64121.23846	0.990318051
VILLA DE ETLA	364.520169	51.02198903	0.001194749	0.734932689	8.847886831	7.591298379	63.59261916	37.99868035	149530.9504	0.986371309
ACATLÁN DE PÉREZ FIGUEROA	1473.14387	49.8824539	0.008263034	3.03795083	2.398076028	4.185459491	56.90321187	31.82630781	42240.22991	0.992314169
SAN JUAN BAUTISTA COIXTLAHUACA	905.24075	32.3917378	0.004642237	2.874837055	0.989893373	1.679752889	35.20723691	18.9590624	23700.36975	0.995249858
SAN PABLO HUITZO	731.723254	49.1815004	0.003535937	1.530482859	3.795872091	4.701396829	57.02892419	32.32454798	62069.09965	0.9912437
TEZOATLÁN DE SEGURA Y LUNA	933.772033	44.60163823	0.004824145	2.153641632	1.917962294	2.817816115	49.33685316	26.93612663	38650.14436	0.994212949
SANTO DOMINGO TONALÁ	858.351001	72.61470233	0.004343281	1.215972472	4.653130776	5.140215978	81.32972701	44.76300645	87914.98132	0.993515862
SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA	889.851754	50.25970929	0.004544121	1.821298271	3.376416968	4.562340736	57.89015727	32.63490515	55870.17404	0.991684982
SAN JUAN TEPOSCOLULA	793.55107	66.90149783	0.003930134	1.220175855	6.529293128	7.223965742	79.00040833	45.33417256	105200.4925	0.990109111
STO TOMÁS TAMAZULAPAN (DE ZIMATLÁN)	2779.87018	28.08853019	0.016594367	10.18072925	8.555304125	27.31986529	73.07549228	58.98544349	47300.49836	0.910906707
STO TOMÁS TAMAZULAPAN(DE OAXACA)	1929.46235	115.690071	0.011172397	1.715629899	8.555304125	11.24234119	134.9371105	76.33868676	137997.229	0.991098644
SAN PEDRO POCUHLA	1550.79014	71.35368086	0.008758085	2.235733509	4.986137962	7.470046108	83.92142197	47.96506628	76788.81526	0.990410358
SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC	1205.82541	68.4494454	0.006558684	1.812165604	5.894450451	7.949260966	81.77371546	47.30125699	87756.47537	0.989362188
EL BARRIO DE LA SOLEDAD	1091.03073	42.42153761	0.005826784	2.645659586	2.12163803	3.454744951	48.19802198	26.89382425	37516.56286	0.992540237
PUTLA VILLA GUERRERO	627.145584	50.71253022	0.002869178	1.27214459	4.782442721	5.400167295	59.71018177	34.23954031	76849.45728	0.990245895
SAN AGUSTÍN ETLA	552.917382	51.11565531	0.002395919	1.112729742	5.080150715	5.364614284	60.05050753	34.38261815	83917.37895	0.990386533

El modelo de revisión periódica con demanda incierta para artículo único, se manejó para los viajes especiales, ya que éstos deben manejarse siempre individualmente debido a que por el difícil acceso a esas oficinas y por sus costos particulares no pueden ser parte del segundo modelo, pues este último trata de manejar rutas de reparto de recursos y los viajes especiales quedan fuera de esas rutas.

El resumen de los resultados de los viajes especiales muestra en las siguientes tablas:

Oficina	<i>S</i>	<i>Q</i>	<i>TE</i>	<i>T</i>	<i>sd</i>
SAN FRANCISCO TLALPANCINGO	8539.01	61.15617675	0.151657677	14.36317929	0.449201621
SANTOS REYES TEPEJILLO	8065.69	50.87587741	0.146132905	16.30846179	0.266887267
SAN ILDEFONSO VILLA ALTA	8302.35	138.2936474	0.154096979	6.175643154	1.701305358
SANTIAGO CHOAPAM	9327.87	35.82849217	0.156034656	26.7816506	0.112000209
VILLA TALEA DE CASTRO	8065.69	55.28765391	0.143863394	15.00709913	0.391993115
SANTIAGO ZACATEPEC	10116.73	36.28475549	0.153233689	28.68133388	0.128105438
SANTIAGO TAMAZOLA	1195.61	49.50272298	0.151864183	2.484527663	2.883983586
ZAPOTITLAN LAGUNAS	8460.12	130.2501427	0.153649763	6.681618911	1.446451822

Oficina	<i>s'd</i>	<i>M</i>	<i>A/L</i>	<i>CT</i>	<i>SL</i>
SAN FRANCISCO TLALPANCINGO	1.711383718	64.61713769	33.39331459	32982.45027	0.997436682
SANTOS REYES TEPEJILLO	1.08260854	53.11264467	27.21882975	27037.37183	0.998050806
SAN ILDEFONSO VILLA ALTA	4.280309864	148.7855124	76.18793343	79641.89033	0.9971649
SANTIAGO CHOAPAM	0.58129819	36.99347086	18.87048161	18736.60156	0.998513839
VILLA TALEA DE CASTRO	1.525803303	58.32760747	30.15377339	29744.80035	0.997472065
SANTIAGO ZACATEPEC	0.687898383	37.61020427	19.27397059	19002.22619	0.998263417
SANTIAGO TAMAZOLA	4.682715407	60.23159254	32.45442833	48098.15647	0.991335088
ZAPOTITLAN LAGUNAS	3.7816538	139.466181	71.34589186	73968.06377	0.997340506

Tabla 4.2 Resumen de resultados para modelo de revisión periódica con demanda incierta para artículo único para los viajes especiales

A manera de ejemplo, la política de inventario para la oficina Santos Reyes Nopala es revisar el nivel de inventario cada $T= 1.66$ semanas (2 semanas) y establecer un pedido de reaprovisionamiento por la diferencia entre la cantidad disponible y $M=48.09$ U.E. Esta política tendrá un costo total anual de \$40,149.7849, con un nivel de servicio de 99.43% y un nivel promedio de inventario de 26 U.E. (Unidades de Envío).

Para el modelo de revisión periódica con demanda incierta para pedidos conjuntos, las oficinas se manejaron como diferentes artículos de la concentradora, por lo que se obtuvo un mismo tiempo de revisión por concentradora, así como un mismo costo total anual:

Concentradora	<i>T</i>	<i>CT</i>
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ	3.902160179	116508.9232
TLACOLULA DE MATAMOROS	3.42228492	144748.8538
OAXACA DE JUÁREZ	1.209682147	387703.9108
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN	1.937735605	217777.0194
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC	1.945954249	247102.7246
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN	1.674708878	264212.6747
JUCHITÁN DE ZARAGOZA	2.047389399	225816.2078
SANTIAGO JUXTLAHUACA	2.297886243	185999.1297
SAN PEDRO MIXTEPEC	2.152246645	193536.575
IXTLÁN DE JUÁREZ	2.359825355	200021.2762

Tabla 4.3. Tiempo de revisión y costo total anual por concentradora

Así, para todas las oficinas que pertenezcan a Zimatlán de Álvarez se hará la revisión cada 3.9 semanas (4 semanas), y el abastecimiento de recursos tendrá un costo anual de \$116,508.92 pesos mexicanos.

Los resultados que se muestran a continuación, son para cada oficina y algunos de ellos se utilizaron para el cálculo del costo total anual y el periodo de revisión por concentradora:

Oficina	sd	TE	s d	M*	AIL	Q*	SL
ACATLAN DE PEREZ FIGUEROA	2.398076028	0.011245754	3.354907509	37.65559675	21.49488345	31.9521212	0.990382187
CALIHUALA	0.120599305	0.007868564	0.183126572	2.584862773	1.439156479	2.275826535	0.992629318
CIUDAD IXTEPEC	4.013611199	0.005481209	5.750638775	76.78092103	43.03048647	67.14137138	0.992154487
COSOLAPA	5.734763537	0.002554755	8.005099304	98.11815893	55.58758341	84.83839011	0.991356895
CUILAPAM DE GUERRERO	0.58500932	0.004047609	0.644501281	7.111861172	4.0759422	6.031475186	0.990211961
EL BARRIO DE LA SOLEDAD	2.12163803	0.005285665	3.039704698	37.91370675	21.41463428	32.82864011	0.991518474
HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO	9.739769015	0.006583992	14.78543849	136.3338179	80.16792038	111.6917481	0.98787425
HEROICA CUIDAD DE EJUTLA DE CRESPO	1.916360438	0.005239589	2.112279323	30.63799257	16.9977725	27.04614603	0.992846124
JUCHITAN DE ZARAGOZA	0.570482124	0	0.816285845	7.070771537	4.206780876	5.727981323	0.986946224
LOMA BONITA	2.445451393	0.004956477	3.415684376	53.83360849	29.66495746	48.09231331	0.993494247
MARISCALA DE JUAREZ	1.882566764	0.010594038	2.627735246	45.34723794	24.72339559	40.80154223	0.9941007
MATIAS ROMERO AVENDAÑO	4.632029139	0.005256275	6.636334634	79.50769095	45.12440924	68.41527754	0.991114729
OCOTLAN DE MOREOS	2.713022066	0.002714197	2.987277964	34.65536698	19.75142863	29.67471275	0.990778861
PUTLA VILLA GUERRERO	4.782442721	0.012135238	7.268717436	104.0432976	57.75829049	91.60250061	0.992731481
SALINA CRUZ	2.754184373	0.002520109	3.943304867	57.44463752	31.93436381	50.8952546	0.992902939
SAN AGUSTIN ETLA	5.080150715	0.002726683	5.593725393	64.89630879	36.98636549	55.56937444	0.990779359
SAN BARTOLOME ZOOGOCHO	0.30739718	0.004754606	0.472690508	7.187479243	3.976083171	6.397014571	0.99323146
SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA	3.376416968	0.002769597	3.717819538	39.57407375	22.80672918	33.38183208	0.989798275
SAN JUAN BAUTISTA COIXTLAHUACA	0.989893373	0.003582503	1.282395835	21.01940398	11.54428994	18.86949759	0.993774744
SAN JUAN JUQUILA MIXES	3.043713898	0.006464873	5.636009604	90.17779886	49.64824308	80.75401455	0.993607024
SAN JUAN TEPOCOLULA	6.529293128	0.003930134	8.459502487	105.9546347	59.8275147	91.82326623	0.991561067
SAN PABLO HUITZO	3.795872091	0.001713639	4.177866891	45.8003464	26.30893514	38.87268822	0.990155232
SAN PABLO VILLA DE MITLA	1.468329558	0.004242765	2.718007582	38.00243709	21.21602036	33.48979577	0.99256581
SAN PEDRO POCHUTLA	4.986137962	0.012216111	7.335662626	81.14623197	46.41175923	68.68918842	0.990217577
SAN PEDRO TAPANATEPEC	1.20364804	0.019097743	1.730277923	35.0743934	18.81143001	31.93024564	0.995036259
SAN SEBASTIAN TECOMAXTLAHUACA	0.570148377	0.005084575	0.865231077	12.0079893	6.703962602	10.56131496	0.99249571
SANTA CRUZ TACACHE DE MINA	1.032789649	0.001168643	1.438103217	22.28443092	12.3190525	19.90674542	0.993382632
SANTA LUCIA MIAHUATLAN	7.039838125	0.008671977	7.770508538	67.30846336	39.85142298	54.13787288	0.986852483
SANTIAGO CHAZUMBA	1.17124131	0.005999951	1.632920236	31.74811034	17.17227763	28.97224768	0.994837284
SANTIAGO MATATLAN	0.338816599	0.003366558	0.627099228	8.154192782	4.589385633	7.115614805	0.991927291
SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL	1.692330859	0.017997103	2.575393609	52.79550132	28.32733207	48.18161917	0.995103816
SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC	5.894450451	0.006558684	8.447691631	91.47854944	52.5636332	77.33436093	0.989993988
SANTO DOMINGO TONALA	4.653130776	0.004237951	6.484356961	126.6363595	68.52502363	115.7165129	0.99486705
SANTO TOMAS TAMAZULAPAN	8.555304125	0.016594365	16.9359469	38.67143725	33.24264311	10.76602091	0.855904726
SANTO TOMAS TAMAZULAPAN	8.555304125	0.001142302	9.414040087	97.135621	56.27234406	81.57249623	0.989428715
SANTOS REYES NOPALA	1.883271705	0.003408598	2.765047739	61.54695985	33.0026677	56.90832835	0.995549362
SILACAYOAPAM	3.898249831	0.002086185	5.911953147	81.70234006	45.68110813	71.91189041	0.992469466
TEZOATLAN DE SEGURA Y LUNA	1.917962294	0.007533583	2.675037773	44.68670915	24.46556338	40.13025248	0.993894046
TLACOTEPEC PLUMAS	0.190259745	0.003221786	0.246452891	4.016992966	2.2077367	3.60464339	0.993737221
VILLA DE ETLA	8.847886831	0.001194749	9.736201547	100.0800055	58.00655638	83.98100968	0.989380503
VILLA DE ZAACHILA	1.343565168	0.000604055	1.478096461	18.36234492	10.39293125	15.92292514	0.991496937
VILLA HIDALGO	0.968789704	0.016284663	1.796463605	30.17634364	16.50130502	27.09224478	0.993926082
VILLA HIDALGO	0.968789704	0.004081705	1.489514425	2.651608833	2.550756191	0.201009924	0.321229923
VILLA SOLA DE VEGA	2.147123512	0.015887956	4.250029174	95.92080374	51.27574322	88.56889045	0.995604521

Tabla 4.4.

Resumen de resultados para modelo de revisión periódica con demanda incierta para pedidos conjuntos por oficina

A manera de ejemplo, la política de inventario para la oficina Acatlán de Pérez Figueroa que pertenece a la concentradora San Juan Bautista Tuxtepec es revisar el nivel de inventario cada $T=1.94$ semanas (2 semanas) como todas las demás oficinas que pertenezcan a esa concentradora y establecer un pedido de reaprovisionamiento por la diferencia entre la cantidad disponible y $M=37.66$ U.E. (Unidades de Envío). Esta política tendrá un costo total anual para esa concentradora de \$247,102.72, con un nivel de servicio de 99.03% y un nivel promedio de inventario de 21.39 U.E. para Acatlán de Pérez Figueroa.

Como se mencionó anteriormente, el costo total anual de cada uno de los viajes especiales, fue obtenido de manera independiente mediante el modelo de revisión periódica para demanda incierta cuando se maneja un único artículo, ahora bien los costos correspondientes a esos viajes especiales por concentradora son:

Concentradora	Viajes Especiales (costo anual)
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ	\$0.00
TLACOLULA DE MATAMOROS	\$19,002.23
OAXACA DE JUÁREZ	\$0.00
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN	\$0.00
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC	\$18,736.60
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN	\$0.00
JUCHITÁN DE ZARAGOZA	\$0.00
SANTIAGO JUXTLAHUACA	\$182,086.04
SAN PEDRO MIXTEPEC	\$0.00
IXTLÁN DE JUÁREZ	\$109,386.69

Tabla 4.5 Tabla de costo total anual por concentradora de los viajes especiales

Zimatlán de Álvarez no tiene a su cargo ninguna oficina con viaje especial, por lo que no genera ningún costo por este concepto.

El resumen de resultados por concentradora se muestra a continuación:

ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ								
	<i>sd</i>	<i>TE</i>	<i>s'd</i>	<i>D</i>	<i>M</i>	<i>A/L</i>	<i>Q</i>	<i>SL</i>
SANTO TOMAS TAMAZULAPAN	8.555304125	0.016594365	16.9359469	2.75899	38.67143725	33.24264311	10.76602091	0.855904726
VILLA SOLA DE VEGA	2.147123512	0.015887956	4.250029174	22.6974	95.92080374	51.27574322	88.56889045	0.995604521
<i>T=</i>	3.902160179							
<i>CT anual por oficinas=</i>	116508.9232							
<i>CT anual por viajes especiales=</i>	0							
<i>CT anual =</i>	116508.9232							

Tabla 4.6 Tabla de resultados de Zimatlán de Álvarez

TLACOLULA DE MATAMOROS								
	<i>sd</i>	<i>TE</i>	<i>s'd</i>	<i>D</i>	<i>M</i>	<i>A/L</i>	<i>Q</i>	<i>SL</i>
SAN JUAN JUQUILA MIXES	3.043713898	0.006464873	5.636009604	23.59652	90.17779886	49.64824308	80.75401455	0.993607024
SAN PABLO VILLA DE MITLA	1.468329558	0.004242765	2.718007582	9.7858	38.00243709	21.21602036	33.48979577	0.99256581
SANTIAGO MATATLÁN	0.338816599	0.003366558	0.627099228	2.0792	8.154192782	4.589385633	7.115614805	0.991927291
VILLA HIDALGO	0.968789704	0.016284663	1.796463605	7.91642	30.17634364	16.50130502	27.09224478	0.993926082
<i>T=</i>	3.42228492							
<i>CT anual por oficinas=</i>	144748.8538							
<i>CT anual por viajes especiales=</i>	19002.22619 (SANTIAGO ZACATEPEC)							
<i>CT anual =</i>	163751.08							

Tabla 4.7 Tabla de resultados de Tlacolula de Matamoros

OAXACA DE JUÁREZ								
	<i>sd</i>	<i>TE</i>	<i>s'd</i>	<i>D</i>	<i>M</i>	<i>A/L</i>	<i>Q</i>	<i>SL</i>
CUILAPAM DE GUERRERO	0.58500932	0.004047609	0.644501281	4.986	7.111861172	4.0759422	6.031475186	0.990211961
HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO	1.916360438	0.005239589	2.112279323	22.35806	30.63799257	16.9977725	27.04614603	0.992846124
OCOTLÁN DE MOREOS	2.713022066	0.002714197	2.987277964	24.531	34.65536698	19.75142863	29.67471275	0.990778861
SAN AGUSTÍN ETLA	5.080150715	0.002726683	5.593725393	45.93717	64.89630879	36.98636549	55.56937444	0.990779359
SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA	3.376416968	0.002769597	3.717819538	27.59554	39.57407375	22.80672918	33.38183208	0.989798275
SAN PABLO HUITZO	3.795872091	0.001713639	4.177866891	32.13463	45.8003464	26.30893514	38.87268822	0.990155232
SANTA LUCÍA MIAHUATLÁN	7.039838125	0.008671977	7.770508538	44.7538	67.30846336	39.85142298	54.13787288	0.986852483
SANTO TOMÁS TAMAZULAPAN	8.555304125	0.001142302	9.414040087	67.433	97.135621	56.27234406	81.57249623	0.989428715
VILLA DE ETLA	8.847886831	0.001194749	9.736201547	69.42403	100.0800055	58.00655638	83.98100968	0.989380503
VILLA DE ZAACHILA	1.343565168	0.000604055	1.478096461	13.1629	18.36234492	10.39293125	15.92292514	0.991496937
T=	1.209682147							
CT anual por oficinas=	387703.9108							
CT anual por viajes especiales=	0							
CT anual =	387703.9108							

Tabla 4.8 Tabla de resultados de Oaxaca de Juárez

SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC								
	<i>sd</i>	<i>TE</i>	<i>s'd</i>	<i>D</i>	<i>M</i>	<i>A/L</i>	<i>Q</i>	<i>SL</i>
ACATLÁN DE PÉREZ FIGUEROA	2.398076028	0.011245754	3.354907509	16.41977	37.65559675	21.49488345	31.9521212	0.990382187
COSOLAPA	5.734763537	0.002554755	8.005099304	43.59732	98.11815893	55.58758341	84.83839011	0.991356895
LOMA BONITA	2.445451393	0.004956477	3.415684376	24.714	53.83360849	29.66495746	48.09231331	0.993494247
T=	1.945954249							
CT anual por oficinas=	247102.7246							
CT anual por viajes especiales=	18736.60156 (SANTIAGO CHOAPAM)							
CT anual =	265839.3261							

Tabla 4.9 Tabla de resultados de San Juan Bautista Tuxtepec

HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPAN DE LEÓN								
	<i>sd</i>	<i>TE</i>	<i>s'd</i>	<i>D</i>	<i>M</i>	<i>A/L</i>	<i>Q</i>	<i>SL</i>
MARISCALA DE JUÁREZ	1.882566764	0.010594038	2.627735246	21.0563	45.34723794	24.72339559	40.80154223	0.9941007
SANTA CRUZ TACACHE DE MINA	1.032789649	0.001168643	1.438103217	10.2732	22.28443092	12.3190525	19.90674542	0.993382632
SANTIAGO CHAZUMBA	1.17124131	0.005999951	1.632920236	14.9516	31.74811034	17.17227763	28.97224768	0.994837284
SANTO DOMINGO TONALÁ	4.653130776	0.004237951	6.484356961	59.71739	126.6363595	68.52502363	115.7165129	0.99486705
TEZOATLÁN DE SEGURA Y LUNA	1.917962294	0.007533583	2.675037773	20.70987	44.68670915	24.46556338	40.13025248	0.993894046
<i>T=</i>	1.937735605							
<i>CT anual por oficinas=</i>	217777.0194							
<i>CT anual por viajes especiales=</i>	0							
<i>CT anual =</i>	217777.0194							

Tabla 4.10 Tabla de resultados de Heroica Ciudad de Huajuapan de León

ASUNCION NOCHIXTLÁN								
	<i>sd</i>	<i>TE</i>	<i>s'd</i>	<i>D</i>	<i>M</i>	<i>A/L</i>	<i>Q</i>	<i>SL</i>
SAN JUAN BAUTISTA COIXTLAHUACA	0.989893373	0.003582503	1.282395835	11.26733	21.01940398	11.54428994	18.86949759	0.993774744
SAN JUAN TEPOSCOLULA	6.529293128	0.003930134	8.459502487	54.82939	105.9546347	59.8275147	91.82326623	0.991561067
TLACOTEPEC PLUMAS	0.190259745	0.003221786	0.246452891	2.1524	4.016992966	2.2077367	3.60464339	0.993737221
<i>T=</i>	1.674708878							
<i>CT anual por oficinas=</i>	264212.6747							
<i>CT anual por viajes especiales=</i>	0							
<i>CT anual =</i>	264212.6747							

Tabla 4.11 Tabla de resultados de Asunción Nochixtlán

JUCHITÁN DE ZARAGOZA								
	<i>sd</i>	<i>TE</i>	<i>s'd</i>	<i>D</i>	<i>M</i>	<i>A/L</i>	<i>Q</i>	<i>SL</i>
CIUDAD IXTEPEC	4.013611199	0.005481209	5.750638775	32.79365	76.78092103	43.03048647	67.14137138	0.992154487
EL BARRIO DE LA SOLEDAD	2.12163803	0.005285665	3.039704698	16.03439	37.91370675	21.41463428	32.82864011	0.991518474
JUCHITÁN DE ZARAGOZA	0.570482124	0	0.816285845	2.7977	7.070771537	4.206780876	5.727981323	0.986946224
MATÍAS ROMERO AVENDAÑO	4.632029139	0.005256275	6.636334634	33.41586	79.50769095	45.12440924	68.41527754	0.991114729
SALINA CRUZ	2.754184373	0.002520109	3.943304867	24.85861	57.44463752	31.93436381	50.8952546	0.992902939
SAN PEDRO TAPANATEPEC	1.20364804	0.019097743	1.730277923	15.59559	35.0743934	18.81143001	31.93024564	0.995036259
SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC	5.894450451	0.006558684	8.447691631	37.77218	91.47854944	52.5636332	77.33436093	0.989993988
<i>T=</i>	2.047389399							
<i>CT anual por oficinas=</i>	225816.2078							
<i>CT anual por viajes especiales=</i>	0							
<i>CT anual =</i>	225816.2078							

Tabla 4.12 Tabla de resultados de Juchitán de Zaragoza

SANTIAGO JUXTLAHUACA								
	<i>sd</i>	<i>TE</i>	<i>s'd</i>	<i>D</i>	<i>M</i>	<i>A/L</i>	<i>Q</i>	<i>SL</i>
CALIHUALA	0.120599305	0.007868564	0.183126572	0.9904	2.584862773	1.439156479	2.275826535	0.992629318
HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO	9.739769015	0.006583992	14.78543849	48.6063	136.3338179	80.16792038	111.6917481	0.98787425
PUTLA VILLA GUERRERO	4.782442721	0.012135238	7.268717436	39.86381	104.0432976	57.75829049	91.60250061	0.992731481
SAN SEBASTIÁN TECOMAXTLAHUACA	0.570148377	0.005084575	0.865231077	4.5961	12.0079893	6.703962602	10.56131496	0.99249571
SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL	1.692330859	0.017997103	2.575393609	20.9678	52.79550132	28.32733207	48.18161917	0.995103816
SILACAYOAPAM	3.898249831	0.002086185	5.911953147	31.2948	81.70234006	45.68110813	71.91189041	0.992469466
<i>T=</i>	2.297886243							
<i>CT anual por oficinas=</i>	185999.1297							
<i>CT anual por viajes especiales=</i>	182086.0423							
<i>CT anual =</i>	368085.172							

Tabla 4.13 Tabla de resultados de Santiago Juxtlahuaca

SAN PEDRO MIXTEPEC								
	<i>sd</i>	<i>TE</i>	<i>s'd</i>	<i>D</i>	<i>M</i>	<i>A/L</i>	<i>Q</i>	<i>SL</i>
SAN PEDRO POCHUTLA	4.986137962	0.012216111	7.335662626	31.91511	81.14623197	46.41175923	68.68918842	0.990217577
SANTOS REYES NOPALA	1.883271705	0.003408598	2.765047739	26.44136	61.54695985	33.0026677	56.90832835	0.995549362
<i>T=</i>	2.152246645							
<i>CT anual por oficinas=</i>	193536.575							
<i>CT anual por viajes especiales=</i>	0							
<i>CT anual =</i>	193536.575							

Tabla 4.14 Tabla de resultados de San Pedro Mixtepec

IXTLÁN DE JUÁREZ								
	<i>sd</i>	<i>TE</i>	<i>s'd</i>	<i>D</i>	<i>M</i>	<i>A/L</i>	<i>Q</i>	<i>SL</i>
SAN BARTOLOMÉ ZOOGOCHO	0.30739718	0.004754606	0.472690508	2.7108	7.187479243	3.976083171	6.397014571	0.99323146
VILLA HIDALGO	0.968789704	0.004081705	1.489514425	0.08518	2.651608833	2.550756191	0.201009924	0.321229923
<i>T=</i>	2.359825355							
<i>CT anual por oficinas=</i>	200021.2762							
<i>CT anual por viajes especiales=</i>	109386.6907 (SAN ILDEFONSO VILLA ALTA, VILLA TALEA DE CASTRO)							
<i>CT anual =</i>	309407.9669							

Tabla 4.15 Tabla de resultados de Ixtlán de Juárez

Costo de pedidos conjuntos: \$2,512,638.86

Costo de artículo único: \$2,629,036.52

Se observa que el costo del modelo de pedidos conjuntos es menor que el de artículo único en \$116,397.67. Con este resultado se puede concluir que en general, el modelo de pedidos conjuntos tiene menor costo, ya que se reduce el costo por pedir, el costo de manejo de existencias regulares, el de existencias de seguridad y el costo por falta de existencias al sincronizar los pedidos por concentradora. Este era el resultado esperado, desde que se realizó el análisis del problema, pues en esa etapa se consideró la posibilidad de encontrar rutas óptimas para cada red de oficinas: compuesta por una concentradora y varias oficinas a su cargo, de esta manera podría establecerse un mismo tiempo de revisión y con base en éste se determinaría el nivel máximo de inventario M para cada oficina, sin embargo, para validar el resultado, se necesitaba compararlo con una política de inventarios que considerara a cada oficina como independiente de las demás, lo que llevó al modelo de revisión periódica con demanda incierta para artículo único.

Ahora bien, aunque en general, el análisis de costos sugiere la adopción del modelo de revisión periódica con demanda incierta para pedidos conjuntos, se realizó un análisis más detallado al notar que para algunas concentradoras era más barato el modelo de artículo único que el de pedidos conjuntos, sobre todo para las concentradoras que manejan pocas oficinas esto puede deberse a tres razones principales:

- El hecho de tratar de sincronizar los pedidos, resulta más costoso en algunos casos, ya que alguna de las oficinas puede requerir mucho menos demanda que otra, lo cual implica un mayor costo del manejo de las existencias regulares y probablemente en el manejo de existencias de seguridad que si manejara su demanda independientemente de las otras oficinas.
- El costo por pedir puede ser mayor en algunas ocasiones por las distancias que habría que recorrer, la cantidad de dinero que se estaría trasladando y el tiempo de revisión, el hecho de hacerlo al mismo tiempo puede hacer que exista una descompensación y resulte más caro hacerlo un mismo día, que manejando cada oficina de manera independiente según sus necesidades particulares.
- El costo por falta de existencias, también puede resultar más alto en algunos casos para los pedidos conjuntos ya que si en algún momento se quedaran sin recursos, tendrían que esperar hasta el próximo periodo de revisión de todas las oficinas para poder solicitar recursos.

Cada caso es particular y algunos costos que son mayores en ciertos rubros, se compensan con algunos menores en otros, véase la siguiente tabla:

Concentradora	Pedido Único	Pedido Conjunto	
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ	\$ 92,042.10	\$ 116,508.92	
TLACOLULA DE MATAMOROS	\$ 108,664.33	\$ 144,748.85	
OAXACA DE JUÁREZ	\$ 722,602.79	\$ 387,703.91	
H. CD. DE HUAJUAPÁN DE LEÓN	\$ 223,149.86	\$ 217,777.02	
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC	\$ 182,325.07	\$ 247,102.72	
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN	\$ 138,582.64	\$ 264,212.67	
JUCHITÁN DE ZARAGOZA	\$ 360,364.34	\$ 225,816.21	
SANTIAGO JUXTLAHUACA	\$ 341,545.51	\$ 185,999.13	
SAN PEDRO MIXTEPEC	\$ 116,938.60	\$ 193,536.57	
IXTLÁN DE JUÁREZ	\$ 13,609.74	\$ 200,021.28	
			Total:
Suma:	\$ 652,162.47	\$ 1,017,296.27	\$ 1,669,458.74
		Total + Costo de Viajes especiales	\$ 1,998,670.30
	Ahorro respecto al más barato (Pedidos conjuntos):		\$ 513,968.56
	Ahorro en porcentaje:		20.5%

Tabla 4.17 Tabla de análisis de costos de los modelos de inventario

Se puede observar el modelo de inventario de menor costo por concentradora, en algunas ocasiones el modelo de pedido para artículo único tiene un costo menor que el de pedidos conjuntos, entonces si se combinan los modelos, se obtiene un costo total anual de \$1,998,670.30 que es \$513,968.56 (20.5%) más barato que sí se optara únicamente por modelo de pedidos conjuntos, así se tiene un ahorro significativo.

Por lo tanto, las concentradoras:

- T** Zimatlán de Álvarez
- T** Tlacolula de Matamoros
- T** San Juan Bautista Tuxtepec
- T** Asunción Nochixtlán

T San Pedro Mixtepec

T Ixtlán de Juárez

deberán utilizar el modelo con demanda incierta para artículo único, mientras que

T Oaxaca de Juárez

T Heroica Ciudad de Huajuapán de León

T Juchitán de Zaragoza

T Santiago Juxtlahuaca

deberán utilizar el modelo con demanda incierta para pedidos conjuntos, en general, estas concentradoras tienen más oficinas a su cargo que las primeras.

Las políticas de inventario por cada concentradora para cada modelo se encuentran al inicio de este capítulo.

IV.2. REPRESENTACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

A continuación se muestran geográficamente y un resumen de los resultados obtenidos de acuerdo a la tabla 4.17, en cuanto a la distribución de las oficinas y las rutas obtenidas en el caso de modelo de revisión periódica con demanda incierta para pedidos conjuntos.

Zimatlán de Álvarez:

Modelo de inventario: Modelo de revisión periódica con demanda incierta para artículo único.
Oficinas a su cargo: Villa Sola de Vega y Santo Tomás Tamazulapan

	<i>Tiempo de revisión (T)</i> [Semanas]	<i>Nivel máximo de inventario (M)</i> [Unidades de Envío (U.E.)]
SANTO TOMAS TAMAZULAPAN	10.18072925	73.07549228
VILLA SOLA DE VEGA	2.40495731	60.23072341
<i>CT anual por oficinas [Pesos mexicanos]</i>	\$	92,042.10
<i>CT anual por viajes especiales [Pesos mexicanos]</i>	\$	-
<i>CT anual [Pesos mexicanos]</i>	\$	92,042.10

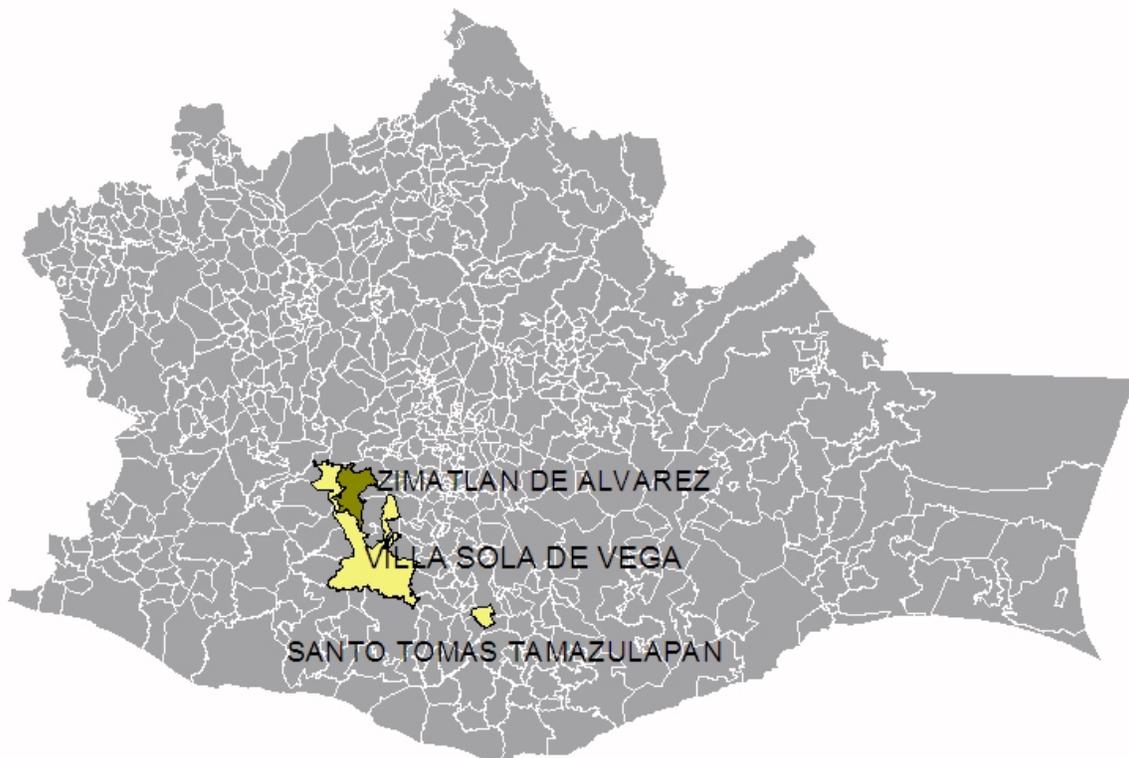


Figura 4.1 Ubicación geográfica de las oficinas a cargo de Zimatlán de Álvarez

Tlacolula de Matamoros:

Modelo de inventario: Modelo de revisión periódica con demanda incierta para artículo único.
 Oficinas a su cargo: Villa Hidalgo, San Juan Juquila Mixes, San Pablo Villa de Mitla, Santiago Matatlán

Viaje Especial: Santiago Zacatepec

	<i>Tiempo de revisión (T)</i> <i>[Semanas]</i>	<i>Nivel máximo de inventario (M)</i> <i>[Unidades de Envío (U.E.)]</i>
SAN JUAN JUQUILA MIXES	2.603752844	69.7396603
SAN PABLO VILLA DE MITLA	2.416791977	27.43072545
SANTIAGO MATATLÁN	5.906585355	13.64291979
VILLA HIDALGO	4.199731488	36.57525628
SANTIAGO ZACATEPEC	28.68133388	37.61020427
<i>CT anual por oficinas [Pesos mexicanos]</i>	\$ 108,664.33	
<i>CT anual por viajes especiales [Pesos mexicanos]</i>	\$ 19,002.23	
<i>CT anual [Pesos mexicanos]</i>	\$ 127,666.55	

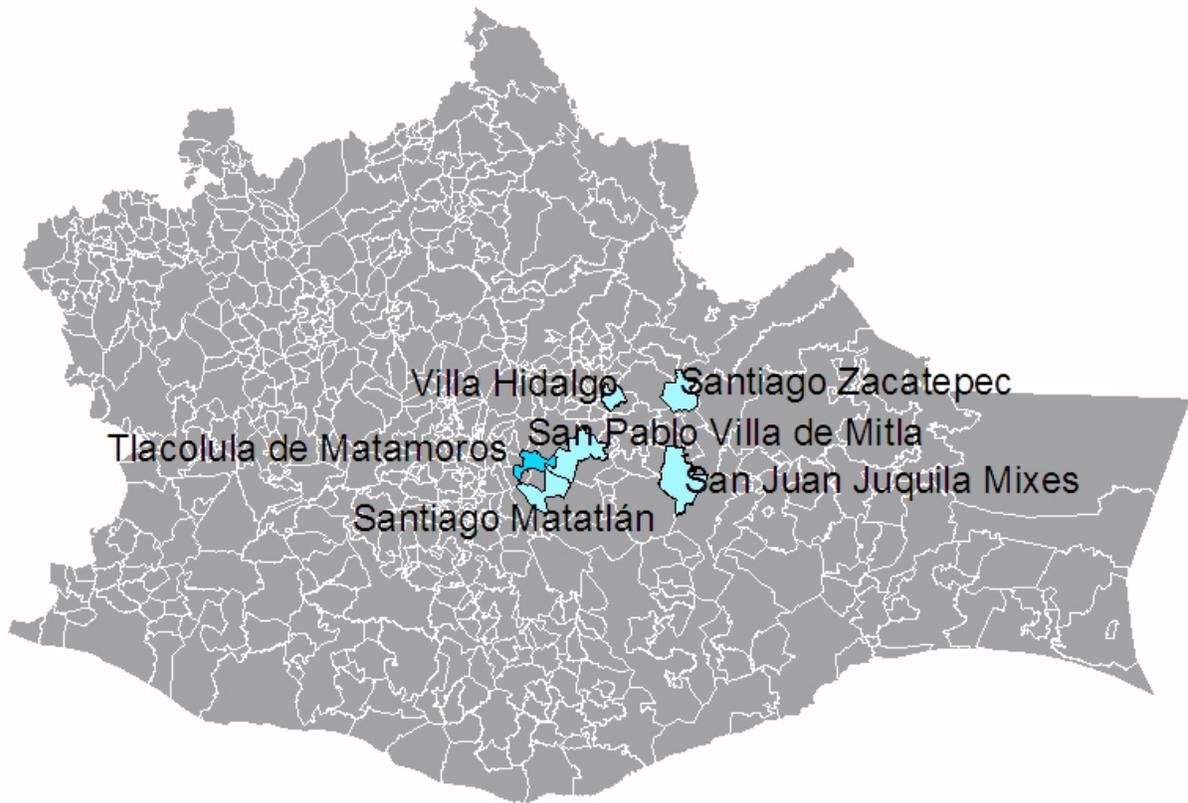


Figura 4.2 Ubicación geográfica de las oficinas a cargo de Tlacolula de Matamoros

San Juan Bautista Tuxtepec:

Modelo de inventario: Modelo de revisión periódica con demanda incierta para artículo único.

Oficinas a su cargo: Acatlán de Pérez Figueroa, Cosolapa, Loma Bonita

Viajes especiales: Santiago Choapam

	<i>Tiempo de revisión (T)</i> [Semanas]	<i>Nivel máximo de inventario (M)</i> [Unidades de Envío (U.E.)]
ACATLÁN DE PÉREZ FIGUEROA	3.03795083	56.90321187
COSOLAPA	2.033159055	102.5625886
LOMA BONITA	1.993262213	55.07049507
SANTIAGO CHOAPAM	26.7816506	36.99347086

<i>CT anual por oficinas [Pesos mexicanos]</i>	\$	182,325.07
<i>CT anual por viajes especiales [Pesos mexicanos]</i>	\$	18,736.60
<i>CT anual [Pesos mexicanos]</i>	\$	201,061.67

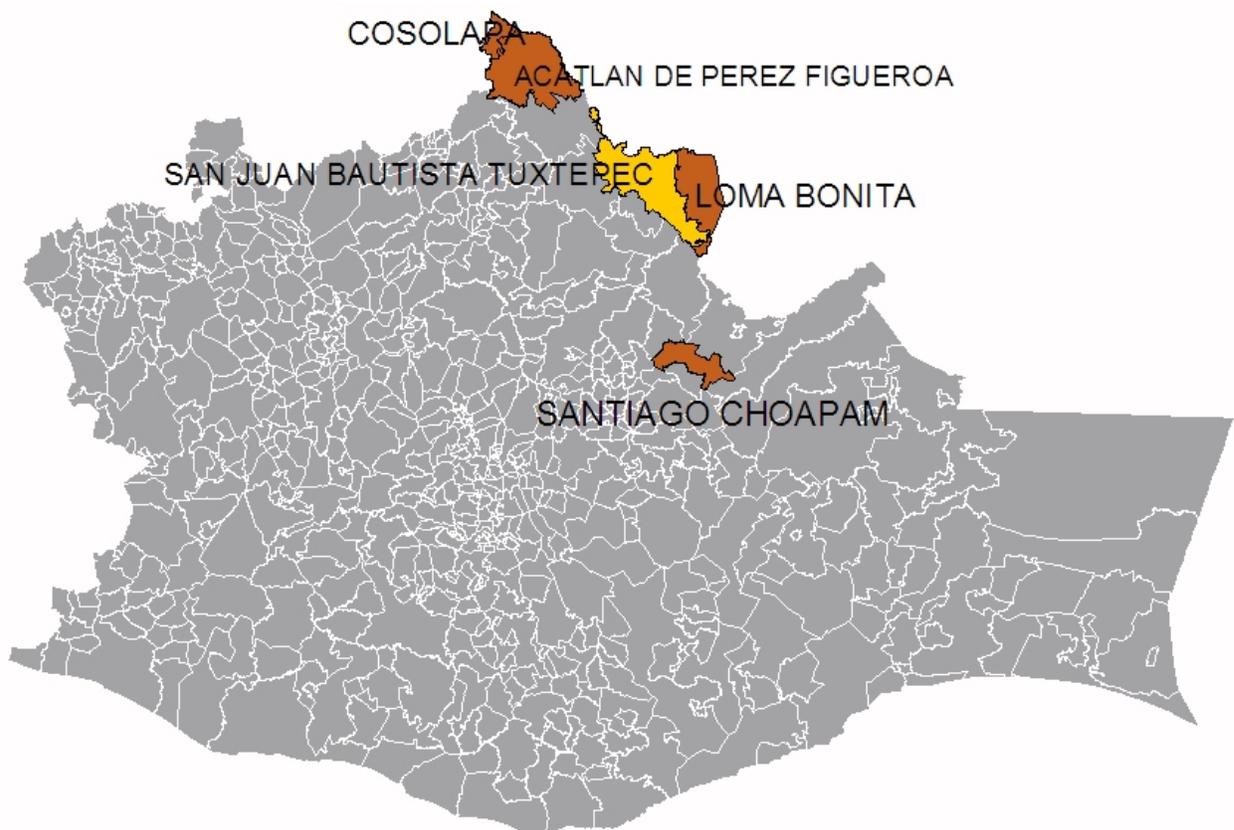


Figura 4.3 Ubicación geográfica de las oficinas a cargo de San Juan Bautista Tuxtepec

Asunción Nochixtlán:

Modelo de inventario: Modelo de revisión periódica con demanda incierta para artículo único.
Oficinas a su cargo: San Juan Bautista Coixtlahuaca, San Juan Teposcolula, Tlacotepec Plumas
Viajes especiales: Ninguno

	<i>Tiempo de revisión (T)</i> [Semanas]	<i>Nivel máximo de inventario</i> (M) [Unidades de Envío (U.E.)]
SAN JUAN BAUTISTA COIXTLAHUACA	2.874837055	35.20723691
SAN JUAN TEPOSCOLULA	1.220175855	79.00040833
TLACOTEPEC PLUMAS	7.991986137	18.10305929
<i>CT anual por oficinas [Pesos mexicanos]</i>	\$	138,582.64
<i>CT anual por viajes especiales [Pesos mexicanos]</i>	\$	-
<i>CT anual [Pesos mexicanos]</i>	\$	138,582.64

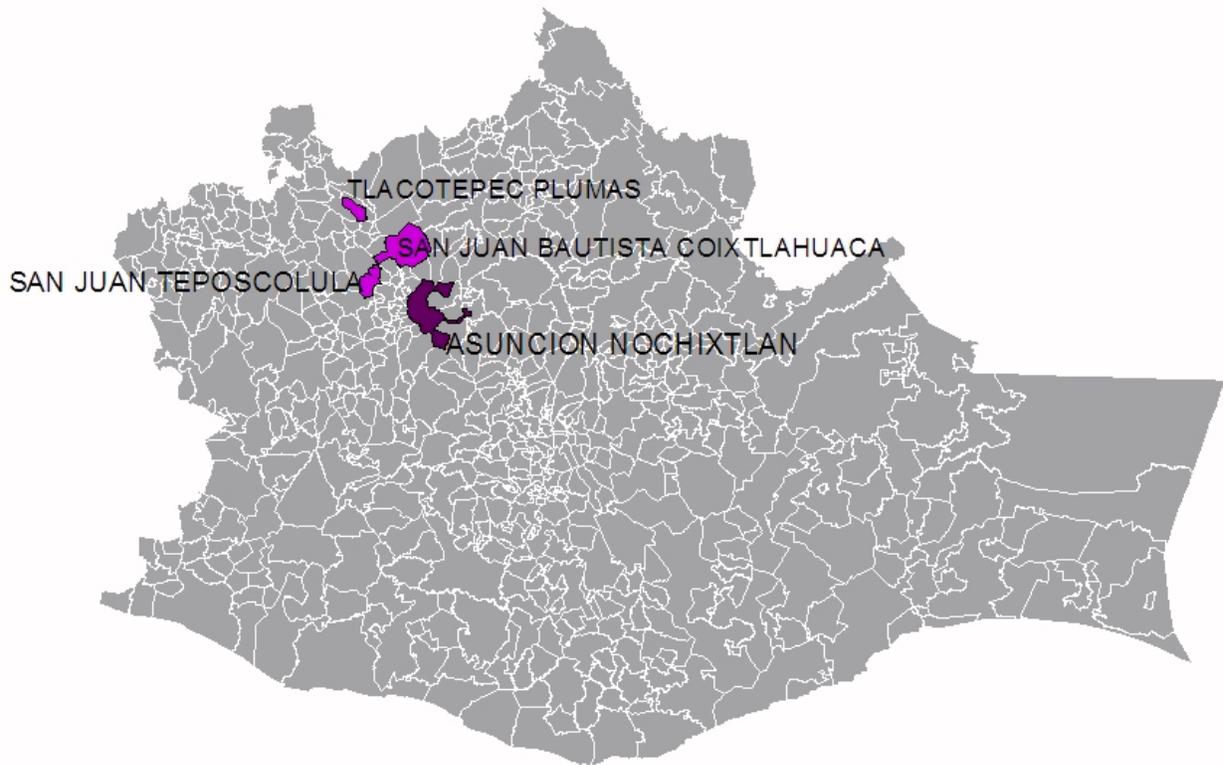


Figura 4.4 Ubicación geográfica de las oficinas a cargo de Asunción Nochixtlán

San Pedro Mixtepec

Modelo de inventario: Modelo de revisión periódica con demanda incierta para artículo único.

Oficinas a su cargo: San Pedro Pochutla, Santos Reyes Nopala

Viajes especiales: Ninguno

	<i>Tiempo de revisión (T)</i> [Semanas]	<i>Nivel máximo de inventario (M)</i> [Unidades de Envío (U.E.)]
SAN PEDRO POCHUTLA	2.235733509	83.92142197
SANTOS REYES NOPALA	1.664040196	48.09002968
<i>CT anual por oficinas [Pesos mexicanos]</i>	\$	116,938.60
<i>CT anual por viajes especiales [Pesos mexicanos]</i>	\$	-
<i>CT anual [Pesos mexicanos]</i>	\$	116,938.60

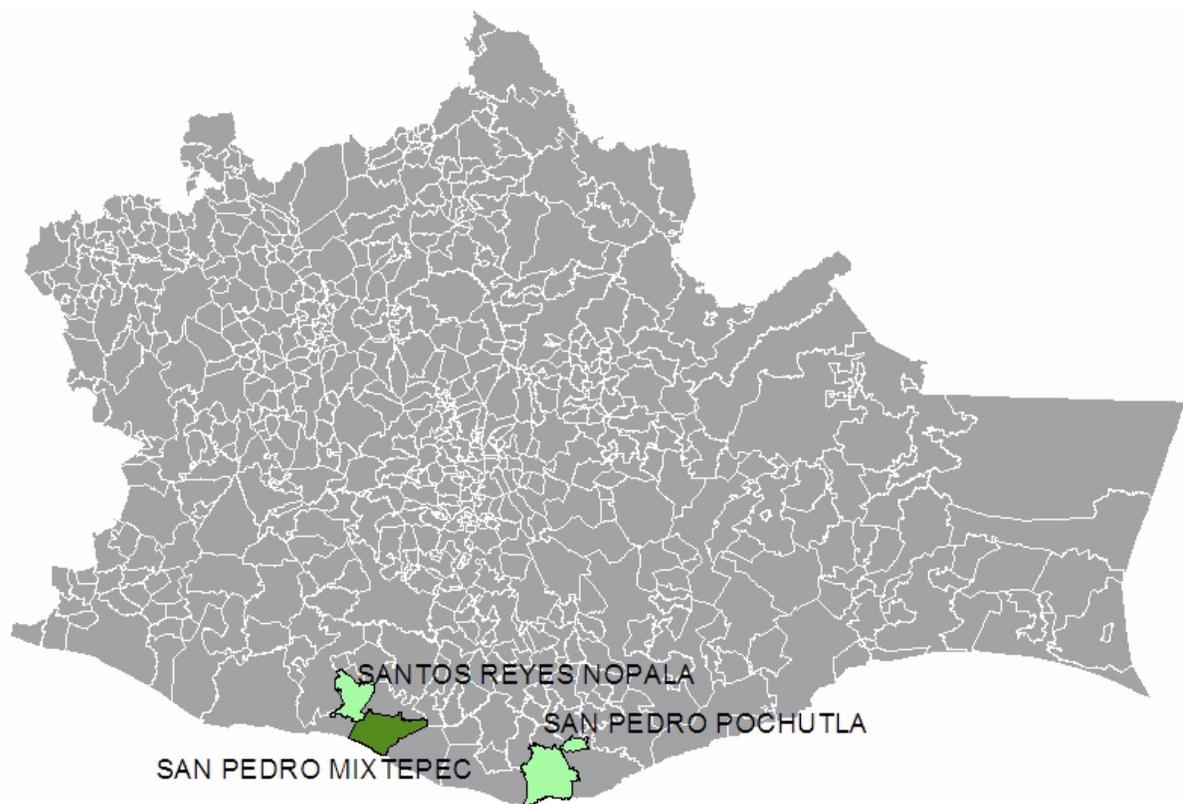


Figura 4.5 Ubicación geográfica de las oficinas a cargo de San Pedro Mixtepec

Ixtlán de Juárez

Modelo de inventario: Modelo de revisión periódica con demanda incierta para artículo único.

Oficinas a su cargo: Villa Hidalgo, San Bartolomé Zoogocho

Viajes especiales: San Ildefonso Villa Alta, Villa Talea de Castro

	<i>Tiempo de revisión (T)</i> [Semanas]	<i>Nivel máximo de inventario (M)</i> [Unidades de Envío (U.E.)]
SAN BARTOLOMÉ ZOOGOCHO	5.917824773	17.28554041
VILLA HIDALGO	41.63871859	13.83203474
SAN ILDEFONSO VILLA ALTA	6.175643154	148.7855124
VILLA TALEA DE CASTRO	15.00709913	58.32760747
<i>CT anual por oficinas [Pesos mexicanos]</i>	\$	13,609.74
<i>CT anual por viajes especiales [Pesos mexicanos]</i>	\$	109,386.69
<i>CT anual [Pesos mexicanos]</i>	\$	122,996.43

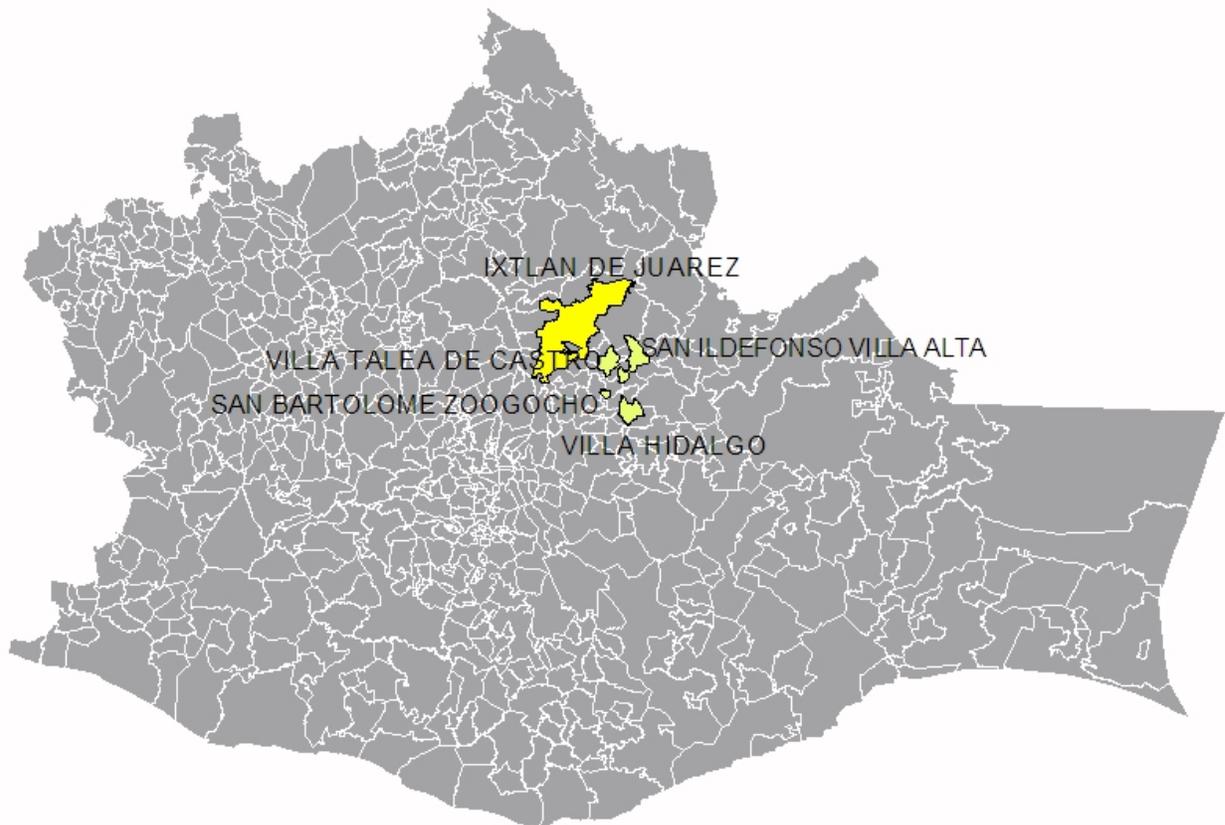


Figura 4.6 Ubicación geográfica de las oficinas a cargo de Ixtlán de Juárez

Oaxaca de Juárez

Modelo de inventario: Modelo de revisión periódica con demanda incierta para pedidos conjuntos
Oficinas a su cargo: Cuilapam de Guerrero, Heroica Ciudad de Ejutla de Crespo, Ocotlán de Morelos, San Agustín Etlá, San Francisco Telixtlahuaca, San Pablo Huitzo, Villa de Etlá, Santa Lucía Miahuatlán, Santo Tomás Tamazulapan, Villa de Zaachila
Viajes especiales: Ninguno

	<i>Nivel máximo de inventario (M)</i>	
	<i>[Unidades de Envío (U.E.)]</i>	
CUILAPAM DE GUERRERO	7.111861172	
HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO	30.63799257	
OCOTLÁN DE MOREOS	34.65536698	
SAN AGUSTÍN ETLA	64.89630879	
SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA	39.57407375	
SAN PABLO HUITZO	45.8003464	
SANTA LUCÍA MIAHUATLÁN	67.30846336	
SANTO TOMÁS TAMAZULAPAN	97.135621	
VILLA DE ETLA	100.0800055	
VILLA DE ZAACHILA	18.36234492	
<i>Tiempo de revisión común (T) [Semanas]</i>	1.209682147	
<i>CT anual por oficinas [Pesos mexicanos]</i>	\$	387,703.91
<i>CT anual por viajes especiales [Pesos mexicanos]</i>	\$	-
<i>CT anual [Pesos mexicanos]</i>	\$	387,703.91

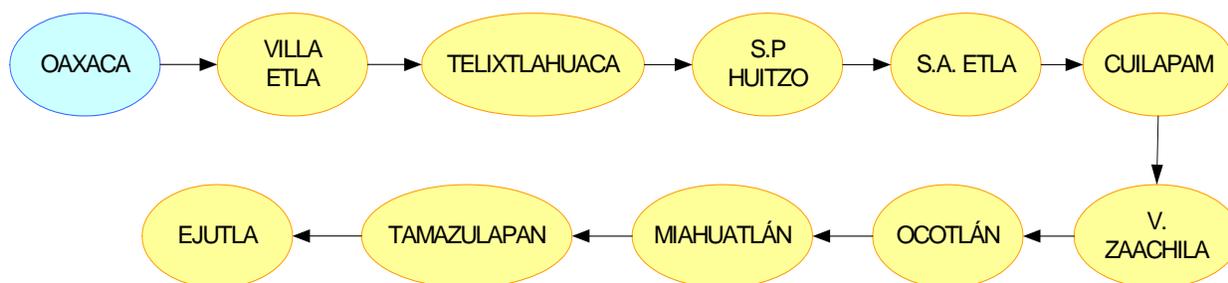
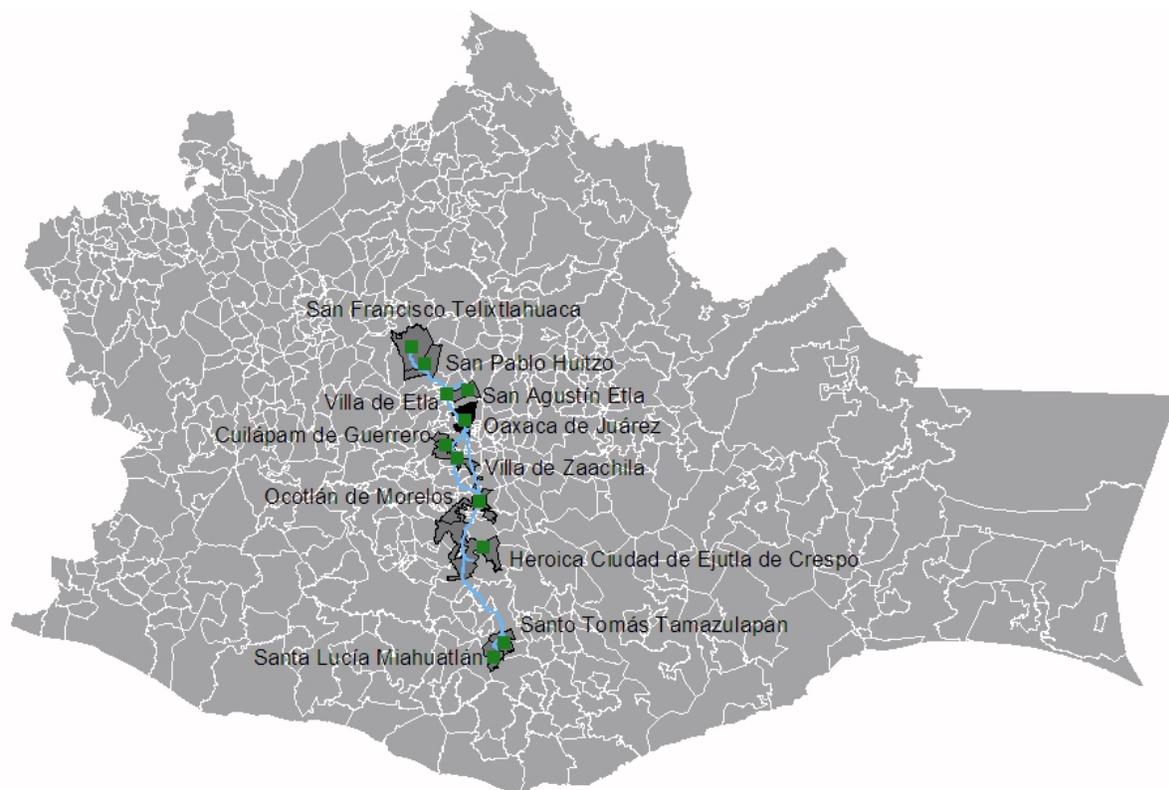


Figura 4.7 Ubicación geográfica y ruta para repartir los recursos a las oficinas a cargo de Oaxaca

Heroica Ciudad de Huajuapán de León

Modelo de inventario: Modelo de revisión periódica con demanda incierta para pedidos conjuntos
Oficinas a su cargo: Mariscala de Juárez, Santa Cruz Tacache de Mina, Santiago Chazumba, Santo Domingo Tonalá, Tezoatlán de Segura y Luna.

Viajes especiales: Ninguno

	<i>Nivel máximo de inventario (M)</i>	
	<i>[Unidades de Envío (U.E.)]</i>	
MARISCALA DE JUÁREZ		45.34723794
SANTA CRUZ TACACHE DE MINA		22.28443092
SANTIAGO CHAZUMBA		31.74811034
SANTO DOMINGO TONALÁ		126.6363595
TEZOATLÁN DE SEGURA Y LUNA		44.68670915
<i>Tiempo de revisión común (T) [Semanas]</i>		1.937735605
<i>CT anual por oficinas [Pesos mexicanos]</i>	\$	217,777.02
<i>CT anual por viajes especiales [Pesos mexicanos]</i>	\$	-
<i>CT anual [Pesos mexicanos]</i>	\$	217,777.02

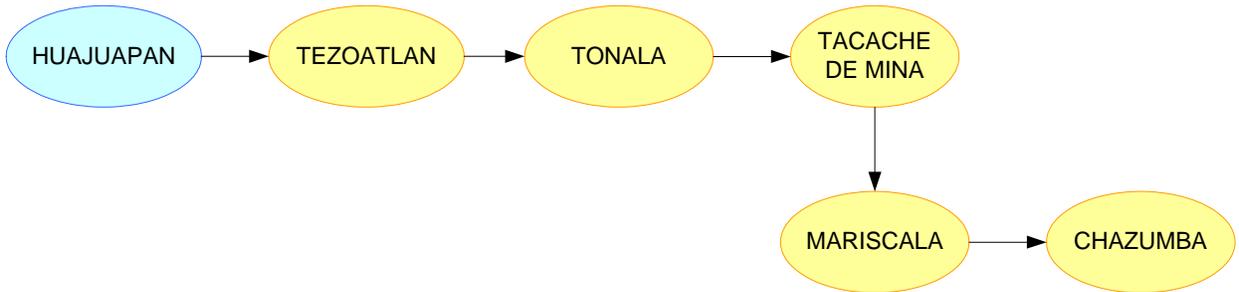
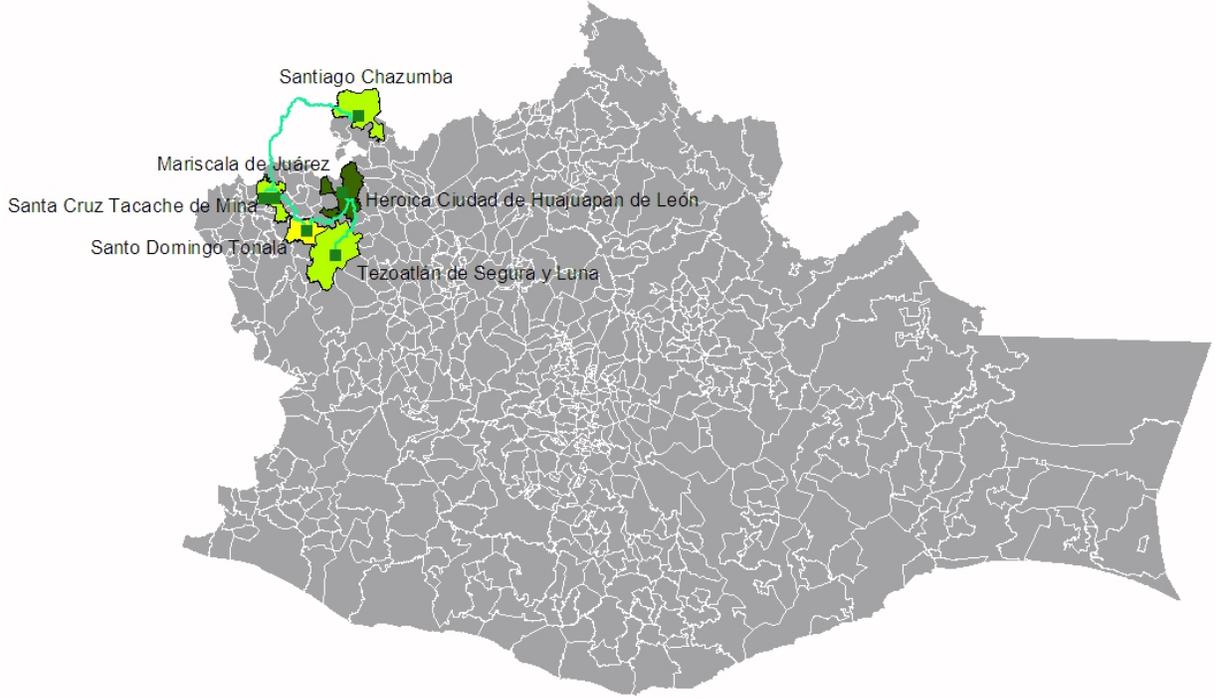


Figura 4.8 Ubicación geográfica y ruta para repartir los recursos a las oficinas a cargo de la H. Cd. De Huajuapam de León

Juchitán de Zaragoza

Modelo de inventario: Modelo de revisión periódica con demanda incierta para pedidos conjuntos
Oficinas a su cargo: El Barrio de la soledad, Ciudad Ixtepec, Matías Romero Avendaño, Salina Cruz,
San Pedro Tapanatepec, Santo Domingo Tehuantepec, Co. Sta. Rosita (Juchitán de Zaragoza)
Viajes especiales: Ninguno

	<i>Nivel máximo de inventario (M)</i> <i>[Unidades de Envío (U.E.)]</i>	
CIUDAD IXTEPEC		76.78092103
EL BARRIO DE LA SOLEDAD		37.91370675
JUCHITÁN DE ZARAGOZA		7.070771537
MATÍAS ROMERO AVENDAÑO		79.50769095
SALINA CRUZ		57.44463752
SAN PEDRO TAPANATEPEC		35.0743934
SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC		91.47854944
<i>Tiempo de revisión común (T) [Semanas]</i>		2.047389399
<i>CT anual por oficinas [Pesos mexicanos]</i>	\$	225,816.21
<i>CT anual por viajes especiales [Pesos mexicanos]</i>	\$	-
<i>CT anual [Pesos mexicanos]</i>	\$	225,816.21

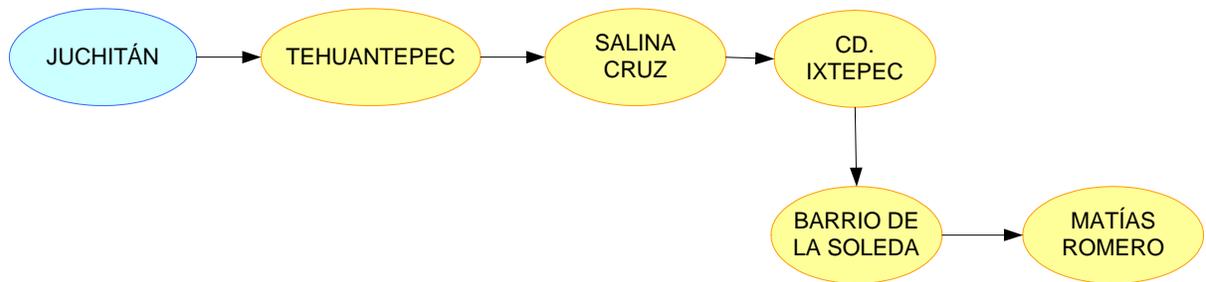
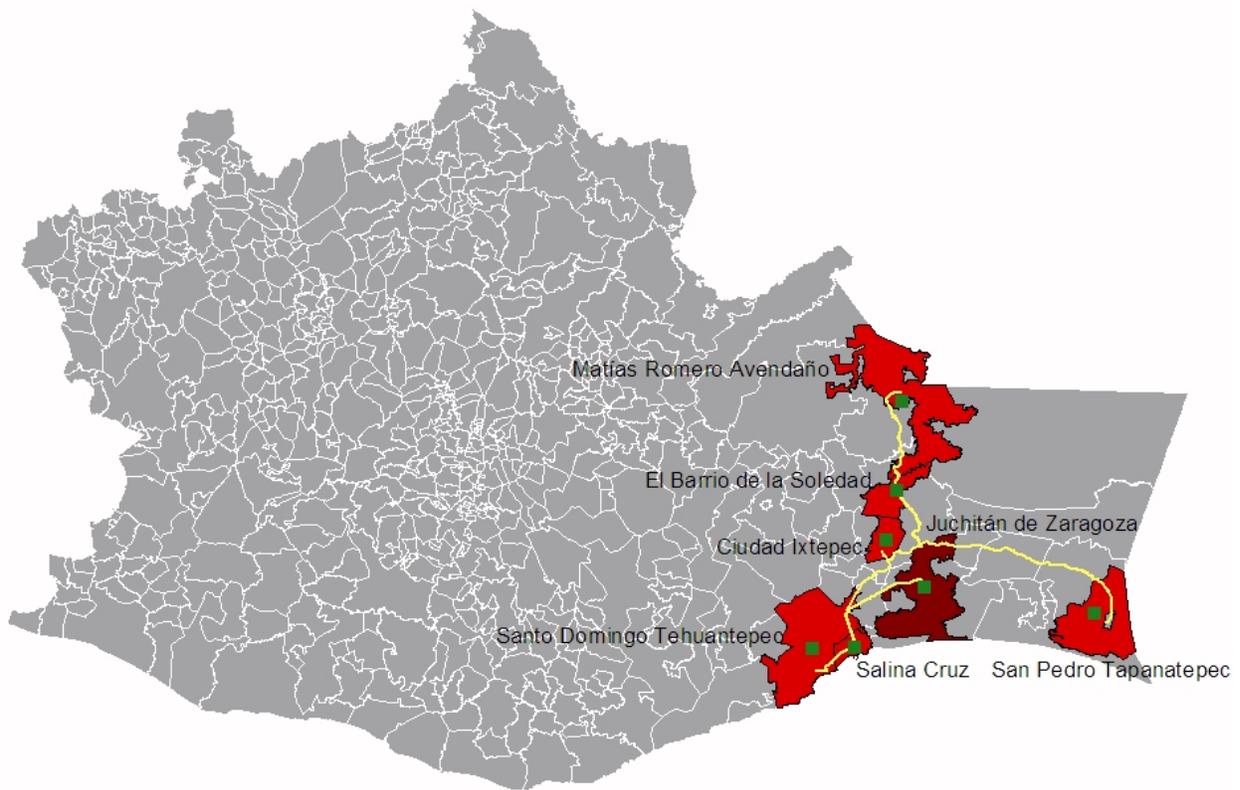


Figura 4.9 Ubicación geográfica y ruta para repartir los recursos a las oficinas a cargo de Juchitán de Zaragoza

Santiago Juxtlahuaca

Modelo de inventario: Modelo de revisión periódica con demanda incierta para pedidos conjuntos
 Oficinas a su cargo: Calihuala, Putla de Villa Guerrero, San Sebastián Tecomaxtlahuaca, Heroica Ciudad de Tlaxiaco, Santiago Pinotepa Nacional, Silacayoapam

Viajes especiales: San Francisco Tlalpancingo, Santiago Tamazola, Santos Reyes Tepejillo, Zapotitlán Lagunas

	<i>Nivel máximo de inventario (M)</i>	<i>Tiempo de revisión (T)</i>
	<i>[Unidades de Envío (U.E.)]</i>	<i>[Semanas]</i>
CALIHUALA	2.584862773	
HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO	136.3338179	
PUTLA VILLA GUERRERO	104.0432976	
SAN SEBASTIÁN TECOMAXTLAHUACA	12.0079893	2.297886243
SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL	52.79550132	
SILACAYOAPAM	81.70234006	
SAN FRANCISCO TLALPANCINGO	64.61713769	14.36317929
SANTIAGO TAMAZOLA	60.23159254	2.484527663
SANTOS REYES TEPEJILLO	53.11264467	16.30846179
ZAPOTITLÁN LAGUNAS	139.466181	6.681618911
<i>CT anual por oficinas [Pesos mexicanos]</i>	\$	185,999.13
<i>CT anual por viajes especiales [Pesos mexicanos]</i>	\$	182,086.04
<i>CT anual [Pesos mexicanos]</i>	\$	368,085.17

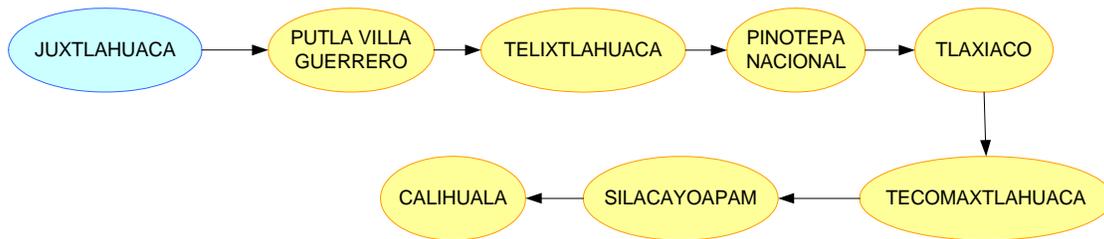
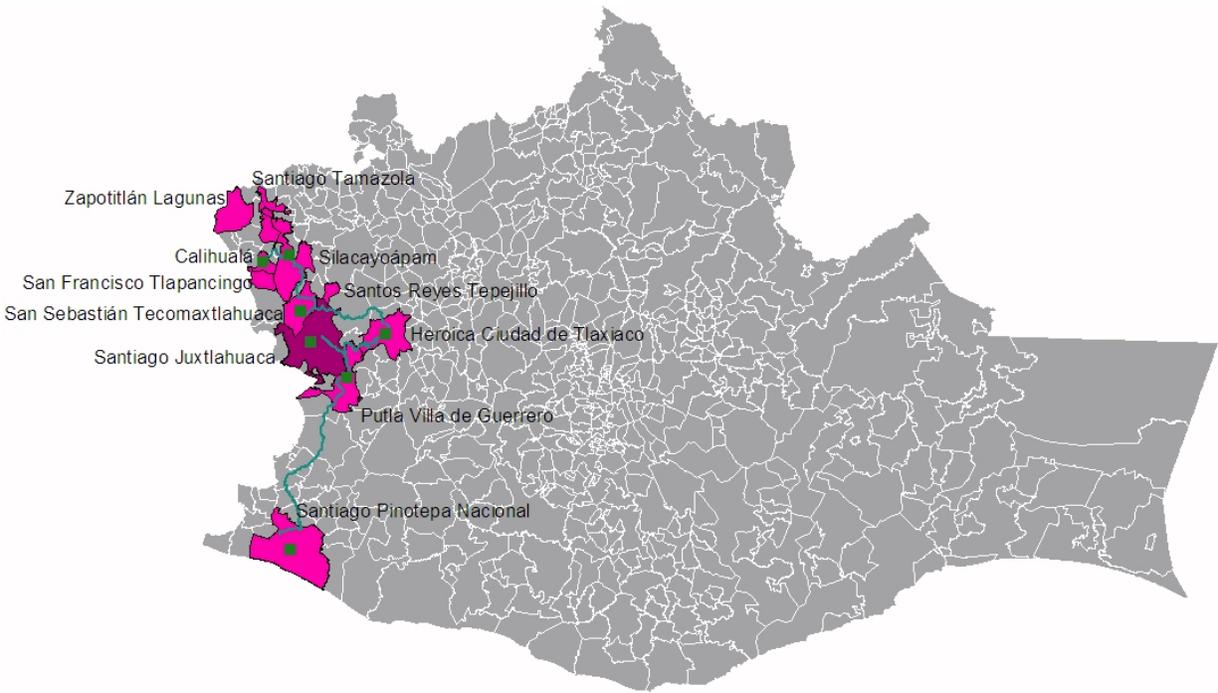


Figura 4.10 Ubicación geográfica y ruta para repartir los recursos a las oficinas a cargo de Santiago Juxtlahuaca

En este capítulo, se hizo una presentación analítica y geográfica de los resultados obtenidos, quedando establecido que la mejor solución para el problema es la combinación de los modelos de inventario planteados, ya que de esta manera, se reducirán los costos en un 20.5% respecto a la solución más barata, misma que es la aplicación del modelo de pedidos conjuntos.

Las cantidades más importantes a determinar fueron el periodo de revisión (T) y la cantidad a ordenar (Q^*), misma que está determinada por la diferencia entre la cantidad de inventario disponible en el momento de revisión y el nivel máximo de inventario (M), es decir, Q^* puede variar de un periodo de revisión a otro.¹

¹Ver capítulo 2, página 24 para mayor detalle del modelo de inventario.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al determinar la política de inventarios para el manejo del flujo de efectivo en un Sistema de Comunicación Social (GIROS) en el Edo. de Oaxaca, el objetivo planteado para este trabajo fue alcanzado satisfactoriamente, ya que se estableció el periodo de revisión para cada oficina T y la cantidad a ordenar Q^* , misma que es la necesaria para completar M unidades. Lo anterior fue resultado del análisis de dos modelos de inventarios:

- Modelo de revisión periódica con demanda incierta para artículo único
- Modelo de revisión periódica con demanda incierta para pedidos conjuntos

En el modelo de revisión periódica con demanda incierta para artículo único, se maneja a cada oficina como un artículo y se determinaron M y T para cada oficina, mientras que para el modelo de revisión periódica con demanda incierta para pedidos conjuntos se determinó una M para cada oficina dependiendo de un periodo de revisión común (T) para todas las oficinas pertenecientes a una concentradora. Además, los viajes especiales fueron manejados siempre con el modelo de artículo único, ya que no podía manejarse como pedidos conjuntos al estar muy alejados de su concentradora más cercana o bien, al no poder tener acceso a esas oficinas vía terrestre.

Finalmente al analizar los resultados, se llegó a la conclusión de que era mejor la combinación de ambos modelos, pues de esa manera, se obtendría un ahorro del 20.5 % respecto a la solución del modelo de pedidos conjuntos la cual había resultado más barata que la del modelo de artículo único.

Para alcanzar el objetivo fue necesario seguir una metodología para avanzar en el desarrollo del proyecto, las diferentes etapas que conforman la metodología fueron cubiertas de la siguiente manera:

- T** Planteamiento del problema: Se definió a partir de saber que GIROS no cuenta con ningún tipo de sistema de inventarios, lo cual hace difícil la distribución de efectivo hacia sus oficinas, generando grandes pérdidas económicas y la no satisfacción de sus clientes, esto debido a que las decisiones de cuánto y cuándo mandar se basan únicamente en la experiencia personal de los encargados de las oficinas, por otro lado, GIROS tiene una organización en la cual todas las oficinas dependen de la Gerencia Estatal y los recursos se mandan siempre desde ahí, por lo que las distancias a recorrer son muy grandes, se planteó entonces una reorganización de oficinas que incluiría la figura de concentradoras lo que descentralizaría las decisiones y se lograrían minimizar, sobre todo, los costos de transporte. El presente trabajo tomó en cuenta la reorganización de oficinas, misma que se estableció anteriormente a este trabajo.

Una vez definido el problema, fue necesario establecer ciertos convenios con el personal de GIROS interesado en una nueva propuesta de solución, por ejemplo, para ellos era de suma importancia que la política de inventarios se estableciera semanalmente, ya que la información con la que ellos contaban se encontraba en semanas y de esa manera querían que siguiera el control de sus operaciones, además GIROS hizo notar que la demanda no siempre era la misma, por lo que se debía resolver el problema considerando una demanda estocástica.

- T** Recopilación de información: Se solicitó a GIROS información sobre sus demandas semanales, sin embargo, únicamente pudo proporcionar las de 20 semanas ya que no tenían información organizada anteriormente, también se solicitaron algunos otros datos relevantes como por ejemplo: los costos de la trasladadora de valores. Además de la información proporcionada por GIROS había otra que debía generarse como por ejemplo: las distancias de las concentradoras hacia las oficinas y entre oficinas para establecer las rutas que podrían recorrer las trasladadoras, lo cual se obtuvo con ayuda de ArcView. La organización de la información fue un proceso importante que implicó tiempo y un esfuerzo significativo para que pudiera ser útil en la solución del problema.
- T** Manejo de pronósticos: Dio la posibilidad de predecir la demanda de la siguiente semana con base en los datos históricos proporcionados por GIROS, tal pronóstico fue importante ya que en éste se basa el manejo de inventarios.
- T** Manejo de inventarios: Fue la parte más importante para llegar a la solución del problema, se plantearon dos modelos; el modelo de revisión periódica con demanda incierta para artículo único y el modelo de revisión periódica con demanda incierta para pedidos conjuntos en el cual se tuvieron que encontrar las rutas óptimas que podría seguir la trasladadora para repartir los recursos económicos, se resolvieron ambos modelos y se llegó a ciertos resultados individuales, posteriormente se hizo un análisis de las soluciones y se llegó a la conclusión de que lo mejor era combinarlos, así se tendría un menor costo que la solución más barata, en este caso, la de pedidos conjuntos.
- T** Presentación de resultados: Resuelto el problema, se presentaron los resultados numérica y geográficamente para que pudiera verse la localización de las oficinas respecto a sus concentradoras, así como el camino que deberían seguir las trasladadoras para los casos en los que debía aplicarse el modelo de pedidos conjuntos.

Con la solución a la que se llegó se tendrá un ahorro significativo del 20.5% respecto a la solución más barata (modelo de pedidos conjuntos), pero sobre todo se inició con un mecanismo para controlar el sistema de inventarios pues anteriormente no aplicaban ninguno y sólo se basaban en satisfacer las necesidades que se generaban al momento, sin embargo, debe señalarse que esta solución deberá supervisarse continuamente para detectar variaciones por alguna razón externa o no contemplada hasta el momento, por lo que una recomendación sería desarrollar un sistema que automatice el proceso llevado a cabo en este trabajo, ya que serviría para extender la solución a otros estados de la República en los que GIROS tenga oficinas si así conviniera.

Personalmente, este trabajo me ha dejado diversas satisfacciones, entre ellas, tener un acercamiento con una empresa tan importante con presencia en toda la República Mexicana de cuya problemática se ampliaron mis conocimientos en cuanto a pronósticos, teoría de inventarios y un Sistema de Información Geográfica, el cual forma parte de mis nuevas herramientas laborales, evidentemente me dejó otras enseñanzas como la importancia de los acuerdos y de la colaboración de ambas partes para llegar a una solución.

Existieron muchas dificultades para el desarrollo de este trabajo, por ejemplo, la falta de información de las demandas, así como la organización de la que sí estaba disponible para manejarla adecuadamente, por otro lado, fue necesario aprender desde lo más básico a manejar el Sistema de Información Geográfica ya que en realidad existen muchos detalles que deben cuidarse como el tipo de proyección y la escala que se maneja, también fue difícil encontrar los mapas de Oaxaca y de sus carreteras para su uso. Por otro lado, encontrar la bibliografía adecuada que me ayudara a resolver el problema también se complicó en su momento, sobre todo para la parte de inventarios, ya que necesitaba un modelo que me pudiera ayudar a tratar de sincronizar los pedidos, pero con demanda estocástica, sin embargo, las dificultades fueron sorteadas exitosamente, dejándome una gran experiencia, crecimiento personal y profesional.

Anexo

Nombre Oficial	Nombre de GIROS
SANTOS REYES NOPALA	SANTOS REYES NOPALA
HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO	EJUTLA DE CRESPO
SAN FRANCISCO TLALPANCINGO	TLAPANCINGO
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ	ZIMATLAN
VILLA SOLA DE VEGA	SOLA DE VEGA
TLACOLULA DE MATAMOROS	TLACOLULA
SILACAYOAPAM	SILACAYOPAM
CALIHUALA	CALIHUALA
SANTOS REYES TEPEJILLO	TEPEJILLO
SAN ILDEFONSO VILLA ALTA	VILLA ALTA
SANTIAGO CHOAPAM	CHOAPAN
TLACOTEPEC PLUMAS	TLACOTEPEC
SANTIAGO CHAZUMBA	SANTIAGO CHAZUMBA
VILLA TALEA DE CASTRO	TALEA
VILLA HIDALGO	VILLA HIDALGO
SAN PABLO VILLA DE MITLA	MITLA
SANTIAGO ZACATEPEC	ZACATEPEC MIXES
SANTIAGO TAMAZOLA	SANTIAGO TAMAZOLA
SAN SEBASTIÁN TECOMAXTLAHUACA	TECOMAXTLAHUACA
SAN BARTOLOMÉ ZOOGOCHO	ZOOGOCHO
SANTA CRUZ TACACHE DE MINA	TACACHE DE MINA
VILLA DE ZAACHILA	VILLA DE ZAACHILA
MARISCALA DE JUÁREZ	MARISCALA
CUILAPAM DE GUERRERO	CUILAPAN
ZAPOTITLÁN LAGUNAS	ZAPOTITLAN LAGUNAS
SANTIAGO MATATLÁN	SANTIAGO MATATLAN
JUCHITÁN DE ZARAGOZA	COL. SANTA ROSA
OCOTLÁN DE MOREOS	OCOTLAN
SANTA LUCIA MIAHUATLÁN	MIAHUATLAN
LOMA BONITA	LOMA BONITA
OAXACA DE JUÁREZ	OAXACA
SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL	PINOTEPA NACIONAL
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN	HUAJUAPAN
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC	TUXTEPEC
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN	NOCHIXTLAN
HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO	TLAXIACO
SAN JUAN JUQUILA MIXES	JUQUILA
JUCHITÁN DE ZARAGOZA	JUCHITAN
SANTIAGO JUXTLAHUACA	JUXTLAHUACA
SALINA CRUZ	SALINA CRUZ
SAN PEDRO TAPANATEPEC	TAPANATEPEC
MATÍAS ROMERO AVENDAÑO	CD MATIAS ROMERO
SAN PEDRO MIXTEPEC	PUERTO ESCONDIDO
COSOLAPA	COSOLAPA
IXTLÁN DE JUÁREZ	IXTLAN
CIUDAD IXTEPEC	CD IXTEPEC
VILLA DE ETLA	ETLA
ACATLÁN DE PEREZ FIGUEROA	ACATLAN
SAN JUAN BAUTISTA COIXTLAHUACA	COIXTLAHUACA
SAN PABLO HUITZO	SAN PABLO HUITZO
TEZOATLÁN DE SEGURA Y LUNA	TEZOATLAN
SANTO DOMINGO TONALÁ	TONALA
SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA	TELIXTLAHUACA
SAN JUAN TEPOSCOLULA	TEPOSCOLULA
SANTO TOMÁS TAMAZULAPAN	TAMAZULAPAN
SAN PEDRO POCHUTLA	POCHUTLA
SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC	TEHUANTEPEC
EL BARRIO DE LA SOLEDAD	ESTACION LAGUNAS
PUTLA VILLA GUERRERO	PUTLA DE GUERRERO
SAN AGUSTÍN ETLA	COL. REFORMA

Tabla A.1. Conversión de nombres

OFICINA	Demanda 1	Demanda 2	Demanda 3	Demanda 4	Demanda 5
SANTOS REYES NOPALA	28.86796	28.4647	29.2594	30.5578	27.0511
HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO	19.25213	23.70043	23.98188	24.28102	22.22973
SAN FRANCISCO TLALPANCINGO	4.118193	4.356768	5.01308	4.42666	4.422349
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ	18.471276	25.415435	22.789946	22.659537	21.507708
VILLA SOLA DE VEGA	18.86118	21.79796	22.316	21.713	21.45133
TLACOLULA DE MATAMOROS	21.942719	23.2476	14.57102	21.31668	17.21729
SILACAYOAPAM	33.54875	31.30862	28.28064	38.138	41.53517
CALIHUALA	0.990421	1.043741	1.274699	1.03272	0.978629
SANTOS REYES TEPEJILLO	3.119627	2.762974	2.967262	3.245062	3.342208
SAN ILDEFONSO VILLA ALTA	23.971	21.2839	22.68841	20.46133	20.77085
SANTIAGO CHOAPAM	1.436277	1.4125	1.253283	1.409156	1.356878
TLACOTEPEC PLUMAS	1.897804	2.09534	2.017224	2.089716	2.09068
SANTIAGO CHAZUMBA	15.15124	16.54011	13.9872	15.29529	12.57417
VILLA TALEA DE CASTRO	2.754697	2.775897	2.855231	3.191008	3.324581
VILLA HIDALGO	5.41974	6.17609	6.46708	6.91158	6.07984
SAN PABLO VILLA DE MITLA	9.78581	9.95109	10.77985	9.19768	8.76895
SANTIAGO ZACATEPEC	1.169273	1.168868	1.136138	1.291484	1.207467
SANTIAGO TAMAZOLA	27.45048	25.20124	25.45065	20.62676	21.4312
SAN SEBASTIÁN TECOMAXTLAHUACA	4.945439	5.256057	5.933546	3.615654	3.955022
SAN BARTOLOMÉ ZOOGOCHO	2.638164	2.78013	2.549928	3.29844	2.66986
SANTA CRUZ TACACHE DE MINA	10.02644	10.65692	9.5486	9.80289	8.93343
VILLA DE ZAACHILA	13.16288	13.86649	10.31934	11.69201	11.87297
MARISCALA DE JUÁREZ	21.05628	19.99425	19.85332	22.41871	21.30326
CUILAPAM DE GUERRERO	4.48073	5.06653	5.330578	5.48552	5.35834
ZAPOTITLÁN LAGUNAS	22.12694	18.26303	21.00642	19.61145	17.41594
SANTIAGO MATATLÁN	2.1087628	2.1328074	1.429313	1.3660409	2.1748283
JUCHITÁN DE ZARAGOZA	2.9552	2.4777	1.73529	3.19979	2.82745
OCOTLÁN DE MOREOS	23.21606	31.40528	25.52446	27.88418	26.06507
SANTA LUCIA MIAHUATLÁN	42.103482	35.910926	44.376436	53.744088	56.38811
LOMA BONITA	24.71399	26.60983	21.97137	22.10965	19.96742
OAXACA DE JUÁREZ	133.8502	130.25817	108.80939	139.63721	112.85765
SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL	21.77048	21.35282	18.0905	20.59344	19.72309
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN	31.592708	30.483688	28.977889	22.269517	22.643346
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC	57.67411	43.51696	52.22675	42.80765	57.10248
ASUNCIÓN NOCHITLÁN	25.7559	23.85997	26.84277	24.85639	23.03337
HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO	48.6063	64.7222	58.898	61.4408	45.4729
SAN JUAN JUQUILA MIXES	24.41595	23.55412	20.75971	20.66847	23.9786
JUCHITÁN DE ZARAGOZA	14.00401	10.51754	14.10831	13.79584	15.30172
SANTIAGO JUXTLAHUACA	24.59696	34.56482	32.98418	33.63961	38.20132
SALINA CRUZ	26.625275	23.718889	26.300122	24.255999	26.77025
SAN PEDRO TAPANATEPEC	15.7155	13.97252	16.66946	14.22913	14.29417
MATÍAS ROMERO AVENDAÑO	45.82882	37.53353	43.49534	42.94486	45.14599
SAN PEDRO MIXTEPEC	28.44039	24.61663	26.88606	29.48297	22.9881
COSOLAPA	59.0375	53.2366	43.5476	54.5138	52.3554
IXTLÁN DE JUÁREZ	21.23332	19.06759	19.72199	17.29714	19.45042
CIUDAD IXTEPEC	37.74956	32.10709	39.07538	35.17148	27.17456
VILLA DE ETLA	79.9159	62.528	68.6612	54.0106	72.1304
ACATLÁN DE PEREZ FIGUEROA	20.05486	21.33985	19.90269	17.10761	18.11048
SAN JUAN BAUTISTA COIXTLAHUACA	9.5594	13.38648	9.10981	9.86012	11.18194
SAN PABLO HUITZO	30.3434	32.05374	25.45792	41.32178	29.81017
TEZOATLÁN DE SEGURA Y LUNA	22.98281	22.24206	25.42068	23.26873	22.7411
SANTO DOMINGO TONALÁ	41.02182	49.43864	59.41363	54.55642	49.08838
SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA	27.02639	23.26572	34.89503	26.0089	29.4407
SAN JUAN TEPOSCOLULA	43.05851	44.67229	36.24041	50.9888	52.79312
SANTO TOMÁS TAMAZULAPAN	91.4569	72.21308	69.78373	71.00119	75.1798
SAN PEDRO POCHUTLA	21.72759	19.01209	32.64364	27.00539	33.01142
SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC	49.76097	34.61464	29.49644	35.47539	28.78939
EL BARRIO DE LA SOLEDAD	20.15684	15.75036	19.87758	19.69525	17.79281
PUTLA VILLA GUERRERO	31.34726	39.22489	42.30421	48.05555	36.62471
SAN AGUSTÍN ETLA	39.637756	50.38066	49.9854	40.80721	47.63801

Tabla A.2a. Demandas históricas. Semanas 1-5

OFICINA	Demanda 6	Demanda 7	Demanda 8	Demanda 9	Demanda 10
SANTOS REYES NOPALA	25.92506	23.575	23.7864	28.1644	28.608
HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO	23.18115	20.71506	21.32585	24.24329	20.09546
SAN FRANCISCO TLALPANCINGO	4.20679	4.61475	4.47005	3.87384	4.15613
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ	20.029475	23.298738	22.917683	27.169249	21.88543
VILLA SOLA DE VEGA	25.9704	20.36631	21.15269	25.6894	22.43961
TLACOLULA DE MATAMOROS	24.46607	23.38599	18.928434	18.875465	17.81605
SILACAYOAPAM	35.22937	29.70897	29.05238	29.36083	27.74318
CALIHUALA	0.943991	1.0380803	1.123043	0.892341	1.1293437
SANTOS REYES TEPEJILLO	2.981684	2.776488	2.745561	2.867745	3.319483
SAN ILDEFONSO VILLA ALTA	22.33329	22.37923	20.74339	20.44045	22.23428
SANTIAGO CHOAPAM	1.189358	1.327093	1.19956	1.539267	1.447028
TLACOTEPEC PLUMAS	2.35437	2.058328	1.942418	1.706916	1.935031
SANTIAGO CHAZUMBA	14.47605	14.29084	12.13587	14.57966	13.80884
VILLA TALEA DE CASTRO	3.265623	3.270169	2.887508	3.229002	2.788094
VILLA HIDALGO	7.99217	7.04572	7.68891	7.64195	6.5644
SAN PABLO VILLA DE MITLA	9.68279	6.44843	10.61066	9.87577	6.75215
SANTIAGO ZACATEPEC	0.964497	1.530642	1.187821	1.403315	1.245768
SANTIAGO TAMAZOLA	22.40068	25.3402	24.23198	23.48145	30.08778
SAN SEBASTIÁN TECOMAXTLAHUACA	5.502382	4.872428	4.690752	4.600028	4.80703
SAN BARTOLOMÉ ZOOGOCHO	2.774556	2.23966	3.06927	2.481154	2.652767
SANTA CRUZ TACACHE DE MINA	10.76057	10.65287	8.94841	11.70534	12.07816
VILLA DE ZAACHILA	13.47486	13.43339	12.20514	14.4104	16.4691
MARISCALA DE JUÁREZ	22.78497	20.3324	22.60515	21.72609	16.16309
CUILAPAM DE GUERRERO	4.64133	6.55696	4.42414	5.85765	4.77533
ZAPOTITLÁN LAGUNAS	18.86408	18.18764	19.23991	21.48282	18.44739
SANTIAGO MATATLÁN	1.325892	1.2098977	1.6565109	1.5971418	1.857848
JUCHITÁN DE ZARAGOZA	2.65494	3.58392	3.51492	2.71368	2.06165
OCOTLÁN DE MOREOS	22.1146	28.15408	26.7903	26.45936	28.64725
SANTA LUCIA MIAHUATLÁN	45.794437	51.279221	44.866802	40.432779	56.335927
LOMA BONITA	28.97471	29.64151	24.03468	22.99267	23.95945
OAXACA DE JUÁREZ	139.58761	123.34508	138.83837	129.6868	121.05038
SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL	21.78448	21.05955	25.42151	20.979	20.21049
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN	33.706744	27.675829	33.075117	41.630513	32.228449
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC	39.33083	46.24518	43.1686	54.62294	45.28921
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN	26.8147	23.32021	24.77314	26.34372	25.27252
HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO	64.4518	56.48578	34.11011	33.77858	37.46127
SAN JUAN JUQUILA MIXES	20.11324	20.77507	14.72253	21.58314	20.08689
JUCHITÁN DE ZARAGOZA	14.37188	17.00044	14.06	13.62418	12.79628
SANTIAGO JUXTLAHUACA	34.00875	30.86255	30.87797	31.59602	38.01307
SALINA CRUZ	22.373338	23.4573	26.931267	24.316112	23.490422
SAN PEDRO TAPANATEPEC	17.42005	15.55042	16.89482	15.14475	14.37963
MATÍAS ROMERO AVENDAÑO	45.16636	39.91911	45.44608	39.04568	39.62709
SAN PEDRO MIXTEPEC	26.39914	25.01587	32.74347	25.11619	24.9905
COSOLAPA	54.8169	47.4789	51.8676	55.9926	50.134
IXTLÁN DE JUÁREZ	19.99238	23.27416	22.79536	22.0274	19.51533
CIUDAD IXTEPEC	30.63763	29.74411	41.705	38.34637	35.43315
VILLA DE ETLA	48.3841	56.9849	52.02976	62.5946	53.7142
ACATLÁN DE PEREZ FIGUEROA	18.46518	19.15286	23.69007	15.83769	18.39995
SAN JUAN BAUTISTA COIXTLAHUACA	9.6587	11.36877	11.10344	12.11202	10.59734
SAN PABLO HUITZO	33.18483	31.5025	33.14611	35.10473	30.49184
TEZOATLÁN DE SEGURA Y LUNA	22.13261	18.40015	23.61255	20.81905	20.33613
SANTO DOMINGO TONALÁ	50.05105	45.08934	47.9454	48.52652	50.26324
SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA	23.24238	31.85037	31.48889	30.24033	32.01965
SAN JUAN TEPOSCOLULA	51.58755	55.70658	46.36164	49.72681	60.86103
SANTO TOMÁS TAMAZULAPAN	70.7661	76.29492	77.1583	60.53451	62.2639
SAN PEDRO POCHUTLA	38.48073	23.21699	23.15732	25.86068	29.3769
SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC	40.65791	34.75239	50.35472	41.33815	35.81084
EL BARRIO DE LA SOLEDAD	14.96277	17.51683	18.65439	19.31573	21.87299
PUTLA VILLA GUERRERO	42.18985	40.56811	33.02471	36.76826	32.62677
SAN AGUSTÍN ETLA	43.90728	43.281781	39.87191	37.00303	53.407146

Tabla A.2b. Demandas históricas. Semanas 6-10

OFICINA	Demanda 11	Demanda 12	Demanda 13	Demanda 14	Demanda 15
SANTOS REYES NOPALA	27.6381	25.5025	25.95171	26.13642	28.3613
HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO	20.35032	22.92856	24.41379	24.19835	20.78037
SAN FRANCISCO TLALPANCINGO	3.722763	4.27711	4.90756	5.02367	4.15931
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ	18.054327	23.078418	20.868117	22.025885	22.582989
VILLA SOLA DE VEGA	24.1412	25.6001	24.1957	21.32963	19.12846
TLACOLULA DE MATAMOROS	21.443686	22.109913	22.396232	14.712214	21.240335
SILACAYOAPAM	25.9098	30.01398	28.67449	33.55953	27.67356
CALIHUALA	1.002357	1.002445	0.928407	0.837434	0.862479
SANTOS REYES TEPEJILLO	3.199588	3.66216	3.668028	3.178697	2.899894
SAN ILDEFONSO VILLA ALTA	20.5954	22.21574	25.16668	19.17305	24.71498
SANTIAGO CHOAPAM	1.550841	1.354392	1.456364	1.448815	1.373581
TLACOTEPEC PLUMAS	2.099745	2.101027	2.46209	2.149571	1.920583
SANTIAGO CHAZUMBA	12.90794	14.06263	14.60692	15.36686	14.94724
VILLA TALEA DE CASTRO	3.704696	2.765283	3.143932	3.717548	3.442308
VILLA HIDALGO	7.33354	6.08739	5.87518	7.834	7.53065
SAN PABLO VILLA DE MITLA	9.76484	11.71503	7.95377	9.47652	9.19687
SANTIAGO ZACATEPEC	1.344758	1.263202	1.247092	1.493893	1.311283
SANTIAGO TAMAZOLA	24.54837	25.05433	25.34547	20.44729	24.70737
SAN SEBASTIÁN TECOMAXTLAHUACA	4.924628	5.537931	4.752344	4.284533	4.478016
SAN BARTOLOMÉ ZOOGOCHO	2.648503	2.679492	2.24233	2.608958	2.320173
SANTA CRUZ TACACHE DE MINA	11.72699	9.16227	11.50542	10.17186	9.70316
VILLA DE ZAACHILA	13.04834	11.98278	13.79623	12.71276	12.94297
MARISCALA DE JUÁREZ	20.23566	21.38199	21.97398	21.10481	22.8219
CUILAPAM DE GUERRERO	5.35053	4.87418	5.95377	5.00024	5.1956
ZAPOTITLÁN LAGUNAS	19.4452	20.52466	19.86135	17.41862	19.0491
SANTIAGO MATATLÁN	1.4532274	2.0959429	1.8146812	1.7610933	1.894841
JUCHITÁN DE ZARAGOZA	3.19279	2.45506	3.1188	2.24361	2.73681
OCOTLÁN DE MOREOS	28.77546	27.5304	27.37918	26.37321	28.46762
SANTA LUCIA MIAHUATLÁN	39.670156	53.30844	43.233738	38.104353	32.798743
LOMA BONITA	25.4291	24.83745	22.14191	27.03881	24.28697
OAXACA DE JUÁREZ	154.71476	107.90265	124.44361	133.33496	128.86414
SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL	23.16339	20.67088	21.03402	20.16092	23.50882
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN	33.678072	37.594134	28.197467	31.176801	33.022131
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC	51.37527	45.5341	51.50128	51.35662	48.78424
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN	23.64528	25.75478	22.6419	23.3325	21.22703
HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO	56.10366	40.4729	44.3702	46.0114	43.08173
SAN JUAN JUQUILA MIXES	24.8644	24.19563	18.34181	23.01386	21.54966
JUCHITÁN DE ZARAGOZA	13.46585	14.03364	12.28453	11.39114	14.75295
SANTIAGO JUXTLAHUACA	28.42487	33.39841	28.94539	31.12117	30.42488
SALINA CRUZ	26.663724	17.59947	23.303291	20.70913	25.15248
SAN PEDRO TAPANATEPEC	15.69578	16.38599	16.84151	16.39274	15.73315
MATÍAS ROMERO AVENDAÑO	43.01012	33.89672	29.87976	39.17491	39.43557
SAN PEDRO MIXTEPEC	23.44089	20.9773	26.50016	25.53268	27.94744
COSOLAPA	44.7643	47.3593	48.8666	42.122	58.4511
IXTLÁN DE JUÁREZ	14.06038	19.08944	20.13874	21.27999	21.98644
CIUDAD IXTEPEC	35.86422	33.95521	25.6277	36.81802	37.58016
VILLA DE ETLA	63.4392	52.0051	61.7924	55.6527	61.6992
ACATLÁN DE PEREZ FIGUEROA	20.97819	19.43939	14.68603	17.53523	16.2266
SAN JUAN BAUTISTA COIXTLAHUACA	11.7881	10.91123	10.27253	10.51631	11.35055
SAN PABLO HUITZO	32.5502	28.39908	28.84632	38.71265	30.08063
TEZOATLÁN DE SEGURA Y LUNA	23.26363	23.63154	22.60773	19.09106	24.69438
SANTO DOMINGO TONALÁ	52.33917	57.62964	51.27161	52.02649	50.47689
SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA	27.47955	25.2169	32.19102	26.01457	31.61352
SAN JUAN TEPOSCOLULA	49.47105	50.91739	59.88415	55.47693	47.22944
SANTO TOMÁS TAMAZULAPAN	68.94232	49.20391	68.24315	59.9471	71.2899
SAN PEDRO POCHUTLA	34.27144	27.61424	25.89755	26.19192	28.67401
SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC	42.36293	44.89925	38.48992	34.32918	37.47434
EL BARRIO DE LA SOLEDAD	17.92858	20.44675	16.4318	14.42562	19.30965
PUTLA VILLA GUERRERO	32.45703	40.25879	42.77833	35.51271	43.08517
SAN AGUSTÍN ETLA	46.96663	49.248879	40.998136	50.06697	42.98504

Tabla A.2c. Demandas históricas. Semanas 11-15

OFICINA	Demanda 16	Demanda 17	Demanda 18	Demanda 19	Demanda 20
SANTOS REYES NOPALA	24.94622	27.3569	26.54199	24.58626	27.432
HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO	25.10875	19.88563	23.56465	19.68138	23.81373
SAN FRANCISCO TLALPANCINGO	3.72235	3.558512	5.060871	3.838698	4.293725
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ	28.072983	25.530067	25.642819	20.73007	24.76365
VILLA SOLA DE VEGA	25.2704	25.0882	22.866	22.8197	21.2418
TLACOLULA DE MATAMOROS	21.126543	21.474893	20.22226	14.083568	17.005648
SILACAYOAPAM	28.63112	29.91595	27.58616	31.21527	33.79406
CALIHUALA	0.880015	1.256296	1.092666	0.908773	0.943962
SANTOS REYES TEPEJILLO	3.232543	3.049169	3.189518	3.30007	3.366087
SAN ILDEFONSO VILLA ALTA	20.80436	22.89456	19.3595	23.42	23.81907
SANTIAGO CHOAPAM	1.224551	1.301645	1.330719	1.194944	1.490777
TLACOTEPEC PLUMAS	2.38276	2.08606	1.769591	2.058294	2.25471
SANTIAGO CHAZUMBA	13.61846	15.70063	16.14112	13.71847	15.74532
VILLA TALEA DE CASTRO	2.673844	3.71439	3.446176	3.924845	3.69485
VILLA HIDALGO	8.72124	7.79207	5.9392	7.90973	8.69438
SAN PABLO VILLA DE MITLA	12.63893	9.93941	9.77817	10.97649	8.7343
SANTIAGO ZACATEPEC	1.306195	1.296033	1.122119	1.216155	1.284518
SANTIAGO TAMAZOLA	22.85256	19.72961	24.60785	19.50025	18.4851
SAN SEBASTIÁN TECOMAXTLAHUACA	5.009182	4.829959	3.851498	4.468266	4.98326
SAN BARTOLOMÉ ZOOGOCHO	3.01492	3.37327	2.544392	2.80799	2.92651
SANTA CRUZ TACACHE DE MINA	11.93009	8.86434	10.4142	10.70175	9.96183
VILLA DE ZAACHILA	14.12951	13.32959	14.05717	13.16364	10.9863
MARISCALA DE JUÁREZ	18.34936	21.32691	23.19712	24.98983	20.21374
CUILAPAM DE GUERRERO	4.640979	5.94399	4.64726	4.45223	4.9584
ZAPOTITLÁN LAGUNAS	19.66821	16.94473	21.79913	19.23842	19.55301
SANTIAGO MATATLÁN	1.5942303	1.839247	1.567434	2.2600915	2.3944503
JUCHITÁN DE ZARAGOZA	3.41591	2.98691	3.82354	1.90889	2.45672
OCOTLÁN DE MOREOS	26.65268	29.60507	23.00596	20.21901	24.73717
SANTA LUCIA MIAHUATLÁN	52.978328	46.002513	53.598414	40.205899	42.638177
LOMA BONITA	25.93127	21.65176	25.54827	22.90393	23.78717
OAXACA DE JUÁREZ	144.27417	146.07495	119.25227	122.01075	113.67543
SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL	18.69403	22.36005	20.97558	19.13981	21.72059
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN	34.169855	35.666296	25.185085	35.444768	32.855544
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC	55.24225	41.07356	44.52024	44.47151	52.68033
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN	28.37462	19.94144	19.78234	28.93234	25.75917
HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO	55.51188	49.50392	45.7094	60.7779	56.425
SAN JUAN JUQUILA MIXES	25.8877	23.50873	20.1046	29.08833	22.78709
JUCHITÁN DE ZARAGOZA	15.53958	15.62082	14.25886	14.36286	13.14454
SANTIAGO JUXTLAHUACA	24.67784	28.90067	31.42026	40.2174	32.18377
SALINA CRUZ	29.607819	22.674677	26.05832	22.47361	28.17531
SAN PEDRO TAPANATEPEC	16.32122	15.55195	12.78085	14.07489	15.84433
MATÍAS ROMERO AVENDAÑO	39.05649	42.37125	36.8963	32.61311	33.34556
SAN PEDRO MIXTEPEC	24.81615	28.09559	26.68435	31.56842	24.98192
COSOLAPA	44.7788	37.4296	48.3271	43.26	50.2316
IXTLÁN DE JUÁREZ	25.60005	19.76731	21.99685	19.57476	24.1792
CIUDAD IXTEPEC	32.68	35.43025	32.35717	31.83783	34.42392
VILLA DE ETLA	51.4424	64.7125	71.6757	75.5099	68.2792
ACATLÁN DE PEREZ FIGUEROA	14.24272	21.72345	17.19463	16.96683	18.66432
SAN JUAN BAUTISTA COIXTLAHUACA	10.84261	11.31797	11.94316	10.67096	10.6538
SAN PABLO HUITZO	33.98189	36.59502	29.53304	30.83878	27.85087
TEZOATLÁN DE SEGURA Y LUNA	19.03155	21.04564	23.51655	20.27909	22.08589
SANTO DOMINGO TONALÁ	54.46862	49.05022	46.58034	47.45028	59.71735
SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA	25.82992	27.32448	23.60518	28.21261	26.47145
SAN JUAN TEPOCOLULA	50.58228	51.70519	65.46455	47.59543	53.59
SANTO TOMÁS TAMAZULAPAN	68.87097	67.7689	80.33524	68.0288	69.4359
SAN PEDRO POCHUTLA	32.06488	25.79384	33.51461	31.26122	34.36426
SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC	37.39976	41.23972	34.98233	45.27669	34.25377
EL BARRIO DE LA SOLEDAD	14.56949	16.21692	18.60166	17.68598	15.79787
PUTLA VILLA GUERRERO	30.65624	36.0722	36.88189	36.76972	44.0784
SAN AGUSTÍN ETLA	47.49313	49.32072	45.926847	50.530522	35.23884

Tabla A.2d. Demandas históricas. Semanas 15-20

OFICINA	Promedio	Desviación Estándar
SANTOS REYES NOPALA	26.935661	1.883271705
HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO	22.3865765	1.916360438
SAN FRANCISCO TLALPANCINGO	4.31115895	0.449201621
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ	22.8746901	2.650511542
VILLA SOLA DE VEGA	22.6719535	2.147123512
TLACOLULA DE MATAMOROS	19.8791305	3.084887783
SILACAYOAPAM	31.0439915	3.898249831
CALIHUALA	1.00809215	0.120599305
SANTOS REYES TEPEJILLO	3.1436924	0.266887267
SAN ILDEFONSO VILLA ALTA	21.9734735	1.701305358
SANTIAGO CHOAPAM	1.36485145	0.112000209
TLACOTEPEC PLUMAS	2.0736129	0.190259745
SANTIAGO CHAZUMBA	14.482743	1.17124131
VILLA TALEA DE CASTRO	3.2284841	0.391993115
VILLA HIDALGO	7.085243	0.968789704
SAN PABLO VILLA DE MITLA	9.6013755	1.468329558
SANTIAGO ZACATEPEC	1.25952605	0.128105438
SANTIAGO TAMAZOLA	23.549031	2.883983586
SAN SEBASTIÁN TECOMAXTLAHUACA	4.76489775	0.570148377
SAN BARTOLOMÉ ZOOGOCHO	2.71602335	0.30739718
SANTA CRUZ TACACHE DE MINA	10.362777	1.032789649
VILLA DE ZAACHILA	13.0527935	1.343565168
MARISCALA DE JUÁREZ	21.191641	1.882566764
CUILAPAM DE GUERRERO	5.14971435	0.58500932
ZAPOTITLÁN LAGUNAS	19.4074025	1.446451822
SANTIAGO MATATLÁN	1.776714445	0.338816599
JUCHITÁN DE ZARAGOZA	2.803179	0.570482124
OCOTLÁN DE MOREOS	26.45032	2.713022066
SANTA LUCIA MIAHUATLÁN	45.68854845	7.039838125
LOMA BONITA	24.426596	2.445451393
OAXACA DE JUÁREZ	128.6234275	12.89160801
SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL	21.1206725	1.692330859
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN	31.56369765	4.774217878
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC	48.4262055	5.52042308
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN	24.5132045	2.488753833
HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO	50.1697865	9.739769015
SAN JUAN JUQUILA MIXES	22.1999765	3.043713898
JUCHITÁN DE ZARAGOZA	13.9217485	1.469298144
SANTIAGO JUXTLAHUACA	31.9529955	4.005239628
SALINA CRUZ	24.53284025	2.754184373
SAN PEDRO TAPANATEPEC	15.494643	1.20364804
MATÍAS ROMERO AVENDAÑO	39.6916325	4.632029139
SAN PEDRO MIXTEPEC	26.361211	2.809688557
COSOLAPA	49.428565	5.734763537
IXTLÁN DE JUÁREZ	20.6024125	2.517905707
CIUDAD IXTEPEC	34.1859405	4.013611199
VILLA DE ETLA	61.858098	8.847886831
ACATLÁN DE PEREZ FIGUEROA	18.4859315	2.398076028
SAN JUAN BAUTISTA COIXTLAHUACA	10.910262	0.989893373
SAN PABLO HUITZO	31.990275	3.795872091
TEZOATLÁN DE SEGURA Y LUNA	22.0601465	1.917962294
SANTO DOMINGO TONALÁ	50.8202525	4.653130776
SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA	28.171878	3.376416968
SAN JUAN TEPOSCOLULA	51.1956575	6.529293128
SANTO TOMÁS TAMAZULAPAN	69.935931	8.555304125
SAN PEDRO POCHUTLA	28.657036	4.986137962
SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC	38.5879365	5.894450451
EL BARRIO DE LA SOLEDAD	17.8504935	2.12163803
PUTLA VILLA GUERRERO	38.06424	4.782442721
SAN AGUSTÍN ETLA	45.23479485	5.080150715

Tabla A.2e. Parámetros estadísticos de las demandas históricas

Municipio	Técnica utilizada	N	α	β	γ	Valor Pronosticado	MAD	MSE
TLACOLULA DE MATAMOROS	Promedios Móviles	6				19.1922	2.2038	7.5125
	Suavizamiento exponencial		0.13			19.3231	2.6116	11.0925
	Suavizamiento exponencial con tendencia		0.02	1		18.4571	2.6333	9.7737
	Holt - Winters aditivo		0.02	1	0	18.4571	2.6333	9.7737
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN	Promedios Móviles	3				31.1618	4.2889	27.737
	Suavizamiento exponencial		0			31.5927	3.7728	22.7941
	Suavizamiento exponencial con tendencia		0	0		31.5927	3.7728	22.7941
	Holt - Winters aditivo		0	0	0	31.5927	3.7728	22.7941
SANTIAGO JUXTLAHUACA	Promedios Móviles	3				34.6072	3.3793	19.9943
	Suavizamiento exponencial		0.5			33.6098	3.7496	22.6077
	Suavizamiento exponencial con tendencia		0.5	0		33.6098	3.7496	22.6077
	Holt - Winters aditivo		0.21	0	0.37	33.6264	3.751	22.6075
SILACAYOPAM	Promedios Móviles	3				30.8652	3.4746	19.5505
	Suavizamiento exponencial		0.39			31.2948	3.3414	15.5086
	Suavizamiento exponencial con tendencia		0.39	0		31.2948	3.3414	15.5086
	Holt - Winters aditivo		0.17	0	0.27	31.3149	3.3417	15.5086
SAN JUAN TEPOSCOLULA	Promedios Móviles	3				55.55	5.7202	48.1787
	Suavizamiento exponencial		0.27			53.4198	5.286	44.3657
	Suavizamiento exponencial con tendencia		0.23	0.05		54.8294	5.4587	43.6621
	Holt - Winters aditivo		0.05	0.25	0.19	54.909	5.4731	43.6576
SAN JUAN BAUTISTA COIXTLAHUACA	Promedios Móviles	6				11.1299	0.6107	0.5626
	Suavizamiento exponencial		0.21			10.9852	0.8381	1.3621
	Suavizamiento exponencial con tendencia		0.17	0.06		11.2673	0.845	1.3369
	Holt - Winters aditivo		0.02	0.51	0.15	11.2728	0.8439	1.3369
SAN BARTOLOMÉ ZOOGOCHO	Promedios Móviles	5				2.9334	0.2508	0.1202
	Suavizamiento exponencial		0.01			2.6527	0.2366	0.1007
	Suavizamiento exponencial con tendencia		0.01	0.71		2.7108	0.2371	0.0986
	Holt - Winters aditivo		0.01	0.71	0	2.7108	0.2371	0.0986
LOMA BONITA	Promedios Móviles	8				24.1613	1.4144	2.6902
	Suavizamiento exponencial		0			24.714	2.0182	6.0671
	Suavizamiento exponencial con tendencia		0	0		24.714	2.0182	6.0671
	Holt - Winters aditivo		0	0	0	24.714	2.0182	6.0671
SANTIAGO CHOAPAM	Promedios Móviles	3				1.3388	0.0966	0.0165
	Suavizamiento exponencial		0.12			1.365	0.1021	0.015
	Suavizamiento exponencial con tendencia		0.02	0.49		1.3378	0.1007	0.0148
	Holt - Winters aditivo		0.01	0.98	0.01	1.3378	0.1007	0.0148
HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO	Promedios Móviles	3				54.3041	7.5912	109.9723
	Suavizamiento exponencial		0			48.6063	8.6972	97.4363
	Suavizamiento exponencial con tendencia		0	0		48.6063	8.6972	97.4363
	Holt - Winters aditivo		0	0	0	48.6063	8.6972	97.4363

Tabla A.3a. Tabla comparativa de métodos de pronósticos

Municipio	Técnica utilizada	N	α	β	γ	Valor		
						Pronosticado	MAD	MSE
COL. SANTA ROSA	Promedios Móviles	3				2.7297	0.5755	0.4627
	Suavizamiento exponencial		0.01			2.9277	0.497	0.349
	Suavizamiento exponencial con tendencia		0.01	0.58		2.7977	0.4933	0.3426
	Holt - Winters aditivo		0.01	0.58	0	2.7977	0.4933	0.3426
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN	Promedios Móviles	3				24.8246	2.3197	8.4306
	Suavizamiento exponencial		0.09			24.5794	2.1984	7.0374
	Suavizamiento exponencial con tendencia		0.02	0.96		23.2414	2.1661	6.7289
	Holt - Winters aditivo		0.02	0.96	0	23.2414	2.1661	6.7289
SANTA CRUZ TACACHE DE MINA	Promedios Móviles	3				10.3593	0.9934	1.4342
	Suavizamiento exponencial		0.05			10.2562	0.9157	1.1624
	Suavizamiento exponencial con tendencia		0.04	0.03		10.2732	0.9123	1.1622
	Holt - Winters aditivo		0.02	0.07	0.02	10.2799	0.9123	1.1622
ZAPOTITLÁN LAGUNAS	Promedios Móviles	3				20.1968	1.1463	2.2219
	Suavizamiento exponencial		0.33			19.4938	1.2954	3.1247
	Suavizamiento exponencial con tendencia		0.33	0		19.4938	1.2954	3.1247
	Holt - Winters aditivo		0.01	0.11	0.32	19.4644	1.2994	3.1243
SAN PEDRO POCHUTLA	Promedios Móviles	3				33.0467	4.748	28.7894
	Suavizamiento exponencial		0.32			31.5928	4.5305	29.9707
	Suavizamiento exponencial con tendencia		0.23	0.05		31.9151	4.4476	15.0795
	Holt - Winters aditivo		0.02	0.57	0.22	31.9258	4.4546	15.1133
TLACOTEPEC PLUMAS	Promedios Móviles	3				2.0275	0.1972	0.0562
	Suavizamiento exponencial		0.17			2.0907	0.1695	0.0453
	Suavizamiento exponencial con tendencia		0.09	0.13		2.1524	0.1718	0.0444
	Holt - Winters aditivo		0.05	0.23	0.04	2.1521	0.1718	0.0444
SAN JUAN JUQUILA MIXES	Promedios Móviles	3				23.9933	2.7977	12.3093
	Suavizamiento exponencial		0.24			23.5965	2.6547	10.8648
	Suavizamiento exponencial con tendencia		0.24	0		23.5965	2.6547	10.8648
	Holt - Winters aditivo		0.21	0	0.04	23.6036	2.6554	10.8648
SANTIAGO MATATLÁN	Promedios Móviles	5				1.9311	0.2524	0.1061
	Suavizamiento exponencial		0.36			2.0792	0.2983	0.134
	Suavizamiento exponencial con tendencia		0.36	0		2.0792	0.2983	0.134
	Holt - Winters aditivo		0.3	0	0.08	2.0761	0.2981	0.134
PINOTEPA NACIONAL	Promedios Móviles	3				20.612	1.5057	3.5931
	Suavizamiento exponencial		0.04			21.4065	1.4308	3.2122
	Suavizamiento exponencial con tendencia		0.01	0.84		20.9678	1.375	3.0913
	Holt - Winters aditivo		0.01	0.84	0	20.9678	1.375	3.0913
SANTO TOMÁS TAMAZULAPAN	Promedios Móviles	3				72.6	6.0805	56.9559
	Suavizamiento exponencial		0.53			70.192	7.1818	83.3939
	Suavizamiento exponencial con tendencia		0.53	0		70.192	7.1818	83.3939
	Holt - Winters aditivo		0.07	0	0.5	70.184	7.1831	83.3906

Tabla A.3b. Tabla comparativa de métodos de pronósticos (Continuación)

Municipio	Técnica utilizada	N	α	β	γ	Valor Pronosticado	MAD	MSE
SAN PEDRO MIXTEPEC	Promedios Móviles	3				24.9819	3.5616	17.6674
	Suavizamiento exponencial		0.14			26.7408	2.5788	9.6369
	Suavizamiento exponencial con tendencia		0.14	0		26.7408	2.5788	9.6369
	Holt - Winters aditivo		0.08	0	0.07	26.7455	2.5778	9.6362
PUTLA DE GUERRERO	Promedios Móviles	3				39.2433	4.3522	29.5292
	Suavizamiento exponencial		0.44			39.8638	4.6982	32.1429
	Suavizamiento exponencial con tendencia		0.44	0		39.8638	4.6982	32.1429
	Holt - Winters aditivo		0.09	0	0.39	39.9003	4.7005	32.1425
SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC	Promedios Móviles	3				38.1709	5.3302	47.9785
	Suavizamiento exponencial		0.7			36.7712	7.3005	104.9833
	Suavizamiento exponencial con tendencia		0.69	0.01		37.77218	7.2925	104.7629
	Holt - Winters aditivo		0.05	0.17	0.67	37.411	7.2977	104.7557
SAN PABLO HUITZO	Promedios Móviles	3				29.4076	3.419	19.7156
	Suavizamiento exponencial		0.06			31.4379	3.1185	16.3851
	Suavizamiento exponencial con tendencia		0.03	0.16		32.1346	3.1563	16.3205
	Holt - Winters aditivo		0.03	0.16	0	32.1346	3.1563	16.3205
SAN FCO. TLAPANCINGO	Promedios Móviles	3				4.3978	0.4728	0.3342
	Suavizamiento exponencial		0.05			4.2272	0.3921	0.2308
	Suavizamiento exponencial con tendencia		0.04	0.04		4.2578	0.3926	0.2305
	Holt - Winters aditivo		0.01	0.17	0.03	4.2601	0.3927	0.2305
CD IXTEPEC	Promedios Móviles	3				32.873	3.743	25.7278
	Suavizamiento exponencial		0.16			33.9592	3.5157	20.409
	Suavizamiento exponencial con tendencia		0.08	0.13		32.7937	3.4881	20
	Holt - Winters aditivo		0.04	0.24	0.05	32.9145	3.4924	19.9985
SANTA LUCÍA MIAHUATLÁN	Promedios Móviles	5				47.0847	6.7036	58.5666
	Suavizamiento exponencial		0.08			44.7538	6.4597	57.5768
	Suavizamiento exponencial con tendencia		0.08	0		44.7538	6.4597	57.5768
	Holt - Winters aditivo		0	0	0.08	44.7538	6.4597	57.5768
CALIHUALA	Promedios Móviles	6				0.9907	0.1028	0.0176
	Suavizamiento exponencial		0			0.9904	0.0963	0.0149
	Suavizamiento exponencial con tendencia		0	0		0.9904	0.9904	0.0149
	Holt - Winters aditivo		0	0	0	0.9904	0.9904	0.0149
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ	Promedios Móviles	3				23.7122	2.2776	9.3785
	Suavizamiento exponencial		0.32			23.9227	2.394	9.5129
	Suavizamiento exponencial con tendencia		0.22	0.06		24.5436	2.3146	9.3549
	Holt - Winters aditivo		0.03	0.44	0.19	24.5552	2.3181	9.3543
MATIAS ROMERO AVENDAÑO	Promedios Móviles	3				34.285	3.8119	18.9962
	Suavizamiento exponencial		0.37			35.3096	3.6432	19.5023
	Suavizamiento exponencial con tendencia		0.07	0.53		33.4159	3.3194	17.5555
	Holt - Winters aditivo		0.07	0.53	0	33.4159	3.3194	17.5555

Tabla A.3c. Tabla comparativa de métodos de pronósticos (Continuación)

Municipio	Técnica utilizada	N	α	β	γ	Valor		
						Pronosticado	MAD	MSE
JUCHITÁN DE ZARAGOZA	Promedios Móviles	3				13.9221	1.4658	2.7739
	Suavizamiento exponencial		0			14.003	1.0726	2.166
	Suavizamiento exponencial con tendencia		0	0		14.003	1.0726	2.166
	Holt - Winters aditivo		0	0	0	14.003	1.0726	2.166
SAN PABLO VILLA DE MITLA	Promedios Móviles	3				9.8297	1.3661	2.9489
	Suavizamiento exponencial		0			9.7858	1.0574	2.1918
	Suavizamiento exponencial con tendencia		0	0		9.7858	1.0574	2.1918
	Holt - Winters aditivo		0	0	0	9.7858	1.0574	2.1918
SAN ILDEFONSO VILLA ALTA	Promedios Móviles	4				22.3733	1.6639	3.7603
	Suavizamiento exponencial		0.22			22.3934	1.7106	3.981
	Suavizamiento exponencial con tendencia		0.22	0		22.3934	1.7106	3.981
	Holt - Winters aditivo		0.19	0	0.03	22.3831	1.7081	3.9807
SAN SEBASTIÁN TECOMAXTLAHUACA	Promedios Móviles	5				4.6285	0.3015	0.1789
	Suavizamiento exponencial		0.05			4.8083	0.4508	0.3529
	Suavizamiento exponencial con tendencia		0.02	1		4.5961	0.442	0.3362
	Holt - Winters aditivo		0.02	1	0	4.5961	0.442	0.3362
SANTO DOMINGO TONALÁ	Promedios Móviles	3				51.2493	4.0006	23.1334
	Suavizamiento exponencial		1			59.7174	4.2559	28.3799
	Suavizamiento exponencial con tendencia		1	0		59.7174	4.2559	28.3799
	Holt - Winters aditivo		1	0	0.51	59.7174	4.2559	28.3798
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC	Promedios Móviles	3				47.224	5.6428	46.1875
	Suavizamiento exponencial		0.28			48.181	5.6158	45.6151
	Suavizamiento exponencial con tendencia		0.27	0.01		47.8601	5.6021	45.5247
	Holt - Winters aditivo		0.01	0.39	0.26	47.7326	5.5943	45.5156
ACATLÁN DE PEREZ FIGUEROA	Promedios Móviles	3				17.6086	2.0563	7.636
	Suavizamiento exponencial		0.15			18.0252	2.0065	6.348
	Suavizamiento exponencial con tendencia		0.03	0.96		16.4198	1.9437	5.9322
	Holt - Winters aditivo		0.03	0.96		16.4198	1.9437	5.9322

Tabla A.3d. Tabla comparativa de métodos de pronósticos (Continuación)

	SANTOS REYES NOPALA	HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO	SAN FRANCISCO TLALPANCINGO	ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ	VILLA SOLA DE VEGA	TLACOLULA DE MATAMOROS	SILACAYOAPAM	CALIHUALA
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ				24.54361	22.6974			
TLACOLULA DE MATAMOROS						18.4571		
OAXACA DE JUÁREZ		22.35806						
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN								
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC								
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN								
JUCHITÁN DE ZARAGOZA								
SANTIAGO JUXTLAHUACA			4.257844				31.2948	0.9904
SAN PEDRO MIXTEPEC	26.44136							
IXTLÁN DE JUÁREZ								

Tabla A.4a. Tabla de la demanda en U.E. que cada oficina solicita a su concentradora

	SANTOS REYES TEPEJILLO	SAN ILDEFONSO VILLA ALTA	SANTIAGO CHOAPAM	TLACOTEPEC PLUMAS	SANTIAGO CHAZUMBA	VILLA TALEA DE CASTRO	VILLA HIDALGO	SAN PABLO VILLA DE MITLA
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ								
TLACOLULA DE MATAMOROS							7.91642	9.7858
OAXACA DE JUÁREZ								
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN					14.9516			
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC			1.3378					
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN				2.1524				
JUCHITÁN DE ZARAGOZA								
SANTIAGO JUXTLAHUACA	3.1196							
SAN PEDRO MIXTEPEC								
IXTLÁN DE JUÁREZ		22.3934				3.6841	0.08518	

Tabla A.4b. Tabla de la demanda en U.E. que cada oficina solicita a su concentradora

	SANTIAGO ZACATEPEC	SANTIAGO TAMAZOLA	SAN SEBASTIÁN TECOMAXTLAHUACA	SAN BARTOLOMÉ ZOOGOCHO	SANTA CRUZ TACACHE DE MINA	VILLA DE ZAACHILA	MARISCALA DE JUÁREZ	CUILAPAM DE GUERRERO
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ	1.2651							
TLACOLULA DE MATAMOROS								
OAXACA DE JUÁREZ							13.1629	4.986
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN						10.2732		21.0563
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC								
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN								
JUCHITÁN DE ZARAGOZA								
SANTIAGO JUXTLAHUACA			19.9244	4.5961				
SAN PEDRO MIXTEPEC								
IXTLÁN DE JUÁREZ				2.7108				

Tabla A.4c. Tabla de la demanda en U.E. que cada oficina solicita a su concentradora

	ZAPOTITLÁN LAGUNAS	SANTIAGO MATATLÁN	JUCHITÁN DE ZARAGOZA	OCOTLÁN DE MOREOS	SANTA LUCIA MIAHUATLÁN	LOMA BONITA	OAXACA DE JUÁREZ	SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ								
TLACOLULA DE MATAMOROS		2.0792						
OAXACA DE JUÁREZ				24.531	44.7538		127.026	
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN								
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC						24.714		
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN								
JUCHITÁN DE ZARAGOZA			2.7977					
SANTIAGO JUXTLAHUACA	19.4938							20.9678
SAN PEDRO MIXTEPEC								
IXTLÁN DE JUÁREZ								

Tabla A.4d. Tabla de la demanda en U.E. que cada oficina solicita a su concentradora

	HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN	SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC	ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN	HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO	SAN JUAN JUQUILA MIXES	JUCHITÁN DE ZARAGOZA	SANTIAGO JUXTLAHUACA	SALINA CRUZ
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ								
TLACOLULA DE MATAMOROS					23.59652			
OAXACA DE JUÁREZ								
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN	31.5927							
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC		47.8601						
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN			23.24138					
JUCHITÁN DE ZARAGOZA						14.003		24.85861
SANTIAGO JUXTLAHUACA				48.6063			33.6098	
SAN PEDRO MIXTEPEC								
IXTLÁN DE JUÁREZ								

Tabla A.4e. Tabla de la demanda en U.E. que cada oficina solicita a su concentradora

	SAN PEDRO TAPANATEPEC	MATÍAS ROMERO AVENDAÑO	SAN PEDRO MIXTEPEC	COSOLAPA	IXTLÁN DE JUÁREZ	CIUDAD IXTEPEC	VILLA DE ETLA	ACATLÁN DE PEREZ FIGUEROA
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ								
TLACOLULA DE MATAMOROS								
OAXACA DE JUÁREZ							69.42403	
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN								
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC				43.59732				16.41977
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN								
JUCHITÁN DE ZARAGOZA	15.59559	33.41586				32.79365		
SANTIAGO JUXTLAHUACA								
SAN PEDRO MIXTEPEC			26.7408					
IXTLÁN DE JUÁREZ					21.12652			

Tabla A.4f. Tabla de la demanda en U.E. que cada oficina solicita a su concentradora

	SAN JUAN BAUTISTA COIXTLAHUACA	SAN PABLO HUITZO	TEZOATLÁN DE SEGURA Y LUNA	SANTO DOMINGO TONALÁ	SAN FRANCISCO TEIXTLAHUACA	SAN JUAN TEPOSCOLULA	SANTO TOMÁS TAMAZULAPAN	SAN PEDRO POCHUTLA
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ							2.75899	
TLACOLULA DE MATAMOROS								
OAXACA DE JUÁREZ		32.13463			27.59554		67.433	
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN			20.70987	59.71739				
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC								
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN	11.26733					54.82939		
JUCHITÁN DE ZARAGOZA								
SANTIAGO JUXTLAHUACA								
SAN PEDRO MIXTEPEC								31.91511
IXTLÁN DE JUÁREZ								

Tabla A.4g. Tabla de la demanda en U.E. que cada oficina solicita a su concentradora

	SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC	EL BARRIO DE LA SOLEDAD	PUTLA VILLA GUERRERO	SAN AGUSTÍN ETLA
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ				
TLACOLULA DE MATAMOROS				
OAXACA DE JUÁREZ				45.93717
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN				
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC				
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN				
JUCHITÁN DE ZARAGOZA	37.77218	16.03439		
SANTIAGO JUXTLAHUACA			39.86381	
SAN PEDRO MIXTEPEC				
IXTLÁN DE JUÁREZ				

Tabla A.4h. Tabla de la demanda en U.E. que cada oficina solicita a su concentradora

	SANTOS REYES NOPALA	HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO	SAN FRANCISCO TLALPANCINGO	ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ	VILLA SOLA DE VEGA	TLACOLULA DE MATAMOROS	SILACAYOAPAM	CALIHUALA
ZIMATLÁN DE ALVAREZ				0	70.63219			
TLACOLULA DE MATAMOROS						0		
OAXACA DE JUÁREZ		57.73045						
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN								
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC								
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN								
JUCHITÁN DE ZARAGOZA								
SANTIAGO JUXTLAHUACA			0				59.14512	79.31513
SAN PEDRO MIXTEPEC	34.35867							
IXTLÁN DE JUÁREZ								

Tabla A.5a. Tabla de distancia en Km. de las concentradoras a las oficinas

	SANTOS REYES TEPEJILLO	SAN ILDEFONSO VILLA ALTA	SANTIAGO CHOAPAM	TLACOTEPEC PLUMAS	SANTIAGO CHAZUMBA	VILLA TALEA DE CASTRO	VILLA HIDALGO	SAN PABLO VILLA DE MITLA
ZIMATLÁN DE ALVAREZ								
TLACOLULA DE MATAMOROS							75.84894	24.32567
OAXACA DE JUÁREZ								
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN					60.47951			
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC			0					
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN				74.5057				
JUCHITÁN DE ZARAGOZA								
SANTIAGO JUXTLAHUACA	0							
SAN PEDRO MIXTEPEC								
IXTLÁN DE JUÁREZ		0				0	80.88183	

Tabla A.5b. Tabla de distancia en Km. de las concentradoras a las oficinas

	SANTIAGO ZACATEPEC	SANTIAGO TAMAZOLA	SAN SEBASTIÁN TECOMAXTLAHUACA	SAN BARTOLOMÉ ZOOGOCHO	SANTA CRUZ TACACHE DE MINA	VILLA DE ZAACHILA	MARISCALA DE JUÁREZ	CUILAPAM DE GUERRERO
ZIMATLÁN DE ALVAREZ								
TLACOLULA DE MATAMOROS	0							
OAXACA DE JUÁREZ						23.0882		17.49893
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN					73.2532		67.68362	
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC								
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN								
JUCHITÁN DE ZARAGOZA								
SANTIAGO JUXTLAHUACA		0	22.71092					
SAN PEDRO MIXTEPEC								
IXTLÁN DE JUÁREZ					47.92643			

Tabla A.5c. Tabla de distancia en Km. de las concentradoras a las oficinas

	ZAPOTITLÁN LAGUNAS	SANTIAGO MATATLÁN	JUCHITÁN DE ZARAGOZA	OCOTLÁN DE MOREOS	SANTA LUCIA MIAHUATLÁN	LOMA BONITA	OAXACA DE JUÁREZ	SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL
ZIMATLÁN DE ALVAREZ								
TLACOLULA DE MATAMOROS		33.9349						
OAXACA DE JUÁREZ				40.11155	127.35641		0	
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN								
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC						49.96129		
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN								
JUCHITÁN DE ZARAGOZA			0					
SANTIAGO JUXTLAHUACA	0							152.0335
SAN PEDRO MIXTEPEC								
IXTLÁN DE JUÁREZ								

Tabla A.5d. Tabla de distancia en Km. de las concentradoras a las oficinas

	HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN	SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC	ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN	HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO	SAN JUAN JUQUILA MIXES	JUCHITÁN DE ZARAGOZA	SANTIAGO JUXTLAHUACA	SALINA CRUZ
ZIMATLÁN DE ALVAREZ								
TLACOLULA DE MATAMOROS					88.55981			
OAXACA DE JUÁREZ								
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN	0							
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC		0						
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN			0					
JUCHITÁN DE ZARAGOZA						0		50.81614
SANTIAGO JUXTLAHUACA				58.75429			0	
SAN PEDRO MIXTEPEC								
IXTLÁN DE JUÁREZ								

Tabla A.5e. Tabla de distancia en Km. de las concentradoras a las oficinas

	SAN PEDRO TAPANATEPEC	MATÍAS ROMERO AVENDAÑO	SAN PEDRO MIXTEPEC	COSOLAPA	IXTLÁN DE JUÁREZ	CIUDAD IXTEPEC	VILLA DE ETLA	ACATLÁN DE PEREZ FIGUEROA
ZIMATLÁN DE ALVAREZ								
TLACOLULA DE MATAMOROS								
OAXACA DE JUÁREZ							12.04307	
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN								
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC				101.20884				83.29138
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN								
JUCHITÁN DE ZARAGOZA	112.69181	113.54178				25.58632		
SANTIAGO JUXTLAHUACA								
SAN PEDRO MIXTEPEC			0					
IXTLÁN DE JUÁREZ					0			

Tabla A.5f. Tabla de distancia en Km. de las concentradoras a las oficinas

	SAN JUAN BAUTISTA COIXTLAHUACA	SAN PABLO HUITZO	TEZOATLÁN DE SEGURA Y LUNA	SANTO DOMINGO TONALÁ	SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA	SAN JUAN TEPOSCOLULA	SANTO TOMÁS TAMAZULAPAN	SAN PEDRO POCHUTLA
ZIMATLÁN DE ALVAREZ							167.27122	
TLACOLULA DE MATAMOROS								
OAXACA DE JUÁREZ		35.64224			45.80474		112.61776	
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN			48.62738	43.78027				
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC								
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN	46.79375					39.61575		
JUCHITÁN DE ZARAGOZA								
SANTIAGO JUXTLAHUACA								
SAN PEDRO MIXTEPEC								88.2815
IXTLÁN DE JUÁREZ								

Tabla A.5g. Tabla de distancia en Km. de las concentradoras a las oficinas

	SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC	EL BARRIO DE LA SOLEDAD	PUTLA VILLA GUERRERO	SAN AGUSTÍN ETLA
ZIMATLÁN DE ALVAREZ				
TLACOLULA DE MATAMOROS				
OAXACA DE JUÁREZ				24.15086
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN				
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC				
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN				
JUCHITÁN DE ZARAGOZA	66.11153	58.73398		
SANTIAGO JUXTLAHUACA			28.92131	
SAN PEDRO MIXTEPEC				
IXTLÁN DE JUÁREZ				

Tabla A.5h. Tabla de distancia en Km. de las concentradoras a las oficinas

	SANTOS REYES NOPALA	HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO	SAN FRANCISCO TLALPANCINGO	ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ	VILLA SOLA DE VEGA	TLACOLULA DE MATAMOROS	SILACAYOAPAM	CALIHUALA
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ					1276.166876			
TLACOLULA DE MATAMOROS								
OAXACA DE JUÁREZ		1075.415802						
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN								
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC								
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN								
JUCHITÁN DE ZARAGOZA								
SANTIAGO JUXTLAHUACA			0				1097.428067	1411.273423
SAN PEDRO MIXTEPEC	711.7509052							
IXTLÁN DE JUÁREZ								

Tabla A.6a. Tabla de los costos por pedido *S* de cada oficina

	SANTOS REYES TEPEJILLO	SAN ILDEFONSO VILLA ALTA	SANTIAGO CHOAPAM	TLACOTEPEC PLUMAS	SANTIAGO CHAZUMBA	VILLA TALEA DE CASTRO	VILLA HIDALGO	SAN PABLO VILLA DE MITLA
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ								
TLACOLULA DE MATAMOROS							1357.339506	555.6374252
OAXACA DE JUÁREZ								
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN					1118.191176			
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC			0					
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN				1336.438692				
JUCHITÁN DE ZARAGOZA								
SANTIAGO JUXTLAHUACA	0							
SAN PEDRO MIXTEPEC								
IXTLÁN DE JUÁREZ		0				0	1435.651275	

Tabla A.6b. Tabla de los costos por pedido *S* de cada oficina

	SANTIAGO ZACATEPEC	SANTIAGO TAMAZOLA	SAN SEBASTIÁN TECOMAXTLAH UACA	SAN BARTOLOMÉ ZOOGOCHO	SANTA CRUZ TACACHE DE MINA	VILLA DE ZAACHILA	MARISCALA DE JUÁREZ	CUILAPAM DE GUERRERO
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ	0							
TLACOLULA DE MATAMOROS								
OAXACA DE JUÁREZ							536.382392	449.4133508
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN						1316.949792		1230.287127
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC								
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN								
JUCHITÁN DE ZARAGOZA								
SANTIAGO JUXTLAHUACA			0	530.5119152				
SAN PEDRO MIXTEPEC								
IXTLÁN DE JUÁREZ					922.8652508			

Tabla A.6c. Tabla de los costos por pedido *S* de cada oficina

	ZAPOTITLÁN LAGUNAS	SANTIAGO MATATLÁN	JUCHITÁN DE ZARAGOZA	OCOTLÁN DE MOREOS	SANTA LUCIA MIAHUATLÁN	LOMA BONITA	OAXACA DE JUÁREZ	SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ								
TLACOLULA DE MATAMOROS		705.157044						
OAXACA DE JUÁREZ				801.265718	2158.79574			
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN								
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC						954.5276724		
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN								
JUCHITÁN DE ZARAGOZA			177.13					
SANTIAGO JUXTLAHUACA	0							2542.77126
SAN PEDRO MIXTEPEC								
IXTLÁN DE JUÁREZ								

Tabla A.6d. Tabla de los costos por pedido *S* de cada oficina

	HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN	SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC	ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN	HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO	SAN JUAN JUQUILA MIXES	JUCHITÁN DE ZARAGOZA	SANTIAGO JUXTLAHUACA	SALINA CRUZ
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ TLACOLULA DE MATAMOROS OAXACA DE JUÁREZ HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN JUCHITÁN DE ZARAGOZA SANTIAGO JUXTLAHUACA SAN PEDRO MIXTEPEC IXTLÁN DE JUÁREZ					1555.120644			967.8291384
				1091.346752				

Tabla A.6e. Tabla de los costos por pedido *S* de cada oficina

	SAN PEDRO TAPANATEPEC	MATÍAS ROMERO AVENDAÑO	SAN PEDRO MIXTEPEC	COSOLAPA	IXTLÁN DE JUÁREZ	CIUDAD IXTEPEC	VILLA DE ETLA	ACATLÁN DE PEREZ FIGUEROA
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ TLACOLULA DE MATAMOROS OAXACA DE JUÁREZ HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN JUCHITÁN DE ZARAGOZA SANTIAGO JUXTLAHUACA SAN PEDRO MIXTEPEC IXTLÁN DE JUÁREZ							364.5201692	
				1751.93955				1473.143873
	1930.614564	1943.840097				575.2531392		

Tabla A.6f. Tabla de los costos por pedido *S* de cada oficina

	SAN JUAN BAUTISTA COIXTLAHUACA	SAN PABLO HUITZO	TEZOATLÁN DE SEGURA Y LUNA	SANTO DOMINGO TONALÁ	SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA	SAN JUAN TEPOSCOLULA	SANTO TOMÁS TAMAZULAPAN	SAN PEDRO POCHUTLA
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ							2779.870183	
TLACOLULA DE MATAMOROS								
OAXACA DE JUÁREZ		731.7232544			889.8517544		1929.462346	
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN			933.7720328	858.35 10012				
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC								
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN	905.24075					793.55107		
JUCHITÁN DE ZARAGOZA								
SANTIAGO JUXTLAHUACA								
SAN PEDRO MIXTEPEC								1550.79014
IXTLÁN DE JUÁREZ								

Tabla A.6g. Tabla de los costos por pedido *S* de cada oficina

	SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC	EL BARRIO DE LA SOLEDAD	PUTLA VILLA GUERRERO	SAN AGUSTÍN ETLA
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ				
TLACOLULA DE MATAMOROS				
OAXACA DE JUÁREZ				552.9173816
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN				
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC				
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN				
JUCHITÁN DE ZARAGOZA	1205.825407	1091.030729		
SANTIAGO JUXTLAHUACA			627.1455836	
SAN PEDRO MIXTEPEC				
IXTLÁN DE JUÁREZ				

Tabla A.6h. Tabla de los costos por pedido *S* de cada oficina

	SANTOS REYES NOPALA	HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO	SAN FRANCISCO TLALPANCINGO	ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ	VILLA SOLA DE VEGA	TLACOLULA DE MATAMOROS	SILACAYOAPAM	CALIHUALA
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ				0	54.58627804			
TLACOLULA DE MATAMOROS						0		
OAXACA DE JUÁREZ		49.73326351						
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN								
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC								
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN								
JUCHITÁN DE ZARAGOZA								
SANTIAGO JUXTLAHUACA			0				59.43822273	11.99092235
SAN PEDRO MIXTEPEC	43.99948588							
IXTLÁN DE JUÁREZ								

Tabla A.7a. Tabla de tamaño de los pedidos Q para cada oficina

	SANTOS REYES TEPEJILLO	SAN ILDEFONSO VILLA ALTA	SANTIAGO CHOAPAM	TLACOTEPEC PLUMAS	SANTIAGO CHAZUMBA	VILLA TALEA DE CASTRO	VILLA HIDALGO	SAN PABLO VILLA DE MITLA
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ								
TLACOLULA DE MATAMOROS							33.24683835	23.65024293
OAXACA DE JUÁREZ								
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN					41.47090936			
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC			0					
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN				17.20195096				
JUCHITÁN DE ZARAGOZA								
SANTIAGO JUXTLAHUACA	0							
SAN PEDRO MIXTEPEC								
IXTLÁN DE JUÁREZ		0				0	3.546786049	

Tabla A.7b. Tabla de tamaño de los pedidos Q para cada oficina

	SANTIAGO ZACATEPEC	SANTIAGO TAMAZOLA	SAN SEBASTIÁN TECOMAXTLAH UACA	SAN BARTOLOMÉ ZOOGOCHO	SANTA CRUZ TACACHE DE MINA	VILLA DE ZAACHILA	MARISCALA DE JUÁREZ	CUILAPAM DE GUERRERO
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ								
TLACOLULA DE MATAMOROS	0							
OAXACA DE JUÁREZ						26.94974999		15.18241349
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN					37.30604191		51.62213509	
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC								
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN								
JUCHITÁN DE ZARAGOZA								
SANTIAGO JUXTLAHUACA		0	15.83740414					
SAN PEDRO MIXTEPEC								
IXTLÁN DE JUÁREZ					16.04203939			

Tabla A.7c. Tabla de tamaño de los pedidos Q para cada oficina

	ZAPOTITLÁN LAGUNAS	SANTIAGO MATATLÁN	JUCHITÁN DE ZARAGOZA	OCOTLÁN DE MOREOS	SANTA LUCIA MIAHUATLÁN	LOMA BONITA	OAXACA DE JUÁREZ	SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ								
TLACOLULA DE MATAMOROS		12.28097227						
OAXACA DE JUÁREZ				44.96634626	99.69248641		0	
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN								
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC						49.26148233		
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN								
JUCHITÁN DE ZARAGOZA			7.139837475					
SANTIAGO JUXTLAHUACA	0							74.05796482
SAN PEDRO MIXTEPEC								
IXTLÁN DE JUÁREZ								

Tabla A.7d. Tabla de tamaño de los pedidos Q para cada oficina

	HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN	SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC	ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN	HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO	SAN JUAN JUQUILA MIXES	JUCHITÁN DE ZARAGOZA	SANTIAGO JUXTLAHUACA	SALINA CRUZ
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ								
TLACOLULA DE MATAMOROS					61.43950607			
OAXACA DE JUÁREZ								
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN	0							
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC		0						
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN			0					
JUCHITÁN DE ZARAGOZA						0		49.74843926
SANTIAGO JUXTLAHUACA				73.87021363			0	
SAN PEDRO MIXTEPEC								
IXTLÁN DE JUÁREZ								

Tabla A.7e. Tabla de tamaño de los pedidos Q para cada oficina

	SAN PEDRO TAPANATEPEC	MATÍAS ROMERO AVENDAÑO	SAN PEDRO MIXTEPEC	COSOLAPA	IXTLÁN DE JUÁREZ	CIUDAD IXTEPEC	VILLA DE ETLA	ACATLÁN DE PEREZ FIGUEROA
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ								
TLACOLULA DE MATAMOROS								
OAXACA DE JUÁREZ							51.02198903	
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN								
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC				88.64028595				49.8824539
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN								
JUCHITÁN DE ZARAGOZA	55.65323153	81.74256904				44.05204463		
SANTIAGO JUXTLAHUACA								
SAN PEDRO MIXTEPEC			0					
IXTLÁN DE JUÁREZ					0			

Tabla A.7f. Tabla de tamaño de los pedidos Q para cada oficina

	SAN JUAN BAUTISTA COIXTLAHUACA	SAN PABLO HUITZO	TEZOATLÁN DE SEGURA Y LUNA	SANTO DOMINGO TONALÁ	SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA	SAN JUAN TEPOSCOLULA	SANTO TOMÁS TAMAZULAPAN	SAN PEDRO POCHUTLA
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ							28.08853019	
TLACOLULA DE MATAMOROS								
OAXACA DE JUÁREZ		49.1815004			50.25970929		115.690071	
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN			44.60163823	72.61470233				
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC								
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN	32.3917378					66.90149783		
JUCHITÁN DE ZARAGOZA								
SANTIAGO JUXTLAHUACA								
SAN PEDRO MIXTEPEC								71.35368086
IXTLÁN DE JUÁREZ								

Tabla A.7g. Tabla de tamaño de los pedidos Q para cada oficina

	SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC	EL BARRIO DE LA SOLEDAD	PUTLA VILLA GUERRERO	SAN AGUSTÍN ETLA
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ				
TLACOLULA DE MATAMOROS				
OAXACA DE JUÁREZ				51.11565531
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN				
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC				
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN				
JUCHITÁN DE ZARAGOZA	68.4494454	42.42153761		
SANTIAGO JUXTLAHUACA			50.71253022	
SAN PEDRO MIXTEPEC				
IXTLÁN DE JUÁREZ				

Tabla A.7h. Tabla de tamaño de los pedidos Q para cada oficina

	SANTOS REYES NOPALA	HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO	SAN FRANCISCO TLALPANCINGO	ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ	VILLA SOLA DE VEGA	TLACOLULA DE MATAMOROS	SILACAYOAPAM	CALIHUALA
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ				0	2.40495731			
TLACOLULA DE MATAMOROS						0		
OAXACA DE JUÁREZ		2.22439977						
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN								
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC								
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN								
JUCHITÁN DE ZARAGOZA								
SANTIAGO JUXTLAHUACA							1.899300291	12.107151
SAN PEDRO MIXTEPEC	1.664040196							
IXTLÁN DE JUÁREZ								

Tabla A.8a. Tabla de tiempos de revisión T para cada oficina

	SANTOS REYES TEPEJILLO	SAN ILDEFONSO VILLA ALTA	SANTIAGO CHOAPAM	TLACOTEPEC PLUMAS	SANTIAGO CHAZUMBA	VILLA TALEA DE CASTRO	VILLA HIDALGO	SAN PABLO VILLA DE MITLA
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ								
TLACOLULA DE MATAMOROS							4.199731488	2.416791977
OAXACA DE JUÁREZ								
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN					2.773677022			
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC								
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN				7.991986137				
JUCHITÁN DE ZARAGOZA								
SANTIAGO JUXTLAHUACA								
SAN PEDRO MIXTEPEC								
IXTLÁN DE JUÁREZ							41.63871859	

Tabla A.8b. Tabla de tiempos de revisión T para cada oficina

	SANTIAGO ZACATEPEC	SANTIAGO TAMAZOLA	SAN SEBASTIÁN TECOMAXTLAHUACA	SAN BARTOLOMÉ ZOOGOCHO	SANTA CRUZ TACACHE DE MINA	VILLA DE ZAACHILA	MARISCALA DE JUÁREZ	CUILAPAM DE GUERRERO
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ								
TLACOLULA DE MATAMOROS								
OAXACA DE JUÁREZ						2.047402167		3.045008723
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN					3.631394494		2.451624221	
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC								
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN								
JUCHITÁN DE ZARAGOZA								
SANTIAGO JUXTLAHUACA			3.445835412					
SAN PEDRO MIXTEPEC								
IXTLÁN DE JUÁREZ				5.917824773				

Tabla A.8c. Tabla de tiempos de revisión T para cada oficina

	ZAPOTITLÁN LAGUNAS	SANTIAGO MATATLÁN	JUCHITÁN DE ZARAGOZA	OCOTLÁN DE MOREOS	SANTA LUCIA MIAHUATLÁN	LOMA BONITA	OAXACA DE JUÁREZ	SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ								
TLACOLULA DE MATAMOROS		5.906585355						
OAXACA DE JUÁREZ				1.833041713	2.227575902		0	
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN								
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC						1.993262213		
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN								
JUCHITÁN DE ZARAGOZA			2.552038273					
SANTIAGO JUXTLAHUACA	0							3.531985464
SAN PEDRO MIXTEPEC								
IXTLÁN DE JUÁREZ								

Tabla A.8d. Tabla de tiempos de revisión T para cada oficina

	HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN	SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC	ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN	HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO	SAN JUAN JUQUILA MIXES	JUCHITÁN DE ZARAGOZA	SANTIAGO JUXTLAHUACA	SALINA CRUZ
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ								
TLACOLULA DE MATAMOROS					2.603752844			
OAXACA DE JUÁREZ								
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN	0							
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC		0						
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN			0					
JUCHITÁN DE ZARAGOZA						0		2.001255873
SANTIAGO JUXTLAHUACA				1.519766237			0	
SAN PEDRO MIXTEPEC								
IXTLÁN DE JUÁREZ								

Tabla A.8e. Tabla de tiempos de revisión T para cada oficina

	SAN PEDRO TAPANATEPEC	MATÍAS ROMERO AVENDAÑO	SAN PEDRO MIXTEPEC	COSOLAPA	IXTLÁN DE JUÁREZ	CIUDAD IXTEPEC	VILLA DE ETLA	ACATLÁN DE PEREZ FIGUEROA
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ								
TLACOLULA DE MATAMOROS								
OAXACA DE JUÁREZ							0.734932689	
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN								
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC				2.033159055				3.03795083
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN								
JUCHITÁN DE ZARAGOZA	3.568523636	2.446220718				1.343310203		
SANTIAGO JUXTLAHUACA								
SAN PEDRO MIXTEPEC			0					
IXTLÁN DE JUÁREZ					0			

Tabla A.8f. Tabla de tiempos de revisión T para cada oficina

	SAN JUAN BAUTISTA COIXTLAHUACA	SAN PABLO HUITZO	TEZOATLÁN DE SEGURA Y LUNA	SANTO DOMINGO TONALÁ	SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA	SAN JUAN TEPOSCOLULA	SANTO TOMÁS TAMAZULAPAN	SAN PEDRO POCHUTLA
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ							10.18072925	
TLACOLULA DE MATAMOROS								
OAXACA DE JUÁREZ		1.530482859			1.821298271		1.715629899	
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN			2.153641632	1.215972472				
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC								
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN	2.874837055					1.220175855		
JUCHITÁN DE ZARAGOZA								
SANTIAGO JUXTLAHUACA								
SAN PEDRO MIXTEPEC								2.235733509
IXTLÁN DE JUÁREZ								

Tabla A.8g. Tabla de tiempos de revisión T para cada oficina

	SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC	EL BARRIO DE LA SOLEDAD	PUTLA VILLA GUERRERO	SAN AGUSTÍN ETLA
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ				
TLACOLULA DE MATAMOROS				
OAXACA DE JUÁREZ				1.112729742
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN				
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC				
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN				
JUCHITÁN DE ZARAGOZA	1.812165604	2.645659586		
SANTIAGO JUXTLAHUACA			1.27214459	
SAN PEDRO MIXTEPEC				
IXTLÁN DE JUÁREZ				

Tabla A.8h. Tabla de tiempos de revisión T para cada oficina

	SANTOS REYES NOPALA	HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO	SAN FRANCISCO TLALPANCINGO	ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ	VILLA SOLA DE VEGA	TLACOLULA DE MATAMOROS	SILACAYOAPAM	CALIHUALA
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ				0	0.007007162			
TLACOLULA DE MATAMOROS						0		
OAXACA DE JUÁREZ		0.005727227						
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN								
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC								
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN								
JUCHITÁN DE ZARAGOZA								
SANTIAGO JUXTLAHUACA			0.151657677				0.005867571	0.007868564
SAN PEDRO MIXTEPEC	0.003408598							
IXTLÁN DE JUÁREZ								

Tabla A.9a. Tabla de tiempos de entrega *TE* para cada oficina

	SANTOS REYES TEPEJILLO	SAN ILDEFONSO VILLA ALTA	SANTIAGO CHOAPAM	TLACOTEPEC PLUMAS	SANTIAGO CHAZUMBA	VILLA TALEA DE CASTRO	VILLA HIDALGO	SAN PABLO VILLA DE MITLA
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ								
TLACOLULA DE MATAMOROS							0.007524696	0.002413261
OAXACA DE JUÁREZ								
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN					0.005999951			
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC			0.156034656					
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN				0.007391438				
JUCHITÁN DE ZARAGOZA								
SANTIAGO JUXTLAHUACA	0.146132905							
SAN PEDRO MIXTEPEC								
IXTLÁN DE JUÁREZ		0.154096979				0.143863394	0.008023991	

Tabla A.9b. Tabla de tiempos de entrega *TE* para cada oficina

	SANTIAGO ZACATEPEC	SANTIAGO TAMAZOLA	SAN SEBASTIÁN TECOMAXTLAHUACA	SAN BARTOLOMÉ ZOOGOCHO	SANTA CRUZ TACACHE DE MINA	VILLA DE ZAACHILA	MARISCALA DE JUÁREZ	CUILAPAM DE GUERRERO
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ	0.153233689							
TLACOLULA DE MATAMOROS								
OAXACA DE JUÁREZ							0.002290496	0.001736005
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN						0.007267183		0.006714645
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC								
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN								
JUCHITÁN DE ZARAGOZA								
SANTIAGO JUXTLAHUACA			0.151864183	0.002253067				
SAN PEDRO MIXTEPEC								
IXTLÁN DE JUÁREZ					0.004754606			

Tabla A.9c. Tabla de tiempos de entrega *TE* para cada oficina

	ZAPOTITLÁN LAGUNAS	SANTIAGO MATATLÁN	JUCHITÁN DE ZARAGOZA	OCOTLÁN DE MOREOS	SANTA LUCIA MIAHUATLÁN	LOMA BONITA	OAXACA DE JUÁREZ	SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ								
TLACOLULA DE MATAMOROS		0.003366558						
OAXACA DE JUÁREZ				0.00397932	0.012634564		0	
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN								
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC						0.004956477		
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN								
JUCHITÁN DE ZARAGOZA			0					
SANTIAGO JUXTLAHUACA	0.153649763							0.015082688
SAN PEDRO MIXTEPEC								
IXTLÁN DE JUÁREZ								

Tabla A.9d. Tabla de tiempos de entrega *TE* para cada oficina

	HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN	SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC	ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN	HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO	SAN JUAN JUQUILA MIXES	JUCHITÁN DE ZARAGOZA	SANTIAGO JUXTLAHUACA	SALINA CRUZ
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ								
TLACOLULA DE MATAMOROS					0.008785695			
OAXACA DE JUÁREZ								
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN	0							
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC		0						
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN			0					
JUCHITÁN DE ZARAGOZA						0		0.005041284
SANTIAGO JUXTLAHUACA				0.005828799			0	
SAN PEDRO MIXTEPEC								
IXTLÁN DE JUÁREZ								

Tabla A.9e. Tabla de tiempos de entrega *TE* para cada oficina

	SAN PEDRO TAPANATEPEC	MATÍAS ROMERO AVENDAÑO	SAN PEDRO MIXTEPEC	COSOLAPA	IXTLÁN DE JUÁREZ	CIUDAD IXTEPEC	VILLA DE ETLA	ACATLÁN DE PÉREZ FIGUEROA
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ								
TLACOLULA DE MATAMOROS								
OAXACA DE JUÁREZ							0.001194749	
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN								
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC				0.01004056				0.008263034
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN								
JUCHITÁN DE ZARAGOZA	0.011179743	0.011264065				0.002538325		
SANTIAGO JUXTLAHUACA								
SAN PEDRO MIXTEPEC			0					
IXTLÁN DE JUÁREZ					0			

Tabla A.9f. Tabla de tiempos de entrega *TE* para cada oficina

	SAN JUAN BAUTISTA COIXTLAHUACA	SAN PABLO HUITZO	TEZOATLÁN DE SEGURA Y LUNA	SANTO DOMINGO TONALÁ	SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA	SAN JUAN TEPOSCOLULA	SANTO TOMÁS TAMAZULAPAN	SAN PEDRO POCHUTLA
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ							0.016594367	
TLACOLULA DE MATAMOROS								
OAXACA DE JUÁREZ		0.003535937			0.004544121		0.011172397	
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN			0.004824145	0.004343281				
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC								
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN	0.004642237					0.003930134		
JUCHITÁN DE ZARAGOZA								
SANTIAGO JUXTLAHUACA								
SAN PEDRO MIXTEPEC								0.008758085
IXTLÁN DE JUÁREZ								

Tabla A.9g. Tabla de tiempos de entrega *TE* para cada oficina

	SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC	EL BARRIO DE LA SOLEDAD	PÜTLA VILLA GUERRERO	SAN AGUSTÍN ETLA
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ				
TLACOLULA DE MATAMOROS				
OAXACA DE JUÁREZ				0.002395919
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN				
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC				
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN				
JUCHITÁN DE ZARAGOZA	0.006558684	0.005826784		
SANTIAGO JUXTLAHUACA			0.002869178	
SAN PEDRO MIXTEPEC				
IXTLÁN DE JUÁREZ				

Tabla A.9h. Tabla de tiempos de entrega *TE* para cada oficina

	SANTOS REYES NOPALA	HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO	SAN FRANCISCO TLALPANCINGO	ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ	VILLA SOLA DE VEGA	TLACOLULA DE MATAMOROS	SILACAYOAPAM	CALIHUALA
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ				0	3.334590286			
TLACOLULA DE MATAMOROS						0		
OAXACA DE JUÁREZ		2.861817889						
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN								
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC								
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN								
JUCHITÁN DE ZARAGOZA								
SANTIAGO JUXTLAHUACA			0.174933713				5.380669192	0.419765619
SAN PEDRO MIXTEPEC	2.431863724							
IXTLÁN DE JUÁREZ								

Tabla A.10a. Tabla de desviaciones estándar de la distribución de la s'_d demanda para cada oficina

	SANTOS REYES TEPEJILLO	SAN ILDEFONSO VILLA ALTA	SANTIAGO CHOAPAM	TLACOTEPEC PLUMAS	SANTIAGO CHAZUMBA	VILLA TALEA DE CASTRO	VILLA HIDALGO	SAN PABLO VILLA DE MITLA
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ								
TLACOLULA DE MATAMOROS							1.987142415	2.283809622
OAXACA DE JUÁREZ								
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN					1.95273606			
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC			0.044241451					
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN				0.538114889				
JUCHITÁN DE ZARAGOZA								
SANTIAGO JUXTLAHUACA	0.102023886							
SAN PEDRO MIXTEPEC								
IXTLÁN DE JUÁREZ		0.667850618				0.148680355	6.252015324	

Tabla A.10b. Tabla de desviaciones estándar de la distribución de la s'_d demanda para cada oficina

	SANTIAGO ZACATEPEC	SANTIAGO TAMAZOLA	SAN SEBASTIÁN TECOMAXTLAH UACA	SAN BARTOLOMÉ ZOOGOCHO	SANTA CRUZ TACACHE DE MINA	VILLA DE ZAACHILA	MARISCALA DE JUÁREZ	CUILAPAM DE GUERRERO
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ	0.05014697							
TLACOLULA DE MATAMOROS								
OAXACA DE JUÁREZ							1.92354836	1.021129491
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN						1.970074796		2.951693513
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC								
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN								
JUCHITÁN DE ZARAGOZA								
SANTIAGO JUXTLAHUACA			1.123881345	1.058710189				
SAN PEDRO MIXTEPEC								
IXTLÁN DE JUÁREZ				0.74809254				

Tabla A.10c. Tabla de desviaciones estándar de la distribución de la s'_d demanda para cada oficina

	ZAPOTITLÁN LAGUNAS	SANTIAGO MATATLÁN	JUCHITÁN DE ZARAGOZA	OCOTLÁN DE MOREOS	SANTA LUCIA MIAHUATLÁN	LOMA BONITA	OAXACA DE JUÁREZ	SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ		0.823676455						
TLACOLULA DE MATAMOROS								
OAXACA DE JUÁREZ					3.677141909	10.5367599		0
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN								
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC							3.456850067	
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN								
JUCHITÁN DE ZARAGOZA				0.91135091				
SANTIAGO JUXTLAHUACA	0.566982847							3.187278698
SAN PEDRO MIXTEPEC								
IXTLÁN DE JUÁREZ								

Tabla A.10d. Tabla de desviaciones estándar de la distribución de la s'_d demanda para cada oficina

	HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN	SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC	ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN	HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO	SAN JUAN JUQUILA MIXES	JUCHITÁN DE ZARAGOZA	SANTIAGO JUXTLAHUACA	SALINA CRUZ
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ								
TLACOLULA DE MATAMOROS					4.919661028			
OAXACA DE JUÁREZ								
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN	0							
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC		0						
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN			0					
JUCHITÁN DE ZARAGOZA						0		3.901131939
SANTIAGO JUXTLAHUACA				12.03007378			0	
SAN PEDRO MIXTEPEC								
IXTLÁN DE JUÁREZ								

Tabla A.10e. Tabla de desviaciones estándar de la distribución de la s'_d demanda para cada oficina

	SAN PEDRO TAPANATEPEC	MATÍAS ROMERO AVENDAÑO	SAN PEDRO MIXTEPEC	COSOLAPA	IXTLÁN DE JUÁREZ	CIUDAD IXTEPEC	VILLA DE ETLA	ACATLÁN DE PEREZ FIGUEROA
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ								
TLACOLULA DE MATAMOROS								
OAXACA DE JUÁREZ							7.591298379	
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN								
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC				8.197301601				4.185459491
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN								
JUCHITÁN DE ZARAGOZA	2.277314617	7.261338816				4.656218926		
SANTIAGO JUXTLAHUACA								
SAN PEDRO MIXTEPEC			0					
IXTLÁN DE JUÁREZ					0			

Tabla A.10f. Tabla de desviaciones estándar de la distribución de la s'_d demanda para cada oficina

	SAN JUAN BAUTISTA COIXTLAHUACA	SAN PABLO HUITZO	TEZOATLÁN DE SEGURA Y LUNA	SANTO DOMINGO TONALÁ	SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA	SAN JUAN TEPOSCOLULA	SANTO TOMÁS TAMAZULAPAN	SAN PEDRO POCHUTLA
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ							27.31986529	
TLACOLULA DE MATAMOROS								
OAXACA DE JUÁREZ		4.701396829			4.562340736		11.24234119	
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN			2.817816115	5.140215978				
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC								
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN	1.679752889					7.223965742		
JUCHITÁN DE ZARAGOZA								
SANTIAGO JUXTLAHUACA								
SAN PEDRO MIXTEPEC								7.470046108
IXTLÁN DE JUÁREZ								

Tabla A.10g. Tabla de desviaciones estándar de la distribución de la s'_d demanda para cada oficina

	SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC	EL BARRIO DE LA SOLEDAD	PUTLA VILLA GUERRERO	SAN AGUSTÍN ETLA
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ				
TLACOLULA DE MATAMOROS				
OAXACA DE JUÁREZ				5.364614284
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN				
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC				
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN				
JUCHITÁN DE ZARAGOZA	7.949260966	3.454744951		
SANTIAGO JUXTLAHUACA			5.400167295	
SAN PEDRO MIXTEPEC				
IXTLÁN DE JUÁREZ				

Tabla A.10h. Tabla de desviaciones estándar de la distribución de la s'_d demanda para cada oficina

	SANTOS REYES NOPALA	HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO	SAN FRANCISCO TLALPANCINGO	ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ	VILLA SOLA DE VEGA	TLACOLULA DE MATAMOROS	SILACAYOAPAM	CALIHUALA
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ				0	60.23072341			
TLACOLULA DE MATAMOROS						0		
OAXACA DE JUÁREZ		54.56900363						
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN								
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC								
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN								
JUCHITÁN DE ZARAGOZA								
SANTIAGO JUXTLAHUACA			0.933500686				68.47304803	12.68922982
SAN PEDRO MIXTEPEC	48.09002968							
IXTLÁN DE JUÁREZ								

Tabla A.11a. Tabla del nivel máximo de inventario M para cada oficina

	SANTOS REYES TEPEJILLO	SAN ILDEFONSO VILLA ALTA	SANTIAGO CHOAPAM	TLACOTEPEC PLUMAS	SANTIAGO CHAZUMBA	VILLA TALEA DE CASTRO	VILLA HIDALGO	SAN PABLO VILLA DE MITLA
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ								
TLACOLULA DE MATAMOROS							36.57525628	27.43072545
OAXACA DE JUÁREZ								
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN					44.77286905			
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC			0.28152035					
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN				18.10305929				
JUCHITÁN DE ZARAGOZA								
SANTIAGO JUXTLAHUACA	0.623705503							
SAN PEDRO MIXTEPEC								
IXTLÁN DE JUÁREZ		4.54936956				0.774586313	13.83203474	

Tabla A.11b. Tabla del nivel máximo de inventario M para cada oficina

	SANTIAGO ZACATEPEC	SANTIAGO TAMAZOLA	SAN SEBASTIÁN TECOMAXTLAH UACA	SAN BARTOLOMÉ ZOOGOCHO	SANTA CRUZ TACACHE DE MINA	VILLA DE ZAACHILA	MARISCALA DE JUÁREZ	CUILAPAM DE GUERRERO
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ								
TLACOLULA DE MATAMOROS	0.276347706							
OAXACA DE JUÁREZ						30.14413661		16.87082723
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN					40.62147217		56.6190565	
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC								
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN								
JUCHITÁN DE ZARAGOZA								
SANTIAGO JUXTLAHUACA		4.874587532	17.58933772					
SAN PEDRO MIXTEPEC								
IXTLÁN DE JUÁREZ					17.28554041			

Tabla A.11c. Tabla del nivel máximo de inventario M para cada oficina

	ZAPOTITLÁN LAGUNAS	SANTIAGO MATATLÁN	JUCHITÁN DE ZARAGOZA	OCOTLÁN DE MOREOS	SANTA LUCIA MIAHUATLÁN	LOMA BONITA	OAXACA DE JUÁREZ	SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ								
TLACOLULA DE MATAMOROS		13.64291979						
OAXACA DE JUÁREZ				51.11286141	117.5909012		0	
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN								
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC						55.07049507		
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN								
JUCHITÁN DE ZARAGOZA			8.639009723					
SANTIAGO JUXTLAHUACA	3.927904531							79.61728907
SAN PEDRO MIXTEPEC								
IXTLÁN DE JUÁREZ								

Tabla A.11d. Tabla del nivel máximo de inventario M para cada oficina

	HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN	SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC	ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN	HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO	SAN JUAN JUQUILA MIXES	JUCHITÁN DE ZARAGOZA	SANTIAGO JUXTLAHUACA	SALINA CRUZ
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ								
TLACOLULA DE MATAMOROS					69.7396603			
OAXACA DE JUÁREZ								
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN	0							
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC		0						
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN			0					
JUCHITÁN DE ZARAGOZA						0		56.2911206
SANTIAGO JUXTLAHUACA				93.94300133			0	
SAN PEDRO MIXTEPEC								
IXTLÁN DE JUÁREZ								

Tabla A.11e. Tabla del nivel máximo de inventario M para cada oficina

	SAN PEDRO TAPANATEPEC	MATÍAS ROMERO AVENDAÑO	SAN PEDRO MIXTEPEC	COSOLAPA	IXTLÁN DE JUÁREZ	CIUDAD IXTEPEC	VILLA DE ETLA	ACATLÁN DE PEREZ FIGUEROA
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ								
TLACOLULA DE MATAMOROS								
OAXACA DE JUÁREZ							63.59261916	
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN								
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC				102.5625886				56.90321187
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN								
JUCHITÁN DE ZARAGOZA	59.57376876	94.06386983				51.79476572		
SANTIAGO JUXTLAHUACA								
SAN PEDRO MIXTEPEC			0					
IXTLÁN DE JUÁREZ					0			

Tabla A.11f. Tabla del nivel máximo de inventario M para cada oficina

	SAN JUAN BAUTISTA COIXTLAHUACA	SAN PABLO HUITZO	TEZOATLÁN DE SEGURA Y LUNA	SANTO DOMINGO TONALÁ	SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA	SAN JUAN TEPOSCOLULA	SANTO TOMÁS TAMAZULAPAN	SAN PEDRO POCHUTLA
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ							73.07549228	
TLACOLULA DE MATAMOROS								
OAXACA DE JUÁREZ		57.02892419			57.89015727		134.9371105	
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN			49.33685316	81.32972701				
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC								
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN	35.20723691					79.00040833		
JUCHITÁN DE ZARAGOZA								
SANTIAGO JUXTLAHUACA								
SAN PEDRO MIXTEPEC								83.92142197
IXTLÁN DE JUÁREZ								

Tabla A.11g. Tabla del nivel máximo de inventario M para cada oficina

	SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC	EL BARRIO DE LA SOLEDAD	PUTLA VILLA GUERRERO	SAN AGUSTÍN ETLA
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ				
TLACOLULA DE MATAMOROS				
OAXACA DE JUÁREZ				60.05050753
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN				
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC				
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN				
JUCHITÁN DE ZARAGOZA	81.77371546	48.19802198		
SANTIAGO JUXTLAHUACA			59.71018177	
SAN PEDRO MIXTEPEC				
IXTLÁN DE JUÁREZ				

Tabla A.11h. Tabla del nivel máximo de inventario M para cada oficina

	SANTOS REYES NOPALA	HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO	SAN FRANCISCO TLALPANCINGO	ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ	VILLA SOLA DE VEGA	TLACOLULA DE MATAMOROS	SILCAYOAPAM	CALIHUALA
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ					44741.59703			
TLACOLULA DE MATAMOROS								
OAXACA DE JUÁREZ		41035.41157						
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN								
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC								
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN								
JUCHITÁN DE ZARAGOZA								
SANTIAGO JUXTLAHUACA							64530.89191	6604.245773
SAN PEDRO MIXTEPEC	40149.78459							
IXTLÁN DE JUÁREZ								

Tabla A.12a. Tabla de costo total anual *CT* para cada oficina

	SANTOS REYES TEPEJILLO	SAN ILDEFONSO VILLA ALTA	SANTIAGO CHOAPAM	TLACOTEPEC PLUMAS	SANTIAGO CHAZUMBA	VILLA TALEA DE CASTRO	VILLA HIDALGO	SAN PABLO VILLA DE MITLA
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ								
TLACOLULA DE MATAMOROS							22827.36286	23510.88396
OAXACA DE JUÁREZ								
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN					29812.60551			
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC								
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN				9681.78193				
JUCHITÁN DE ZARAGOZA								
SANTIAGO JUXTLAHUACA								
SAN PEDRO MIXTEPEC								
IXTLÁN DE JUÁREZ							3815.304522	

Tabla A.12b. Tabla de costo total anual *CT* para cada oficina

	SANTIAGO ZACATEPEC	SANTIAGO TAMAZOLA	SAN SEBASTIÁN TECOMAXTLAH UACA	SAN BARTOLOMÉ ZOOGOCHO	SANTA CRUZ TACACHE DE MINA	VILLA DE ZAACHILA	MARISCALA DE JUÁREZ	CUILAPAM DE GUERRERO
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ								
TLACOLULA DE MATAMOROS								
OAXACA DE JUÁREZ						25134.21029		11848.22955
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN					25744.04859		41028.07552	
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC								
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN								
JUCHITÁN DE ZARAGOZA								
SANTIAGO JUXTLAHUACA			11852.25765					
SAN PEDRO MIXTEPEC								
IXTLÁN DE JUÁREZ				9794.432181				

Tabla A.12c. Tabla de costo total anual *CT* para cada oficina

	ZAPOTITLÁN LAGUNAS	SANTIAGO MATATLÁN	JUCHITÁN DE ZARAGOZA	OCOTLÁN DE MOREOS	SANTA LUCIA MIAHUATLÁN	LOMA BONITA	OAXACA DE JUÁREZ	SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ								
TLACOLULA DE MATAMOROS		8014.319323						
OAXACA DE JUÁREZ				47172.99215	108027.1097			
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN								
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC						46142.70474		
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN								
JUCHITÁN DE ZARAGOZA			7960.163393					
SANTIAGO JUXTLAHUACA								49003.8914
SAN PEDRO MIXTEPEC								
IXTLÁN DE JUÁREZ								

Tabla A.12d. Tabla de costo total anual *CT* para cada oficina

	HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN	SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC	ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN	HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO	SAN JUAN JUQUILA MIXES	JUCHITÁN DE ZARAGOZA	SANTIAGO JUXTLAHUACA	SALINA CRUZ
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ								
TLACOLULA DE MATAMOROS					54311.76022			
OAXACA DE JUÁREZ								
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN								
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC								
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN								
JUCHITÁN DE ZARAGOZA								48968.90869
SANTIAGO JUXTLAHUACA				132704.7703				
SAN PEDRO MIXTEPEC								
IXTLÁN DE JUÁREZ								

Tabla A.12e. Tabla de costo total anual *CT* para cada oficina

	SAN PEDRO TAPANATEPEC	MATÍAS ROMERO AVENDAÑO	SAN PEDRO MIXTEPEC	COSOLAPA	IXTLÁN DE JUÁREZ	CIUDAD IXTEPEC	VILLA DE ETLA	ACATLÁN DE PEREZ FIGUEROA
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ								
TLACOLULA DE MATAMOROS								
OAXACA DE JUÁREZ							149530.9504	
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN								
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC				93942.13255				42240.22991
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN								
JUCHITÁN DE ZARAGOZA	36345.7716	77695.21631				64121.23846		
SANTIAGO JUXTLAHUACA								
SAN PEDRO MIXTEPEC								
IXTLÁN DE JUÁREZ								

Tabla A.12f. Tabla de costo total anual *CT* para cada oficina

	SAN JUAN BAUTISTA COIXTLAHUACA	SAN PABLO HUITZO	TEZOATLÁN DE SEGURA Y LUNA	SANTO DOMINGO TONALÁ	SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA	SAN JUAN TEPOSCOLULA	SANTO TOMÁS TAMAZULAPAN	SAN PEDRO POCHUTLA
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ							47300.49836	
TLACOLULA DE MATAMOROS								
OAXACA DE JUÁREZ		62069.09965			55870.17404		137997.229	
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN			38650.14436	87914.98132				
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC								
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN	23700.36975					105200.4925		
JUCHITÁN DE ZARAGOZA								
SANTIAGO JUXTLAHUACA								
SAN PEDRO MIXTEPEC								76788.81526
IXTLÁN DE JUÁREZ								

Tabla A.12g. Tabla de costo total anual *CT* para cada oficina

	SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC	EL BARRIO DE LA SOLEDAD	PUTLA VILLA GUERRERO	SAN AGUSTÍN ETLA
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ				
TLACOLULA DE MATAMOROS				
OAXACA DE JUÁREZ				83917.37895
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN				
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC				
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN				
JUCHITÁN DE ZARAGOZA	87756.47537	37516.56286		
SANTIAGO JUXTLAHUACA			76849.45728	
SAN PEDRO MIXTEPEC				
IXTLÁN DE JUÁREZ				

Tabla A.12h. Tabla de costo total anual *CT* para cada oficina

	SANTOS REYES NOPALA	HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO	SAN FRANCISCO TLALPANCINGO	ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ	VILLA SOLA DE VEGA	TLACOLULA DE MATAMOROS	SILACAYOAPAM	CALIHUALA
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ					0.994404299			
TLACOLULA DE MATAMOROS								
OAXACA DE JUÁREZ		0.99472903						
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN								
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC								
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN								
JUCHITÁN DE ZARAGOZA								
SANTIAGO JUXTLAHUACA							0.991707873	0.996793363
SAN PEDRO MIXTEPEC	0.994937243							
IXTLÁN DE JUÁREZ								

Tabla A.13a. Tabla del nivel de servicio S_L para cada oficina

	SANTOS REYES TEPEJILLO	SAN ILDEFONSO VILLA ALTA	SANTIAGO CHOAPAM	TLACOTEPEC PLUMAS	SANTIAGO CHAZUMBA	VILLA TALEA DE CASTRO	VILLA HIDALGO	SAN PABLO VILLA DE MITLA
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ								
TLACOLULA DE MATAMOROS							0.994525126	0.991154553
OAXACA DE JUÁREZ								
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN					0.995686841			
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC								
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN				0.99713455				
JUCHITÁN DE ZARAGOZA								
SANTIAGO JUXTLAHUACA								
SAN PEDRO MIXTEPEC								
IXTLÁN DE JUÁREZ							0.838534212	

Tabla A.13b. Tabla del nivel de servicio S_L para cada oficina

	SANTIAGO ZACATEPEC	SANTIAGO TAMAZOLA	SAN SEBASTIÁN TECOMAXTLAHUACA	SAN BARTOLOMÉ ZOOGOCHO	SANTA CRUZ TACACHE DE MINA	VILLA DE ZAACHILA	MARISCALA DE JUÁREZ	CUILAPAM DE GUERRERO
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ								
TLACOLULA DE MATAMOROS								
OAXACA DE JUÁREZ						0.993462016		0.993839223
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN					0.995162745		0.994762419	
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC								
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN								
JUCHITÁN DE ZARAGOZA								
SANTIAGO JUXTLAHUACA			0.993876657					
SAN PEDRO MIXTEPEC								
IXTLÁN DE JUÁREZ					0.995728394			

Tabla A.13c. Tabla del nivel de servicio S_L para cada oficina

	ZAPOTTLÁN LAGUNAS	SANTIAGO MATATLÁN	JUCHITÁN DE ZARAGOZA	OCOTLÁN DE MOREOS	SANTA LUCIA MIAHUATLÁN	LOMA BONITA	OAXACA DE JUÁREZ	SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ								
TLACOLULA DE MATAMOROS		0.99385645						
OAXACA DE JUÁREZ				0.992509371	0.990318556			
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN								
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC						0.993572108		
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN								
JUCHITÁN DE ZARAGOZA			0.988307893					
SANTIAGO JUXTLAHUACA								0.996057754
SAN PEDRO MIXTEPEC								
IXTLÁN DE JUÁREZ								

Tabla A.13d. Tabla del nivel de servicio S_L para cada oficina

	HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN	SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC	ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN	HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO	SAN JUAN JUQUILA MIXES	JUCHITÁN DE ZARAGOZA	SANTIAGO JUXTLAHUACA	SALINA CRUZ
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ								
TLACOLULA DE MATAMOROS					0.99266529			
OAXACA DE JUÁREZ								
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN								
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC								
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN								
JUCHITÁN DE ZARAGOZA								0.992816987
SANTIAGO JUXTLAHUACA				0.985082556				
SAN PEDRO MIXTEPEC								
IXTLÁN DE JUÁREZ								

Tabla A.13e. Tabla del nivel de servicio S_L para cada oficina

	SAN PEDRO TAPANATEPEC	MATÍAS ROMERO AVENDAÑO	SAN PEDRO MIXTEPEC	COSOLAPA	IXTLÁN DE JUÁREZ	CIUDAD IXTEPEC	VILLA DE ETLA	ACATLÁN DE PEREZ FIGUEROA
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ								
TLACOLULA DE MATAMOROS								
OAXACA DE JUÁREZ							0.986371309	
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN								
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC				0.991528989				0.992314169
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN								
JUCHITÁN DE ZARAGOZA	0.996251754	0.991863008				0.990318051		
SANTIAGO JUXTLAHUACA								
SAN PEDRO MIXTEPEC								
IXTLÁN DE JUÁREZ								

Tabla A.13f. Tabla del nivel de servicio S_L para cada oficina

	SAN JUAN BAUTISTA COIXTLAHUACA	SAN PABLO HUITZO	TEZOATLÁN DE SEGURA Y LUNA	SANTO DOMINGO TONALÁ	SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA	SAN JUAN TEPOSCOLULA	SANTO TOMÁS TAMAZULAPAN	SAN PEDRO POCHUTLA
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ							0.910906707	
TLACOLULA DE MATAMOROS								
OAXACA DE JUÁREZ		0.9912437			0.991684982		0.991098644	
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN			0.994212949	0.993515862				
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC								
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN	0.995249858					0.990109111		
JUCHITÁN DE ZARAGOZA								
SANTIAGO JUXTLAHUACA								
SAN PEDRO MIXTEPEC								0.990410358
IXTLÁN DE JUÁREZ								

Tabla A.13g. Tabla del nivel de servicio S_L para cada oficina

	SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC	EL BARRIO DE LA SOLEDAD	PUTLA VILLA GUERRERO	SAN AGUSTÍN ETLA
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ				
TLACOLULA DE MATAMOROS				
OAXACA DE JUÁREZ				0.990386533
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN				
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC				
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN				
JUCHITÁN DE ZARAGOZA	0.989362188	0.992540237		
SANTIAGO JUXTLAHUACA			0.990245895	
SAN PEDRO MIXTEPEC				
IXTLÁN DE JUÁREZ				

Tabla A.13h. Tabla del nivel de servicio S_L para cada oficina

	SANTOS REYES NOPALA	HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO	SAN FRANCISCO TLALPANCINGO	ZIMATLÁN DE ÁLVARÉZ	VILLA SOLA DE VEGA	TLACOLULA DE MATAMOROS	SILACAYOAPAM	CALIHUALA
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ				0	32.77854004			
TLACOLULA DE MATAMOROS						0		
OAXACA DE JUÁREZ		29.57432218						
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN								
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC								
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN								
JUCHITÁN DE ZARAGOZA								
SANTIAGO JUXTLAHUACA							38.57031219	6.685975617
SAN PEDRO MIXTEPEC	26.00015876							
IXTLÁN DE JUÁREZ								

Tabla A.14a. Tabla del nivel promedio de inventario $A|L$ para cada oficina

	SANTOS REYES TEPEJILLO	SAN ILDEFONSO VILLA ALTA	SANTIAGO CHOAPAM	TLACOTEPEC PLUMAS	SANTIAGO CHAZUMBA	VILLA TALEA DE CASTRO	VILLA HIDALGO	SAN PABLO VILLA DE MITLA
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ								
TLACOLULA DE MATAMOROS							19.89226845	15.58198829
OAXACA DE JUÁREZ								
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN					23.9477055			
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC								
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN				9.486174474				
JUCHITÁN DE ZARAGOZA								
SANTIAGO JUXTLAHUACA								
SAN PEDRO MIXTEPEC								
IXTLÁN DE JUÁREZ							12.05795823	

Tabla A.14b. Tabla del nivel promedio de inventario $A|L$ para cada oficina

	SANTIAGO ZACATEPEC	SANTIAGO TAMAZOLA	SAN SEBASTIÁN TECOMAXTLAHUACA	SAN BARTOLOMÉ ZOOGOCHO	SANTA CRUZ TACACHE DE MINA	VILLA DE ZAACHILA	MARISCALA DE JUÁREZ	CUILAPAM DE GUERRERO
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ								
TLACOLULA DE MATAMOROS								
OAXACA DE JUÁREZ						16.63911204		9.27096476
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN					21.893794		30.66660338	
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC								
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN								
JUCHITÁN DE ZARAGOZA								
SANTIAGO JUXTLAHUACA			9.660280331					
SAN PEDRO MIXTEPEC								
IXTLÁN DE JUÁREZ				9.251631926				

Tabla A.14c. Tabla del nivel promedio de inventario $A|L$ para cada oficina

	ZAPOTITLÁN LAGUNAS	SANTIAGO MATATLÁN	JUCHITÁN DE ZARAGOZA	OCOTLÁN DE MOREOS	SANTA LUCIA MIAHUATLÁN	LOMA BONITA	OAXACA DE JUÁREZ	SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ								
TLACOLULA DE MATAMOROS		7.495433904						
OAXACA DE JUÁREZ				28.53207157	67.17921324		0	
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN								
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC						30.31725953		
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN								
JUCHITÁN DE ZARAGOZA			5.069090985					
SANTIAGO JUXTLAHUACA								42.27205587
SAN PEDRO MIXTEPEC								
IXTLÁN DE JUÁREZ								

Tabla A.14d. Tabla del nivel promedio de inventario $A|L$ para cada oficina

	HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN	SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC	ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN	HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO	SAN JUAN JUQUILA MIXES	JUCHITÁN DE ZARAGOZA	SANTIAGO JUXTLAHUACA	SALINA CRUZ
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ								
TLACOLULA DE MATAMOROS					38.81259542			
OAXACA DE JUÁREZ								
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN	0							
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC		0						
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN			0					
JUCHITÁN DE ZARAGOZA						0		31.29158167
SANTIAGO JUXTLAHUACA				56.72457818			0	
SAN PEDRO MIXTEPEC								
IXTLÁN DE JUÁREZ								

Tabla A.14e. Tabla del nivel promedio de inventario $A|L$ para cada oficina

	SAN PEDRO TAPANATEPEC	MATÍAS ROMERO AVENDAÑO	SAN PEDRO MIXTEPEC	COSOLAPA	IXTLÁN DE JUÁREZ	CIUDAD IXTEPEC	VILLA DE ETLA	ACATLÁN DE PEREZ FIGUEROA
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ								
TLACOLULA DE MATAMOROS								
OAXACA DE JUÁREZ							37.99868035	
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN								
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC				57.80470411				31.82630781
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN								
JUCHITÁN DE ZARAGOZA	31.57279831	52.81618687				29.68550245		
SANTIAGO JUXTLAHUACA								
SAN PEDRO MIXTEPEC			0					
IXTLÁN DE JUÁREZ					0			

Tabla A.14f. Tabla del nivel promedio de inventario $A|L$ para cada oficina

	SAN JUAN BAUTISTA COIXTLAHUACA	SAN PABLO HUITZO	TEZOATLÁN DE SEGURA Y LUNA	SANTO DOMINGO TONALÁ	SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA	SAN JUAN TEPOSCOLULA	SANTO TOMÁS TAMAZULAPAN	SAN PEDRO POCHUTLA
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ							58.98544349	
TLACOLULA DE MATAMOROS								
OAXACA DE JUÁREZ		32.32454798			32.63490515		76.33868676	
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN			26.93612663	44.76300645				
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC								
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN	18.9590624					45.33417256		
JUCHITÁN DE ZARAGOZA								
SANTIAGO JUXTLAHUACA								
SAN PEDRO MIXTEPEC								47.96506628
IXTLÁN DE JUÁREZ								

Tabla A.14g. Tabla del nivel promedio de inventario $A|L$ para cada oficina

	SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC	EL BARRIO DE LA SOLEDAD	PUTLA VILLA GUERRERO	SAN AGUSTÍN ETLA
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ				
TLACOLULA DE MATAMOROS				
OAXACA DE JUÁREZ				34.38261815
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN				
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC				
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN				
JUCHITÁN DE ZARAGOZA	47.30125699	26.89382425		
SANTIAGO JUXTLAHUACA			34.23954031	
SAN PEDRO MIXTEPEC				
IXTLÁN DE JUÁREZ				

Tabla A.14g. Tabla del nivel promedio de inventario $A|L$ para cada oficina

	ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ	VILLA SOLA DE VEGA	SANTO TOMÁS TAMAZULAPAN
ZIMATLAN DE ÁLVAREZ	0	70632.19	167271.22
VILLA SOLA DE VEGA	70632.19	0	160150.61
SANTO TOMÁS TAMAZULAPAN	167271.22	160150.61	0

Tabla A.15a Tabla de la distancia en km entre la concentradora de Zimatlán de Álvarez y sus oficinas

	TLACOLULA DE MATAMOROS	VILLA HIDALGO	MITLA	SANTIAGO ZACATEPEC	SANTIAGO MATATLÁN	MIXES
TLACOLULA DE MATAMOROS	0	75848.94	24325.67	104595.59	33934.9	88559.81
VILLA HIDALGO	75848.94	0	99651.44	178186.94	110199.5	164149.41
SAN PABLO VILLA DE MITLA	24325.67	99651.44	0	81847.59	42767.07	65165.92
SANTIAGO ZACATEPEC	104595.59	178186.94	81847.59	0	124532.16	76316.46
SANTIAGO MATATLÁN	33934.9	110199.5	42767.07	124532.16	0	110318.89
SAN JUAN JUQUILA MIXES	88559.81	164149.41	65165.92	76316.46	110318.89	0

Tabla A.15b Tabla de la distancia en km entre la concentradora de Tlacolula de Matamoros y sus oficinas

	HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN	SANTIAGO CHAZUMBA	SANTA CRUZ TACACHE DE MINA	MARISCALA DE JUÁREZ	TEZOATLÁN DE SEGURA Y LUNA	SANTO DOMINGO TONALÁ
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPÁN DE LEÓN	0	60479.51	73253.2	67683.62	48627.38	43780.27
SANTIAGO CHAZUMBA	60479.51	0	105460.9	106787.91	93372.18	96069.25
SANTA CRUZ TACACHE DE MINA	73253.2	105460.9	0	11779.92	104450.99	42718.55
MARISCALA DE JUÁREZ	67683.62	106787.91	11779.92	0	105404.86	43862.56
TEZOATLÁN DE SEGURA Y LUNA	48627.38	93372.18	104450.99	105404.86	0	75938.52
SANTO DOMINGO TONALÁ	43780.27	96069.25	42718.55	43862.56	75938.52	0

Tabla A.15c Tabla de la distancia en km entre la concentradora de Heroica ciudad de Huajuapán de León y sus oficinas

	SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC	SANTIAGO CHOAPAM	LOMA BONITA	COSOLAPA	ACATLAN DE PEREZ FIGUEROA
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC	0	132829.33	49961.29	101208.84	83291.38
SANTIAGO CHOAPAM	132829.33	0	106224.28	228252.41	208990.89
LOMA BONITA	49961.29	106224.28	0	132459.55	113357.23
COSOLAPA	101208.84	228252.41	132459.55	0	25751.93
ACATLÁN DE PEREZ FIGUEROA	83291.38	208990.89	113357.23	25751.93	0

Tabla A.15d Tabla de la distancia en km entre la concentradora de San Juan Bautista Tuxtepec y sus oficinas

	ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN	TLACOTEPEC PLUMAS	SAN JUAN BAUTISTA COIXTLAHUACA	SAN JUAN TEPOSCOLULA
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN	0	74505.7	46793.75	39615.75
TLACOTEPEC PLUMAS	74505.7	0	32475.6	52655.79
SAN JUAN BAUTISTA COIXTLAHUACA	46793.75	32475.6	0	36111.63
SAN JUAN TEPOSCOLULA	39615.75	52655.79	36111.63	0

Tabla A.15e Tabla de la distancia en km entre la concentradora de Asunción Nochixtlán y sus oficinas

	JUCHITÁN DE ZARAGOZA	SALINA CRUZ	SAN PEDRO TAPANATEPEC	MATIAS ROMERO AVENDAÑO	CIUDAD IXTEPEC	SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC	EL BARRIO DE LA SOLEDAD
JUCHITÁN DE ZARAGOZA	0	50816.14	112691.81	113541.78	25586.32	66111.53	58733.98
SALINA CRUZ	50816.14	0	163159.28	145974.03	55250.59	25402.7	92418.14
SAN PEDRO TAPANATEPEC	112691.81	163159.28	0	192505.25	128690.34	186320.83	136634.02
MATIAS ROMERO AVENDAÑO	113541.78	145974.03	192505.25	0	109501.39	171339.94	52983.25
CIUDAD IXTEPEC	25586.32	55250.59	128690.34	109501.39	0	78412.13	53279.5
SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC	66111.53	25402.7	186320.83	171339.94	78412.13	0	118633.47
EL BARRIO DE LA SOLEDAD	58733.98	92418.14	136634.02	52983.25	53279.5	118633.47	0

Tabla A.15f Tabla de la distancia en km entre la concentradora de Juchitán de Zaragoza y sus oficinas

	SAN PEDRO MIXTEPEC	SANTOS REYES NOPALA	SAN PEDRO POCHUTLA
SAN PEDRO MIXTEPEC	0	34358.67	88281.5
SANTOS REYES NOPALA	34358.67	0	123138.43
SAN PEDRO POCHUTLA	88281.5	123138.43	0

Tabla A.15g Tabla de la distancia en km entre la concentradora de San Pedro Mixtepec y sus oficinas

	IXTLÁN DE JUÁREZ	SAN ILDEFONSO VILLA ALTA	VILLA TALEA DE CASTRO	VILLA HIDALGO	SAN BARTOLOMÉ ZOOGOCHO
IXTLÁN DE JUÁREZ	0	113297.55	10143.01	80881.83	47926.43
SAN ILDEFONSO VILLA ALTA	113297.55	0	107231.02	32053.33	72561.69
VILLA TALEA DE CASTRO	10143.01	107231.02	0	70738.81	39518.03
VILLA HIDALGO	80881.83	32053.33	70738.81	0	41143.59
SAN BARTOLOMÉ ZOOGOCHO	47926.43	72561.69	39518.03	41143.59	0

Tabla A.15h Tabla de la distancia en km entre la concentradora de Ixtlán de Juárez y sus oficinas

	OAXACA DE JUÁREZ	HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO	VILLA DE ZAACHILA	CUILAPAM DE GUERRERO	OCOTLÁN DE MOREOS	SANTA LUCÍA MIAHUATLÁN	VILLA DE ETLA	SAN PABLO HUITZO	SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA	SANTO TOMÁS TAMAZULAPAN	SAN AGUSTÍN ETLA
OAXACA DE JUÁREZ	0	57730.45	23088.2	17498.93	40111.55	127356.41	12043.07	35642.24	45804.74	112617.76	24150.86
HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO	57730.45	0	58474.23	63881.57	31821.31	64348.68	84954.76	103869.29	115960.87	52815.06	95378.35
VILLA DE ZAACHILA	23088.2	58474.23	0	6088.87	27359.11	114280.54	36849.29	55065.2	65225.47	103500.09	46907.84
CUILAPAM DE GUERRERO	17498.93	63881.57	6088.87	0	31855.94	119208.25	30302.26	49481.32	59309.36	108085.26	40799.9
OCOTLÁN DE MOREOS	40111.55	31821.31	27359.11	31855.94	0	87413.53	54106.82	71146.11	81205.98	76896.91	63513.73
SANTA LUCÍA MIAHUATLÁN	127356.41	64348.68	114280.54	119208.25	87413.53	0	140692.47	159282.41	169283.7	11514.4	151840.59
VILLA DE ETLA	12043.07	84954.76	36849.29	30302.26	54106.82	140692.47	0	18505.39	27917.54	128725.58	10508.02
SAN PABLO HUITZO	35642.24	103869.29	55065.2	49481.32	71146.11	159282.41	18505.39	0	17273.48	147188.25	27484.96
SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA	45804.74	115960.87	65225.47	59309.36	81205.98	169283.7	27917.54	17273.48	0	156430.61	39987.16
SANTO TOMÁS TAMAZULAPAN	112617.76	52815.06	103500.09	108085.26	76896.91	11514.4	128725.58	147188.25	156430.61	0	140958.22
SAN AGUSTIN ETLA	24150.86	95378.35	46907.84	40799.9	63513.73	151840.59	10508.02	27484.96	39987.16	140958.22	0

Tabla A.15i Tabla de la distancia en km entre la concentradora de Oaxaca de Juárez y sus oficinas

	SANTIAGO JUXTLAHUACA	SAN FRANCISCO TLALPANCINGO	SILACAYOAPAM	CALIHUALA	SANTOS REYES TEPEJILLO	SANTIAGO TAMAZOLA	SAN SEBASTIAN TECOMAXTLAHUACA	ZAPOTTILÁN LAGUNAS	SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL	HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO	PUTLA VILLA GUERRERO
SANTIAGO JUXTLAHUACA	0	88709.38	59145.12	79315.13	33019.68	90790.96	22710.92	108789.61	152033.5	58754.29	28921.31
SAN FRANCISCO TLALPANCINGO	88709.38	0	29695.7	9257.92	96195.44	37329.03	80948.2	68061.68	240820.09	134993.75	118545.7
SILACAYOAPAM	59145.12	29695.7	0	21028.74	66614.71	31894.02	51252.52	62258.71	212612.83	105005.94	89017.55
CALIHUALA	79315.13	9257.92	21028.74	0	87151.49	28670.4	71541.1	58324.99	231562.19	126030.9	108934.54
SANTOS REYES TEPEJILLO	33019.68	96195.44	66614.71	87151.49	0	97858.52	27884.86	128145.41	185524.8	56899.06	63302.96
SANTIAGO TAMAZOLA	90790.96	37329.03	31894.02	28670.4	97858.52	0	83146.53	30066.57	242388.09	136875.84	119838.15
SAN SEBASTIAN TECOMAXTLAHUACA	22710.92	80948.2	51252.52	71541.1	27884.86	83146.53	0	113402.04	172634.31	66366.64	50100.98
ZAPOTTILÁN LAGUNAS	108789.61	68061.68	62258.71	58324.99	128145.41	30066.57	113402.04	0	273120.25	167129.11	150968.39
SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL	152033.5	240820.09	212612.83	231562.19	185524.8	242388.09	172634.31	273120.25	0	181410.75	122323.18
HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO	58754.29	134993.75	105005.94	126030.9	56899.06	136875.84	66366.64	167129.11	181410.75	0	58560.2
PUTLA VILLA GUERRERO	28921.31	118545.7	89017.55	108934.54	63302.96	119838.15	50100.98	150968.39	122323.18	58560.2	0

Tabla A.15j Tabla de la distancia en km entre la concentradora de Santiago Juxtla huaca y sus oficinas

Oficina	SL
ACATLÁN DE PEREZ FIGUEROA	0.990382187
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN	
CALIHUALA	0.992629318
CIUDAD IXTEPEC	0.992154487
COSOLAPA	0.991356895
CUILAPAM DE GUERRERO	0.990211961
EL BARRIO DE LA SOLEDAD	0.991518474
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPAN DE LEÓN	
HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO	0.98787425
HEROICA CIUDAD DE EJUTLA DE CRESPO	0.992846124
IXTLÁN DE JUÁREZ	
JUCHITÁN DE ZARAGOZA	0.986946224
JUCHITÁN DE ZARAGOZA	
LOMA BONITA	0.993494247
MARISCALA DE JUÁREZ	0.9941007
MATÍAS ROMERO AVENDAÑO	0.991114729
OAXACA DE JUÁREZ	
OCOTLÁN DE MOREOS	0.990778861
PUTLA VILLA GUERRERO	0.992731481
SALINA CRUZ	0.992902939
SAN AGUSTIN ETLA	0.990779359
SAN BARTOLOMÉ ZOOGOCHO	0.99323146
SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA	0.989798275
SAN JUAN BAUTISTA COIXTLAHUACA	0.993774744
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC	
SAN JUAN JUQUILA MIXES	0.993607024
SAN JUAN TEPOSCOLULA	0.991561067
SAN PABLO HUITZO	0.990155232
SAN PABLO VILLA DE MITLA	0.99256581
SAN PEDRO MIXTEPEC	
SAN PEDRO POCHUTLA	0.990217577
SAN PEDRO TAPANATEPEC	0.995036259
SAN SEBASTIÁN TECOMAXTLAHUACA	0.99249571
SANTA CRUZ TACACHE DE MINA	0.993382632
SANTA LUCÍA MIAHUATLAN	0.986852483
SANTIAGO CHAZUMBA	0.994837284
SANTIAGO JUXTLAHUACA	
SANTIAGO MATATLÁN	0.991927291
SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL	0.995103816
SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC	0.989993988
SANTO DOMINGO TONALÁ	0.99486705
SANTO TOMÁS TAMAZULAPAN	0.855904726
SANTO TOMÁS TAMAZULAPAN	0.989428715
SANTOS REYES NOPALA	0.995549362
SILACAYOAPAM	0.992469466
TEZOATLÁN DE SEGURA Y LUNA	0.993894046
TLACOLULA DE MATAMOROS	
TLACOTEPEC PLUMAS	0.993737221
VILLA DE ETLA	0.989380503
VILLA DE ZAACHILA	0.991496937
VILLA HIDALGO	0.993926082
VILLA HIDALGO	0.321229923
VILLA SOLA DE VEGA	0.995604521
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ	

Tabla A.16 Tabla de nivel de servicio para cada oficina en el modelo de pedidos conjuntos

Oficina	AIL
ACATLÁN DE PEREZ FIGUEROA	21.49488345
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN	
CALIHUALA	1.439156479
CIUDAD IXTEPEC	43.03048647
COSOLAPA	55.58758341
CUILAPAM DE GUERRERO	4.0759422
EL BARRIO DE LA SOLEDAD	21.41463428
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPAN DE LEÓN	
HEROICA CIUDAD DE TLAXIACO	80.16792038
HEROICA CUIDAD DE EJUTLA DE CRESPO	16.9977725
IXTLÁN DE JUÁREZ	
JUCHITÁN DE ZARAGOZA	4.206780876
JUCHITÁN DE ZARAGOZA	
LOMA BONITA	29.66495746
MARISCALA DE JUÁREZ	24.72339559
MATÍAS ROMERO AVENDAÑO	45.12440924
OAXACA DE JUÁREZ	
OCOTLÁN DE MOREOS	19.75142863
PUTLA VILLA GUERRERO	57.75829049
SALINA CRUZ	31.93436381
SAN AGUSTIN ETLA	36.98636549
SAN BARTOLOMÉ ZOOGOCHO	3.976083171
SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA	22.80672918
SAN JUAN BAUTISTA COIXTLAHUACA	11.54428994
SAN JUAN BAUTISTA TUXTEPEC	
SAN JUAN JUQUILA MIXES	49.64824308
SAN JUAN TEPOSCOLULA	59.8275147
SAN PABLO HUITZO	26.30893514
SAN PABLO VILLA DE MITLA	21.21602036
SAN PEDRO MIXTEPEC	
SAN PEDRO POCHUTLA	46.41175923
SAN PEDRO TAPANATEPEC	18.81143001
SAN SEBASTIÁN TECOMAXTLAHUACA	6.703962602
SANTA CRUZ TACACHE DE MINA	12.3190525
SANTA LUCÍA MIAHUATLAN	39.85142298
SANTIAGO CHAZUMBA	17.17227763
SANTIAGO JUXTLAHUACA	
SANTIAGO MATATLÁN	4.589385633
SANTIAGO PINOTEPA NACIONAL	28.32733207
SANTO DOMINGO TEHUANTEPEC	52.5636332
SANTO DOMINGO TONALÁ	68.52502363
SANTO TOMÁS TAMAZULAPAN	33.24264311
SANTO TOMÁS TAMAZULAPAN	56.27234406
SANTOS REYES NOPALA	33.0026677
SILACAYOAPAM	45.68110813
TEZOATLÁN DE SEGURA Y LUNA	24.46556338
TLACOLULA DE MATAMOROS	
TLACOTEPEC PLUMAS	2.2077367
VILLA DE ETLA	58.00655638
VILLA DE ZAACHILA	10.39293125
VILLA HIDALGO	16.50130502
VILLA HIDALGO	2.550756191
VILLA SOLA DE VEGA	51.27574322
ZIMATLÁN DE ÁLVAREZ	

Tabla A.17 Tabla de nivel promedio de inventario para cada oficina en el modelo de pedidos conjuntos

REFERENCIAS

Libros

- [1] Gutiérrez Puebla, Javier (1994). *SIG: Sistemas de Información Geográfica*. Síntesis, Madrid.
- [2] Lantada Zarzosa, Nieves (2004). *Sistemas de Información Geográfica: Prácticas con ArcView*. Alfaomega, Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona.
- [3] F. Magee, John y Boodman David M (1979). *Planeamiento de la producción y control de inventarios* (4ta. Edición). Librería “El Ateneo”. Buenos Aires.
- [4] Ackoff. Rusell L. (1975). *Fundamentos de Investigación de Operaciones*. México D.F.
- [5] Starry, Martín K. (1975). *Control de Inventarios: Teoría de Inventarios*. Diana. México D.F.
- [6] Ávila González, Javier H (1967). *Teoría de Inventario y su aplicación*. Pax- México. México D.F.
- [7] Wild, Tony (2002). *Best Practice in Inventory Management* (2da. Edición). Butterworth Heinemann. Gran Bretaña.
- [8] Ballou, Ronadl H. (2005). *Logística: Administración de la cadena de suministro* (5ta. Edición). Pearson. México. D.F.
- [9] Makridakis, Spyros y Wheel Wright Steven C. (1991). *Manual de técnicas de pronósticos*. Noriega Limusa. México. D.F.
- [10] Hanke, John E. y Wichern Dean W(2006). *Pronósticos en los negocios* (8va. Edición). Pearson Education. Texas A&M University.

Tesis

- [11] Reséndiz López, Héctor Daniel (2007). *Propuesta metodológica y aplicación del modelo gravitacional en los sistemas de información geográfica*. Tesis Maestría de Ingeniería. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- [12] Martínez Lagunas, Carolina (2009). *Reorganización de la cobertura de oficinas en un sistema de comunicación social*. Tesis Maestría de Ingeniería. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México. México.

Apuntes

- [13] Reséndiz López, Héctor Daniel. Curso 2007 de Arcview. UNAM, México. 2007.
- [14] Bañuelos Saucedo. A. Leonardo. Teoría de Inventarios. UNAM. México. 2007.

Sitos web

- [15] www.dict.uh.cu/Revistas/econom%EDa_%20desarrollo/2001%20n-1/Concepci%F3n%20Rodr%EDguez.pdf
- [16] <http://www.eduteka.org/SIG3.php>
- [17] <http://www.monografias.com/trabajos/gis/gis.shtml>
- [18] <http://www.monografias.com/trabajos14/informageogra/informageogra.shtml>
- [19] <http://maps.google.com>
- [20] <http://www.maplibrary.com>
- [21] <http://www.ESRI.com>