



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**FACULTAD DE INGENIERÍA
SECRETARÍA DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**

APLICACIÓN DE TRES MODELOS DE OPTIMIZACIÓN PARA UBICAR
BRIGADAS Y FORMAR RUTAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS EN
LOCALIDADES DE LA REPÚBLICA MEXICANA.

TESIS

Como requisito para obtener el grado de:
MAESTRO EN INGENIERÍA DE SISTEMAS
- INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES

P R E S E N T A
Ing. Israel Gilberto Galván de la Peña

DIRECTOR DE TESIS
DR. MIGUEL ÁNGEL GUTIÉRREZ ANDRADE



Ciudad Universitaria, D.,F.

2006



¿QUIEN MUERE?

Muere lentamente quien se transforma en esclavo del hábito, repitiendo todos los días los mismos trayectos, quien no cambia de marca, no arriesga vestir un color nuevo y no le habla a quien no conoce.

Muere lentamente quien hace de la televisión su gurú.

Muere lentamente quien evita una pasión, quien prefiere el negro sobre blanco y los puntos sobre las "i's" a un remolino de emociones, justamente las que rescatan el brillo de los ojos, sonrisas de los bostezos, corazones a los tropiezos y sentimientos.

Muere lentamente quien no voltea la mesa cuando está infeliz en el trabajo, quien no arriesga lo cierto por lo incierto para ir detrás de un sueño, quien no se permite por lo menos una vez en la vida, huir de los consejos sensatos.

Muere lentamente quien no viaja, quien no lee, quien no oye música, quien no encuentra gracia en sí mismo.

Muere lentamente quien destruye su amor propio, quien no se deja ayudar.

Muere lentamente, quien pasa los días quejándose de su mala suerte o de la lluvia incesante.

Muere lentamente, quien abandona un proyecto antes de iniciarlo, no preguntando de un asunto que desconoce o no respondiendo cuando le indagan sobre algo que sabe.

Evitemos la muerte en suaves cuotas, recordando siempre que estar vivo exige un esfuerzo mucho mayor que el simple hecho de respirar.

Solamente la ardiente paciencia hará que conquistemos una espléndida felicidad.

Pablo Neruda





AGRADECIMIENTOS

Este trabajo esta dedicado a toda persona que ha colaborado en mi formación, en especial:

A mi familia:

*Patricia de la Peña Rueda
Filiberto Galván García
Berenice Galván de la Peña
Francisco Galván de la Peña
Brenda Jerusalén Romero Gómez*

A quienes creyeron en mí para este trabajo:

*Dr. Sergio Fuentes Maya
Departamento de Sistemas*





ÍNDICE

↓ ÍNDICE	1
RESUMEN	3
INTRODUCCIÓN	4
Capítulo I. CONCEPTOS PRELIMINARES	
I.1 Investigación de Operaciones	6
I.1.1 Sistemas	7
I.1.2 Modelos	8
I.1.3 Soluciones	10
I.1.4 Variables	11
I.1.5 Restricciones	12
I.1.6 Medidas de Desempeño	12
I.2 Optimización combinatoria	13
I.2.1 Complejidad en los Problemas de Optimización	13
I.2.2 Métodos de Solución	16
I.2.3 Algoritmo de Recocido Simulado	17
I.3 Conceptos de Teoría de Redes	19
I.3.1 Nodos y Arcos	19
I.3.2 Flujo en Red	22
 Capítulo II. DEFINICIÓN DE LA PROBLEMÁTICA Y MODELOS EMPLEADOS.	
II.1 Definición de la Problemática	24
II.2 Objetivos	24
II.3 Restricciones	25
II.4 Consideraciones	26
II.5 Análisis de Seguridad	26
II.6 Instrumentos de Solución Propuestos	31
II.7 Fundamentos Teóricos de los Instrumentos de Análisis	37
II.7.1 Problema de Localización de Planta	37
II.7.2 Problema de Flujo a Costo Mínimo	39
II.7.3 Problema del Agente Viajero	41
II.8 Integración de Costos	44



ÍNDICE

II.9 Establecimiento del Radio de Cercanía	46
--	----

Capítulo III. SOLUCIÓN E IMPLEMENTACIÓN

III.1 Algoritmo de Recocido Simulado para el Problema de Localización de Plantas	48
--	----

III.2 Caso Sinaloa	56
--------------------	----

III.3 Caso Resto de los Estados	67
---------------------------------	----

III.3.1 Solución para Seis Brigadas	67
-------------------------------------	----

III.3.2 Solución para Siete Brigadas	69
--------------------------------------	----

III.3.3 Solución para Ocho Brigadas	70
-------------------------------------	----

III.3.4 Solución para Nueve Brigadas	71
--------------------------------------	----

III.3.5 Solución para Diez Brigadas	72
-------------------------------------	----

III.4 Resultados Resto de los Estados	73
---------------------------------------	----

III.5 Establecimiento de Rutas	74
--------------------------------	----

III.5.1 Ruta Brigada 1	74
------------------------	----

III.5.2 Ruta Brigada 2	76
------------------------	----

III.5.3 Ruta Brigada 3	78
------------------------	----

III.5.4 Ruta Brigada 4	79
------------------------	----

III.5.5 Ruta Brigada 5	81
------------------------	----

III.5.6 Ruta Brigada 6	83
------------------------	----

III.5.7 Ruta Brigada 7	85
------------------------	----

III.5.8 Ruta Brigada 8	87
------------------------	----

III.5.9 Ruta Brigada 9	89
------------------------	----

III.6 Resultados Finales	90
--------------------------	----

CONCLUSIONES	94
--------------	----

Futuras Investigaciones	95
-------------------------	----

Anexos

Anexo 1 – Tabla de distancias	A1-96
-------------------------------	-------

Anexo 2 – Tabla de costos	A2-124
---------------------------	--------

Anexo 3 – Matriz de adyacencia	A3-142
--------------------------------	--------

Referencias	148
-------------	-----



ÍNDICE



RESUMEN

El problema que se abordó en este trabajo consistió en ayudar al tomador de decisiones para responder a tres cuestiones básicas; dado que se tenía un conjunto de puntos distribuidos en un espacio geográfico y se debía recorrer cada uno de ellos por un conjunto de recursos humanos y materiales; cómo agrupar a ese conjunto de puntos, cuántos recursos humanos emplear y qué recorrido deben realizar cada uno de estos recursos; considerando que se disponía de un tiempo límite para efectuar la visita a cada punto y fue deseable el menor costo posible.

Ante esta situación los objetivos fueron Seleccionar el conjunto de localidades a muestrear por cada una de las brigadas; el número de brigadas empleadas para cubrir todas las localidades y; la ruta más adecuada para cada una de esas brigadas. Considerando restricciones de localidades de soporte, de tiempo y costo.

Se resolvió el problema mediante la aplicación de tres modelos: Localización de Plantas a fin de ubicar lo que denominamos nodos concentradores o base; Flujo a Costo Mínimo con el cuál se encontraron las localidades asociadas a los nodos base y; Agente Viajero, para determinar la ruta óptima de cada brigada.

De este procedimiento las conclusiones principales fueron: un resultado efectivo, otorgando la ubicación de puntos estratégicos mediante la solución al Problema de Localización de Plantas y de estos puntos se distribuyeron flujos (brigadas) a través de los arcos (carreteras) entre los puntos (localidades) de interés, esto se logra mediante el Problema de Flujo a Costo Mínimo; finalmente al resolver el Problema del Agente Viajero para cada una de estas agrupaciones resultantes, se obtuvo la ruta más adecuada para cada una de las brigadas. Se cumplen las restricciones de visita a localidades de soporte, de tiempo y se obtiene un costo total reducido, ante diferentes alternativas del número de brigadas empleadas.



INTRODUCCIÓN

La gran variedad de actividades realizadas por el hombre y el beneficio obtenido por ellas depende en gran medida de la forma en la cual se ejecuten las tareas que le benefician, limiten o supriman la actividad (cuando ésta no es deseable). La técnica empleada derivará en un mejor aprovechamiento del tiempo, de los recursos materiales y del personal empleado. De ahí la importancia de buscar la mejora en los procesos tanto productivos como de generación de servicios.

Si la técnica es el elemento principal de un proceso conviene que ésta sea la más adecuada a éste y que reditúe en mejores condiciones de trabajo o aprovechamiento de recursos, esa técnica proveerá de una metodología que de acuerdo a las características de las actividades obtendrá o no mejores resultados.

El simple hecho de encontrarse en una situación no deseada o bien el desear otra posición, genera lo que denominamos problema; aquí pretendemos abordar el problema desde un punto de vista de ingeniería, cuyas características principales son: la necesidad de cambio, de ese estado actual a uno deseable, es decir debe existir la identificación de condiciones y visión para abstraer posibilidades factibles de modificación de esas condiciones; empleo de recursos materiales, humanos e intangibles (como el tiempo); debe existir un sentido de mejora, de las diferentes alternativas que llevan nuestros recursos a un cambio, es deseable aquellas acciones que conduzcan a la mejor solución, involucrando una serie de criterios que nos permitan decidir cual es la mejor.

El problema que se aborda en este trabajo consiste en ayudar al tomador de decisiones para responder a tres cuestiones básicas; si se tiene un conjunto de puntos distribuidos en un espacio geográfico y se debe recorrer cada uno de ellos por un conjunto de recursos humanos y materiales, el problema consiste en identificar cómo agrupar a ese conjunto de puntos, cuántos recursos humanos emplear y qué recorrido deben realizar cada uno de estos recursos; considerando que se tiene un límite de tiempo para efectuar la visita a cada punto y se desea que esto se realice al menor costo posible.

Una vez identificado el problema, definimos las herramientas que bajo ciertos criterios nos pueden ofrecer una solución al problema planteado. El problema se ajusta a las condiciones de tres modelos empleados en Investigación de Operaciones con la característica de requerir soluciones enteras en cada uno de ellos. El primer modelo es el de Localización de Plantas que nos permitirá ubicar puntos en ese espacio geográfico, junto con este modelo se corre el de Flujo a Costo Mínimo el cual envía los recursos a las localidades más cercanas al punto encontrado con el modelo anterior; este procedimiento ofrece tanto la agrupación de localidades o puntos distribuidos en el espacio geográfico, como el número de recursos humanos (brigadas) a emplear.

Con ello se ejecuta el tercer modelo que se trata del Agente Viajero el cual brinda la secuencia de visitas a las localidades.

La investigación y el análisis han desarrollado muchas ideas para diseñar algoritmos eficientes basados en conceptos y resultados que surgen de la teoría de complejidad de los algoritmos, de lo cual nos apoyamos en este trabajo para ejecutar programas.

En el Capítulo I se establecen los conceptos generales que sustentan el trabajo, parte de lo general describiendo elementos de Investigación de Operaciones a lo particular mostrando conceptos de teoría de redes.



INTRODUCCIÓN

El Capítulo II se enfoca a la explicación de la problemática, el objetivo del trabajo y sus alcances, se hace una breve explicación acerca del fundamento teórico de los modelos empleados. El modelo de Localización de Plantas para ubicar ciudades a partir de las cuales es menos costoso llegar a otras posiciones donde se registra una demanda de unidades producidas por las plantas; el modelo de Flujo a Costo Mínimo para enviar a las brigadas a los puntos más cercanos a menor costo, con estos dos modelos seleccionamos y agrupamos; finalmente se aplica el modelo del Agente Viajero para encontrar la ruta que minimice los costos de viaje de cada una de las brigadas en campo.

El Capítulo III describe y muestra el procedimiento realizado para la solución e implementación del resultado, reuniendo los resultados en tablas, para una mayor simplicidad de datos. Se divide en cuatro partes este capítulo: la primera de ellas se enfoca a la forma en la cual los datos se utilizan para ser introducidos a los programas de cómputo, la forma de obtener los costos de activación y costos de brigadas en campo; la segunda desarrolla el Caso Sinaloa que por el número de localidades a visitar en ese estado y su comunicación vía carretera con otras entidades lo hacen buen candidato para aislarlo del resto y con ello reducir un poco el número de datos manejados; la tercera parte se enfoca a la elección de nodos llamados nodos base y la agrupación de otros nodos en torno a estos; y la cuarta parte contiene los resultados de las dos secciones anteriores.

En las conclusiones se muestran los resultados alcanzados en este proyecto atendiendo al objetivo del trabajo.

Finalmente los Anexos que contienen la información referente a distancias, costos y matrices de adyacencia a los que hace referencia el trabajo.



CAPÍTULO I. CONCEPTOS PRELIMINARES

En este capítulo se muestran algunos conceptos que permiten ubicar el trabajo realizado en campos del conocimiento.

I.1. INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES

El hombre ha intentado obtener alternativas de solución para resolver problemas en diferentes actividades, podemos entonces diferenciar que no existe una solución sino un conjunto de ellas, de las cuales, de acuerdo a las características del problema analizado, el tomador de decisiones elige dentro de un conjunto de soluciones y criterios aquella respuesta o respuestas que supondrá las mejores.

Los problemas a los que nos enfrentemos pueden ser de muy diversa naturaleza pueden ser sociales, políticos, matemáticos o de ingeniería entre otros y dentro de un rango de complejidad que va desde los sencillos hasta los muy complejos, hemos de considerar que la solución no sólo es el decidir entre un sí y un no, el encontrar un valor exacto a una ecuación o definir el tipo de enfermedad de un paciente, la mejor respuesta también depende de otros factores como la oportunidad de estos resultados y la posibilidad de modificar uno o varios datos sin necesidad de reformular todo el problema.

Para el caso que nos atiende necesitamos definir nuestro campo de acción, las herramientas utilizadas y los recursos físicos requeridos, para problemas de Investigación de Operaciones la computadora representa un equipo muy útil, mediante el cual podemos ejecutar programas en forma más rápida, precisa y exacta de lo que sería un proceso de cálculo hecho por el hombre. La función de este último se concentra a la formulación de modelos y algoritmos, es decir, analizar y evaluar la o las soluciones al problema, no en ejecutar las operaciones matemáticas.

En este capítulo se abordan los conceptos preliminares para la propuesta de solución a un problema que mediante herramientas de Investigación de Operaciones se puede resolver, definiremos algunos aspectos relacionados a este campo del conocimiento, como son:

- Sistemas
 - Recursos,
 - Optimización,
 - Eficiencia;
- Modelos
 - Elementos del modelado,
 - Soluciones;
- Alternativas:
 - Variables;
- Restricciones
- Medidas de desempeño (Criterio objetivo)

Posteriormente se abordan los componentes teóricos de una de las ramas más desarrolladas en este campo del conocimiento como lo es la teoría de redes.



Conceptualización de Investigación de Operaciones

La Investigación de Operaciones al igual que muchas otras ciencias tiene una amplia historia, sin embargo de manera formal se usa por primera vez en 1939, durante el movimiento de la Primera Revolución Industrial, debido a los requerimientos de nuevas relaciones hombre-máquina y nuevas posiciones en la industria generadas por el crecimiento en actividades de estas organizaciones; recibiendo un fuerte impulso durante la Segunda Guerra Mundial, donde los científicos eran incitados a optimizar los recursos disponibles. A medida que surgían diferentes formas de administración, tuvieron que desarrollarse nuevas ramas de las ciencias aplicadas para proporcionar bienes y servicios, situación a la que respondía y aún lo hace la Investigación de Operaciones adecuadamente.

Los avances científicos en el campo de la comunicación, control y computación durante la Segunda Guerra Mundial propiciaron que fuera en esta época donde la Investigación de Operaciones tuviera su mayor crecimiento.

La Investigación de Operaciones es la aplicación del método científico al análisis de sistemas que presentan problemas en su organización o relación de recursos, de tal forma que es posible modelar este sistema y tomar una decisión, que solucione de la mejor forma los problemas, de acuerdo a los propósitos de la organización.

De esta definición podemos desprender varios elementos, como son Sistemas, Modelos, Toma de decisiones que involucran la Solución a modelos, variables y un medio para determinar la calidad de los valores asociados a esas variables y cada una se describe a continuación.

I.1.1. Sistemas

El concepto de sistemas es ampliamente utilizado en varios textos y amerita su mención en éste para una comprensión empática con el trabajo desarrollado.

Un sistema es un conjunto de elementos reunidos y relacionados para lograr un determinado fin. Para delimitar un sistema se considera que este debe contener las siguientes características:

- El comportamiento del todo depende del comportamiento de sus partes.
- La forma en la que una de las partes es afectada, depende de al menos de una de las otras partes.
- Los cambios o resultados de una de las partes tiene efectos sobre al menos una de las componentes restantes.
- Si falta una de las componentes el sistema falla.

Nos encontramos en una era de sistemas, en donde debemos encontrar las relaciones de los elementos participantes en un proceso de interés, no es suficiente analizar una parte del conjunto, aún cuando sea a detalle, si omitimos las relaciones o efectos involucrados, el sistema puede no funcionar o no entregar los resultados esperados. El presente trabajo no es una mera aplicación de una técnica, es más bien un proceso de solución, buscando elementos que fortalezcan y justifiquen la toma de decisiones, a fin de lograr resultados satisfactorios y representativos de la realidad.



CAPÍTULO I. CONCEPTOS PRELIMINARES

Recursos

Son todos aquellos elementos de los cuales nos valemos en un proceso para obtener un resultado. En el lenguaje de producción se puede ver y tomar como referencia para ejemplificar esta clasificación de recursos; existen los directos, aquellos que participan en la producción de un bien y se encuentran presentes en el resultado final; recursos indirectos todos aquellos que no se encuentran directamente en el producto final, pero son necesarios para obtenerlo, por ejemplo, la energía eléctrica para hacer funcionar el equipo de producción, mano de obra, etc. Tanto los recursos directos como los indirectos son tan importantes que si alguno falla no puede culminarse la fabricación del bien.

Optimización

Optimización es una palabra muy empleada en el ambiente de producción, por todos lados hemos escuchado que la meta es optimizar recursos, optimizar el sistema, el plan óptimo; la palabra es tan ampliamente utilizada en diferentes ambientes que resulta difícil preguntarnos qué es lo óptimo y por qué es deseable. Por la fuerte relación que tiene una actividad con otra dentro de un sistema y los recursos implicados en cada una de ellas es deseable y hasta imprescindible mantener un control que permita obtener el máximo beneficio de los recursos disponibles, empleando la menor cantidad de ellos. La optimización está encaminada justamente a la racionalización y sistematización de las actividades, es decir, no solamente estamos buscando efectividad, deseamos complementarla con eficiencia y control en el uso de recursos.

Eficiencia (Qué tan bien se responde al problema).

La eficiencia esta directamente relacionada con los objetivos a alcanzar, es qué tan bien lo planeado o establecido responde a la situación, o qué tan productivamente los recursos se están empleando para el logro de una meta. Una organización es eficiente cuando se minimizan ya sea la cantidad de materiales o de tiempo necesario para obtener un producto o servicio.

Efectividad (Que tan bien se ataca el problema).

La efectividad está estrechamente relacionada a la ejecución de actividades, es una medida de lo apropiado de las metas que se han elegido para la subsistencia del sistema y el grado en el cual este sistema logra esas metas.

I.1.2. Modelos

Los modelos son representaciones de la realidad. El objetivo de usarlos es el poder analizar la realidad en forma simplificada, eligiendo los factores que debemos considerar o controlar; existen varios tipos, los cuales se describen a continuación.

Tipos de Modelos

Existen tres tipo de modelos los icónicos, los analógicos y los matemáticos.

Modelos icónicos:

El modelo refleja la realidad limitada o enfocada al segmento de interés, es una imagen, con su principal ventaja en el manejo de la escala. Ejemplos de esto son los mapas, dibujos o fotografías. Son adecuados para situaciones constantes en el tiempo, es decir para cuando interesa el registro de un momento particular de la realidad o bien como parámetro de referencia.



CAPÍTULO I. CONCEPTOS PRELIMINARES

Modelos analógicos:

El modelo emplea una serie de propiedades para modelar otro conjunto de propiedades en sistemas diferentes. Por ejemplo un sistema mecánico puede modelarse en forma análoga a un circuito eléctrico. Las redes son analogías que se valen de magnitudes y localizaciones geométricas para representar una amplia diversidad de variables y sus interrelaciones.

Modelos simbólicos o matemáticos

Se emplean símbolos para representar la realidad, son modelos más abstractos, pero al igual que los icónicos los de mayor uso y son especialmente útiles cuando se trata de procesos experimentales. Su lenguaje son las matemáticas, con lo que se facilita su manejo e interpretación.

Los modelos matemáticos a su vez se dividen en:

Cuantitativos y Cualitativos

Cualitativos: Se ocupan de las propiedades o cualidades de los componentes que tienen dificultad para representarse matemáticamente o bien por la gran cantidad de variables involucradas resulta más sencillo describirlo que buscarle representación matemática o bien, el criterio necesario para tomar una decisión no requiere una representación cuantitativa.

Cuantitativos: Aquel que usa símbolos y signos para su elaboración.

Estándar y hechos a la medida

Estándar: Son aquellos que se han probado eficientes para resolver un determinado conjunto de problemas.

Hechos a la medida: Este tipo de modelos se elaboran para resolver problemas específicos, que de acuerdo a sus propiedades o características, ningún otro modelo lo resuelve satisfactoriamente. Por lo general involucra conocimientos de diversas disciplinas.

Estáticos y Dinámicos

Estáticos: Dan una respuesta adecuada sin importar el tiempo en el cual se ejecuten, ya que se considera que las condiciones modeladas no cambian durante un cierto tiempo.

Dinámicos: Consideran el parámetro tiempo, de tal forma que dan una solución adecuada ajustándose a tiempo en que se requieren.

Probabilísticos y Determinísticos

Probabilísticos: Se apoyan en la probabilidad de eventos y el manejo estadístico de datos, es decir la solución se considera una aproximación o estimación al comportamiento real.

Determinísticos: Para situaciones donde se presentan soluciones exactas, cuando los modelos han sido probados tantas veces y se obtienen resultados aceptables que se consideran como válidos, dentro de un rango de aplicaciones.

Elementos del Modelado

La elaboración de modelos en Investigación de Operaciones involucra 5 diferentes etapas:



CAPÍTULO I. CONCEPTOS PRELIMINARES

1. Definición del problema: Es la fase donde se definen los alcances del modelo ante el problema, define variables, el objetivo y las limitaciones del modelo.
2. Construcción del modelo: Se plantea de forma matemática para obtener valores a interpretar y emitir una solución al problema.
3. Solución al modelo: Es la ejecución del algoritmo que resuelve el modelo matemático.
4. Validación del modelo: Es la comparación de los resultados arrojados por el modelo con la situación real.
5. Implementación: Es la puesta en práctica de los resultados obtenidos en las fases anteriores.

Los modelos en Investigación de Operaciones se representan con ecuaciones, que aunque pueden ser muy complicados desde el punto de vista matemático, tienen una estructura fundamental muy sencilla:

$$U = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

Donde:

U = Utilidad o valor de la ejecución del sistema¹.

$x_1, x_2, \dots, x_n$ = Son las variables que afectan a U .

f = es la relación entre U , y $x_1, x_2, \dots, x_n$.

Además de esta estructura, frecuentemente se requieren de una o más ecuaciones o desigualdades, para expresar el hecho de que algunas variables o todas, solamente pueden manejarse dentro de ciertos límites. La medida de ejecución y las restricciones constituyen, juntas, un modelo del sistema y del problema que se quiere resolver.

Una vez que se construye el modelo puede usarse para encontrar los valores en forma exacta o aproximada de las variables definidas, buscando aquellos valores que producen la mejor ejecución del sistema para condiciones específicas del problema.

I.1.3. Soluciones

Se ha visto que el modelo general de un proceso de decisión toma la forma:

$$U = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

Donde X_i representa el valor de las variables y U el valor de la utilidad; además de una o varias restricciones.

De tal forma que la solución al modelo se obtiene determinando los valores de X_i que maximice (minimice) U . Bajo este concepto encontramos diferentes tipos de soluciones, descritas a continuación.

¹ Ver Medida de desempeño.



CAPÍTULO I. CONCEPTOS PRELIMINARES

↓ Soluciones factibles: Son aquellas generadas por el conjunto de variables, que satisfacen todas las restricciones del modelo.

Soluciones infactibles: Son aquellas que cumplen con algunas de las restricciones.

Soluciones óptimas: Son aquellas que además de lograr variables que minimizan o maximizan los valores de las medidas de desempeño y cumplir con todas y cada una de las restricciones, no existe una mejor solución al modelo planteado.

ALTERNATIVAS

Las alternativas al modelo se presentan como variables y de ellas encontramos diferentes tipos que se describen a continuación.

I.1.4. Variables

En términos generales variable es una propiedad del estado real que cambia por las condiciones del sistema propio, como por modificaciones que el investigador realice sobre el modelo. Existe una gran variedad de tipos de variables que podemos utilizar para modelar problemas, aquí solo mencionaremos algunas de ellas.

Tipos de variables:

Variables de decisión

Las variables de decisión son aquellas sobre las que es necesario tomar un destino de acción, por ejemplo el determinar la cantidad de madera necesaria para producir una cantidad exacta de sillas, cuanto invertir en la bolsa de valores, la cantidad y combinación de alimentos para una dieta rica y nutritiva, cuántos productos pueden llevarse en una mochila sin exceder su capacidad, etc.

Variables de exógenas

Las variables exógenas son aquellas sobre las cuales el modelador no tiene control, pero afectan directamente al modelo; como puede ser la demanda de cierto producto, el precio de las materias primas o la capacidad productiva de los trabajadores.

Variables de estado: Son aquellas variables que muestran el estado del sistema en un tiempo determinado. Por ejemplo dentro de una simulación de un sistema productivo, un recurso, supongamos un horno puede estar en diferentes estados, tales como: en espera, en calentamiento, trabajando, apagado o en reparación.

Variables con características especiales

Dentro de cada tipo de variable arriba descrita se encuentran variables que deben cumplir determinadas características por condiciones propias del sistema y que de alguna forma debemos introducir en el modelo. Como puede ser mantener constante el valor de una variable mientras se cumpla una condición específica.



CAPÍTULO I. CONCEPTOS PRELIMINARES

La importancia de tomarlas en cuenta, estriba en que considerando las restricciones derivadas de ellas, puede ser más complicado establecer la solución, ya que se restringe aún más el espacio de soluciones factibles para el problema.

Variables enteras: Son aquellas variables que solo pueden tomar valores enteros.

Variables binarias

Son variables enteras con la característica de solo poder tomar valores de uno o cero; son adecuadas para procesos de decisión entre dos alternativas.

I.1.5. Restricciones

Es de esperarse que existan condiciones por las cuales deseamos optimizar y condiciones por las cuales no podemos hacerlo en forma ideal, por ejemplo en la construcción de carreteras, sabemos que la alternativa más rápida para unir un par de puntos es una vía en línea recta; sin embargo, salvo por contadas ocasiones o segmentos de esa vía, no es posible, existen restricciones físicas (como infraestructura), climatológicas, o de presupuesto que nos orillan a salvar, omitir o minimizar los obstáculos que dificultan o limitan la operación de los sistemas en forma lineal.

Es así que los recursos escasos, los requisitos mínimos o las condiciones físicas son condiciones que nos limitan llegar a un resultado ideal y se les llama restricciones, en el sistema físico del ejemplo de carreteras, las restricciones serían que no podemos trazar una vía recta entre dos poblados separados por una montaña, a menos que la quitemos o perforemos; sabemos sin embargo que los equipos necesarios estarán disponibles hasta dentro de varios meses además resulta muy costoso eliminar o atravesar montañas, lo cual nos lleva a otra restricción que es la capacidad económica y de recursos (incluyendo el tiempo) del proyecto o presupuesto, es decir, no solo existen las restricciones impuestas por el sistema en sí, existen también aquellas por los materiales, capacidades o habilidades de la ciencia, tecnología y características humanas adquiridas hasta el momento de la ejecución del proyecto.

Usando un poco la imaginación quizás en el futuro se disponga de una tecnología capaz de perforar montañas sin incurrir en costos muy elevados, pero de momento es posible que sea menos costoso rodearla que atravesarla o quitarla.

I.1.6 . Medidas de Desempeño

Las medias de desempeño son expresiones cualitativas de los objetivos que se tratan de alcanzar, para nuestros fines, estos criterios o medidas de desempeño son las funciones objetivo e involucran el desempeño del modelo haciendo referencia a la calidad de la solución.



1.2. OPTIMIZACIÓN COMBINATORIA

Dentro del campo de la Investigación de Operaciones se ha desarrollado un área de especial interés por las características de los problemas que engloba. Se trata de Optimización Combinatoria, en estos las variables de decisión tiene la característica de ser de tipo entero y por lo general el espacio de soluciones está formado por ordenaciones o subconjuntos de números naturales. En tales problemas nuestro objetivo es encontrar el o los mejores valores (mínimo o máximo) dentro de un espacio de números, finito en alternativas.

Algoritmos

Un algoritmo es una serie de instrucciones que ejecuta un programa para obtener un resultado.

Programa: El programa es el lenguaje mediante el cual se ejecuta un algoritmo.

Dentro de problemas reales por lo general se combinan tres tipos de estructuras: el algoritmo para resolver problemas de clases específicas; un medio para decodificar este procedimiento (por ejemplo una calculadora, computadora o simplemente la habilidad mental), el cual puede utilizar un programa y la aplicación de un método a los datos de un problema determinado.

Un algoritmo se dice que resuelve un problema **P** si cuando se aplica a cualquier instancia de **P** el algoritmo garantiza que obtendrá una solución. Generalmente nos interesa encontrar el algoritmo más “eficiente” para encontrar la solución al problema. La eficiencia en un algoritmo dado se mide mediante la relación entre la duración de ejecución de dicho algoritmo, expresado en términos del número de operaciones elementales y el tamaño, expresado en términos del número de caracteres necesarios para codificar los datos.

1.2.1. Complejidad en los Problemas de Optimización

Los diferentes pasos que un algoritmo ejecuta son asignación, tal como asignar valores a una variable; proceso aritmético, tales como sumar, restar, multiplicar o dividir; y un proceso de lógica como puede ser la comparación entre dos números. El número de pasos totales que ejecuta un algoritmo determina el tiempo que requiere.

Complejidad computacional

Los problemas de optimización se pueden clasificar de acuerdo al grado de dificultad (tiempo y espacio) que requieren para obtener una solución. En general se espera que problemas más grandes requieran de más tiempo para resolverse que los pequeños. Por ejemplo encontrar el número más pequeño de un conjunto de mil números requiere de más tiempo que el mismo problema para 100 números.

Considerando este ejemplo de encontrar el número menor de un conjunto, el algoritmo consiste en comparar el primer elemento con cada uno de los restantes y eliminar todos aquellos que sean menores o iguales al primer elemento, si ninguno es mayor eliminar dicho elemento. Después comparar el siguiente elemento de la lista con los restantes y eliminar todos los que sean mayores o iguales, si ninguno se eliminó eliminar el segundo elemento y así sucesivamente, hasta que quede un elemento, que es el mínimo.



CAPÍTULO I. CONCEPTOS PRELIMINARES

El peor de los casos se da cuando todos los números son diferentes y están ordenados de mayor a menor. Efectuándose $(n-1) + (n-2) + \dots + 2 + 1 = (n-1)n/2$ comparaciones, si n es el número de elementos del conjunto.

La expresión $(n-1)n/2 = n^2/2 - n/2$ es una medida exacta en cuanto al número de comparaciones y es útil para predecir la eficiencia de la búsqueda cuando n aumenta.

Cuando n es muy grande la expresión se simplifica diciendo que el algoritmo requiere hacer aproximadamente n^2 . En computación, esta forma “proporcional” de la medida de complejidad se usa frecuentemente al grado de contar con su propia notación, resumiéndose que el algoritmo tiene complejidad computacional de:

$$O(n^2)$$

Que se lee como “de n cuadrada” o simplemente “orden n cuadrada”

Si un algoritmo corre en un tiempo $O(f(n))$, para una función $f(n)$, significa que si n es lo suficientemente grande, el tiempo requerido para ejecutar el algoritmo no excede a :

$$cf(n)$$

donde c es una constante que puede omitirse como el valor de $1/2$ para el ejemplo anterior.

Dependiendo del comportamiento de los algoritmos se clasifican de la siguiente manera:

Polinomial.- Si el número de operaciones elementales necesarias para resolver un ejemplo de tamaño n está acotado por una función del tipo $f(n) = cn^k$, donde c y k son dos constantes. Un algoritmo se considera eficiente si y solo si, es polinomial; la razón de ello es el número de operaciones necesarias para obtener una respuesta.

Están los problemas polinomiales, crecen en el $O(n^k)$ a medida que el tamaño del problema crece; Se denominan clase **P** y se considera que son resueltos eficientemente.

Además de los problemas de clase **P** se tienen los problemas de clase **NP** (del inglés Non Deterministic Polynomial), para los cuales la solución crece más rápido que cualquier polinomio. Este tipo de problemas causa dificultades para encontrar su solución. Un ejemplo de este tipo de problemas es el Problema del Agente Viajero.

Un algoritmo no determinista (que puede resolver problemas de la clase **NP**), es uno que, además de las características usuales de los algoritmos, debe hacer una selección arbitraria entre varias opciones de una ramificación.

NP contiene problemas de decisión a los que se pueden reducir todos los problemas clásicos de optimización discreta.

Por definición si un problema pertenece a la clase **P**, también pertenece a la clase **NP**, es decir $P \in NP$. Pero no se sabe si $P = NP$.



CAPÍTULO I. CONCEPTOS PRELIMINARES

Para demostrar que $P = NP$ se tiene que probar que todos los problemas en NP pueden ser resueltos por algoritmos deterministas en tiempo polinomial o bien para demostrar que $P \neq NP$ se debe mostrar que un problema en NP no se puede resolver en forma determinista en tiempo polinomial. Ninguna de las dos demostraciones se ha hecho.

La principal técnica para demostrar que dos problemas están relacionados es reduciendo uno a otro, dando un mapeo de cada parte del primer problema en una parte equivalente del segundo. Tales transformaciones proporcionan los medios para convertir cualquier algoritmo que resuelve el segundo problema en el correspondiente algoritmo para resolver el primero.

Se dice que todo problema de decisión pertenece a la clase **NP-COMPLETO** si todo problema de la clase **NP** puede reducirse en forma polinomial a él.

Para entender el concepto de reducción, considerese dos problemas de decisión $P1$ y $P2$. Se dice que $P1$ se reduce polinomialmente a $P2$ si existe un algoritmo para $P1$ que llama (como subprograma) a un algoritmo de resolución de $P2$, y si el algoritmo de resolución de $P1$ es polinomial cuando la resolución de $P2$ es considerada como una operación elemental.

Teorema 1² Si un problema P se reduce en tiempo polinomial a un problema P' , y si P' puede ser resuelto en tiempo polinomial, entonces P también puede ser resuelto en tiempo polinomial.

Cualquier problema de decisión, si es o no elemento de **NP**, al cual se puede transformar un problema **NP-Completo**, se le llama **NP-Duro**; ya que es, en cierto sentido, al menos tan difícil como los problemas **NP-COMPLETOS**.

Aquellos problemas que pueden resolverse únicamente por medio de algoritmos exponenciales, se les clasifica como problemas **intratables**.

Una última clasificación son los problemas llamados **indecidibles**, para los cuales no se puede establecer un algoritmo que los resuelva.

Complejidad de algoritmos

La complejidad de los algoritmos va asociada a los recursos disponibles, hablamos de las habilidades para formular el algoritmo. El lenguaje por el cual se introduce este algoritmo (programa) y mediante el cual se dará solución al problema; el medio con el cual se procesará es la computadora y a la cual está asociado el espacio en memoria disponible para el almacenamiento del algoritmo y su ejecución. Finalmente el último recurso es el tiempo para que la computadora obtenga un resultado.

El tiempo representa un problema porque a pesar de las enormes velocidades de las computadoras modernas, existen algoritmos cuyo tiempo es sumamente grande, llegando inclusive a ser de años. El tiempo requerido por la computadora para ejecutar y obtener un resultado mediante el algoritmo programado, esta en función del número de operaciones elementales a efectuarse.

² Publicaciones [11]



La eficiencia del algoritmo se mide por ende en términos del tiempo, ya que se consume recurso, lo que implica costos. Y su efectividad en términos del resultado.

I.2.2. Métodos de Solución

Una vez construido el modelo, es posible encontrar valores óptimos de las variables de decisión de forma exacta o aproximada.

Métodos exactos

Es el tipo de funciones que proporcionan soluciones eficaces, asignando valores a las variables de decisión de forma exacta, el cálculo de la utilidad (U) a partir de un conjunto X_i es tal que no hay un mejor resultado que el obtenido por este medio; principalmente cuando el sistema tiene una complejidad de modelado pequeña o bien es reducido el número de variables de decisión. En algunos casos es posible predecir los valores mediante operaciones matemáticas o estadísticas sencillas como el promedio de un rango de valores. Los métodos exactos proporcionan la solución óptima al modelo planteado y resultan muy útiles para problemas cuyas condiciones de precisión son fundamentales.

Entre los métodos existentes se encuentran:

- Ramificación y Acotamiento.

En otras ocasiones el modelo resulta tan complicado que es necesario recurrir a otras técnicas aunque no obtengamos la mejor solución.

Métodos heurísticos³

Los métodos exactos ofrecen una buena alternativa para resolver problemas cuyo tiempo de ejecución es polinomial, sin embargo cuando este tiempo incrementa de forma no polinomial, la complejidad del problema o por el número de variables involucradas, los métodos heurísticos vienen a ser una alternativa de solución a los problemas de optimización combinatoria.

El término heurístico significa encontrar o descubrir, en nuestro caso deseamos encontrar una buena solución, sin garantizar que ésta es la óptima. Un método heurístico busca soluciones buenas (es decir, casi óptimas) a un costo computacional razonable, aunque sin garantizar factibilidad u optimalidad de las mismas. En algunos casos, ni siquiera puede determinar qué tan cerca del óptimo se encuentra una solución factible en particular.

Los métodos heurísticos surgen como una opción para problemas cuyo carácter es no polinomial, entre los métodos existentes destacan los siguientes:

- Métodos constructivos: consiste en ir agregando componentes individuales a la solución, hasta que se obtiene una solución factible.
- Métodos de descomposición: Consisten en dividir el problema en pequeñas partes.
- Métodos de reducción: Identificar o suponer un atributo de la solución óptima.
- Manipulación del modelo: Reducir el tamaño del problema mediante planteamientos estadísticos, junto con combinatorios.

³ Confr. [1]



CAPÍTULO I. CONCEPTOS PRELIMINARES

Así mismo tenemos los métodos heurísticos de búsqueda por entornos: Cuyo objetivo es perfeccionar una solución existente, mediante la búsqueda en un espacio de soluciones. Ejemplo de estos métodos es la Búsqueda Tabú.

La forma de trabajo es recursiva y en forma general, es la siguiente:

- Generar una solución factible inicial T.
- Buscar una solución “mejor” (T') dentro de un espacio de posibles soluciones, mediante alguna vecindad de T.
- Si la nueva solución (T') es mejor que la disponible actualmente (T), ésta se sustituye y se hace T' = T, de tal forma que regresamos a hacer la búsqueda de una mejor solución.
- Si no se encuentra una solución mejor que T, esta se considera como óptima.

Existen condiciones bajo las cuales es conveniente la utilización de métodos heurísticos, entre otras, podemos mencionar las siguientes:

- No existe un algoritmo exacto que permita resolver el problema.
- El algoritmo exacto existente requiere de tiempos, complejidad y costos superiores a los disponibles por el programa planeado.
- El algoritmo exacto existente requiere de tiempos, complejidad y costos superiores a los disponibles por el software disponible.
- Es suficiente una aproximación al óptimo o una buena solución.

Los algoritmos existentes que utilizan métodos heurísticos son, entre otros:

- Recocido Simulado
- Algoritmos Genéticos
- GRASP

I.2.3. Algoritmo de Recocido Simulado

Este procedimiento está basado en la analogía que se hace al proceso físico de recocido de sólidos y la solución a problemas combinatorios.

El proceso físico tiene un proceso de calentamiento hasta llegar a la temperatura en que la estructura de sus granos se recrystalizan, esto constituye el paso 1; seguido a este calentamiento (Paso 2), se tiene un proceso de enfriamiento donde la velocidad del descenso de temperatura es controlado, provocando que su estructura molecular se agrupe en forma de cristales, es recomendable que se ejecute a altas temperaturas de calentamiento, de tal forma que permita un mejor acomodo de las moléculas del sólido para lograr mejores resultados en la formación de cristales. El enfriamiento debe ser gradual permitiendo que en cada etapa o temperatura se alcance su equilibrio térmico, el cual matemáticamente está caracterizado por la distribución de probabilidad de Boltzmann:

$$P_T \{X=i\} = \frac{1}{Z(T)} \exp \left(\frac{-E_i}{k_B T} \right)$$



CAPÍTULO I. CONCEPTOS PRELIMINARES

Donde:

P_i = Probabilidad de que el sólido se encuentre en un estado i .

E_i = Energía en el estado i .

T = Temperatura del sólido.

$Z(T)$ = Es una constante de normalización llamada función de partición y definida por:

$$Z(T) = \sum_j \exp \left(\frac{-E_j}{k_B T} \right)$$

Donde la sumatoria significa que se extiende sobre todos los estados posibles y

k_B es una constante llamada constante de Boltzmann.

En el campo de problemas combinatorios, el algoritmo de recocido simulado consta también de dos pasos, descritos a continuación:

Paso 1. Se selecciona una temperatura inicial T_0 ; la velocidad de enfriamiento, calculada mediante un parámetro (α) que hace decrecer a T_0 , el valor de la Temperatura siguiente (T_{i+1}) a la máxima en su fase de calentamiento (T_i); y la Temperatura Final (T_f).

Paso 2. Se genera una solución inicial, perteneciente al espacio de soluciones Ω la cual se calcula r veces en una temperatura (T) antes de disminuirla. Una solución en este entorno S_{act} se sustituye cuando se encuentra un costo menor o bien mediante una probabilidad dada por:

$$\exp(-\delta/T) > x$$

Donde:

$-\delta/T$ = Incremento o decremento de la energía a la Temperatura T .

x = Una variable aleatoria uniformemente distribuida entre $[0, 1]$.

Para el cálculo de esta probabilidad se genera un número aleatorio uniformemente distribuido entre 0 y 1, finalmente la mejor solución (no necesariamente la óptima) es aquella que ofrece costos buenos para las S_{act} visitadas. Esta expresión denota que la solución que mejore a la actual se acepta con esa probabilidad.



I.3. Conceptos de Teoría de Redes

Una amplia gama de sistemas, en su mayoría desarrollados por el hombre pueden ser modelados mediante redes, ejemplos de ellos son las redes de transporte, como las carreteras, vías para ferrocarriles, redes aéreas, tuberías para agua y drenaje, ductos para petróleo y gas, redes de comunicación como los teléfonos y las computadoras, entre otros.

El problema tratado en este trabajo puede ser analizado mediante modelos simbólicos o matemáticos, considerando el espacio geográfico como un espacio matemático y a las localidades como puntos en una gráfica o nodos, así las trayectorias que unen esos nodos se consideran arcos.

Esto va muy a propósito para modelar el trabajo mediante teoría de redes, y ante ello se hace necesario una breve exposición acerca de las mismas.

La teoría de redes tiene sus inicios con el suizo Leonhard Euler (1707-1783) quien motivado por el “problema del puente de Königsberg” realizó estudios en torno a problemas de gráficas.

Para entender su estructura, la red puede verse como una colección de puntos conectados entre sí a través de líneas y un conjunto de elementos que fluyen de un punto a otro a través de estas líneas. Ejemplo de una red es la red de carreteras, donde los puntos son las ciudades, las líneas las carreteras y los vehículos el flujo que va de una ciudad a otra. De esto podemos ver que una red es un conjunto de tres componentes:

- Nodos
- Arcos
- Flujo o actividad en los arcos.

Cada uno de estos componentes puede o no tener una representación visual que en su conjunto se le denomina red, o bien puede tener una representación algebraica mediante matrices, entre otras representaciones, por lo general, para su interpretación, resulta cómodo contar con ambas formas, sin embargo cuando el número de nodos y arcos es muy grande la representación gráfica puede llegar a ser muy complicada o no adecuada.

I.3.1. Nodos y Arcos

Arcos:

Los arcos son los elementos gráficos que muestran las rutas factibles; junto a estos se agrega un número entre corchetes, que simboliza la capacidad del arco (el número de unidades máximo que es posible enviar por esa ruta). Si la cantidad aparece entre paréntesis significa que la asignación ya ha sido realizada y muestra el número de unidades (menor o igual a la mostrada entre corchetes) enviadas por ese arco.

Nodos:

Los nodos son elementos gráficos que permiten visualizar los puntos de inicio y destino, así como los intermedios entre estos. En un diagrama podemos encontrar tres tipos de nodos:



CAPÍTULO I. CONCEPTOS PRELIMINARES

- Sumideros: Que son los puntos de consumo de materia, prima, productos intermedios o finales. Se muestran junto a ellos cantidades entre corchetes (con signo negativo), que simbolizan la cantidad de unidades que requieren para cubrir una demanda externa.
- Fuente: Son los nodos que proporcionan los recursos a consumir en los sumideros. Muestran una cantidad entre corchetes igual a cero, ya que todo el flujo que entra debe de salir.
- Intermedios: Aquellos que sirven de unión entre nodos fuente y sumideros, en casos prácticos pueden ser los Almacenes. Entre corchetes muestran una cantidad que simboliza la capacidad de la fuente.

La notación es $R = (N, A)$, donde R es la red, N , el conjunto de nodos que forman esa red y A los arcos que conectan los nodos de la red.

En muchas aplicaciones las conexiones entre nodos son dirigidas, esto es, un nodo a puede conectarse con un nodo b , pero no necesariamente de forma inversa. Por ejemplo un calle estrecha que solo permite la circulación de vehículos en una dirección.

La estructura de una red puede describirse mediante dos formas, la primera de ellas es con una matriz de adyacencia y la segunda forma mediante una matriz de incidencia.

Representación matricial de una red:

La representación matemática de una red es por medio de matrices de orden $n \times m$ donde n es el número de nodos y m es el número de arcos, el flujo está representado por el valor numérico colocado en cada posición de la matriz.

Sea G una matriz con n renglones y m columnas y sea $G(i,j)$ la representación del i -ésimo elemento renglón y j el j -ésimo elemento columna y se define como:

Existen diferentes tipos de matrices de acuerdo a los requerimientos del analista. Las matrices que representan la relación nodos-arcos se denominan de incidencia; a la matriz que relaciona nodo-nodo se le llama de adyacencia.

En la matriz de incidencia, cada arco está representado por un par de nodos:

$G(i,j)$, donde:

$$G(i,j) = \begin{cases} +1 & \text{si el arco } j \text{ sale del nodo } i \\ -1 & \text{si el arco } j \text{ entra al nodo } i \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

La matriz de adyacencia es de orden $n \times n$ y se define:

$$G(i,j) = \begin{cases} 1 & \text{si existe un arco que parte del nodo } i \text{ y llega al nodo } j. \\ 0 & \text{en caso contrario.} \end{cases}$$



CAPÍTULO I. CONCEPTOS PRELIMINARES

Debido a que una red consiste, normalmente, de más arcos que nodos, la matriz de incidencia usualmente contiene más columnas que la matriz de adyacencia para la misma red.

Representación gráfica de una red:

La representación de una red (G), consta de nodos comúnmente representados por círculos y líneas o flechas dirigidas, apuntando a una o ambas direcciones.

○ Nodo

Tipos de arcos

↑ Arcos con flujo en una sola dirección.

↕ Arcos con flujo en ambas direcciones.

| Arcos con flujo en la dirección que indique el signo del flujo
(+ sale del nodo, - entra al nodo).

Ejemplo:

Para la siguiente representación gráfica de una red se muestran las correspondientes matrices de incidencia y adyacencia:

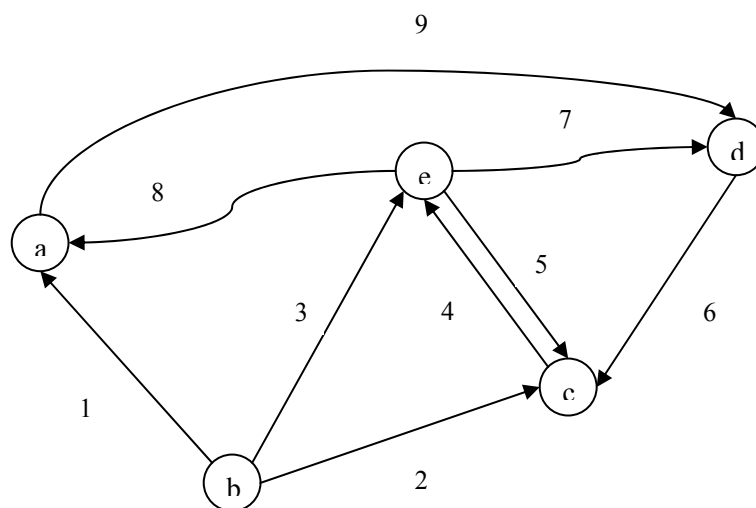


Figura 1.1 Representación gráfica de una red.



CAPÍTULO I. CONCEPTOS PRELIMINARES

La correspondiente matriz de adyacencia es:

	a	b	c	d	e
a	0	0	0	1	0
b	1	0	1	0	1
c	0	0	0	0	1
d	0	0	1	0	0
e	1	0	1	1	0

La matriz de incidencia es:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
a	-1	0	0	0	0	0	0	-1	1
b	1	1	1	0	0	0	0	0	0
c	0	-1	0	-1	1	-1	0	0	0
d	0	0	0	0	0	1	-1	0	-1
e	0	0	-1	1	-1	0	1	1	0

I.3.2. Flujo en Red

En la mayoría de los problemas se asocia un valor $x(j)$ al arco $j \in A$. este valor denota la longitud del arco, el costo, la capacidad, la cantidad de flujo que pasa a través del arco, etc.

El flujo x en una red tiene la siguiente representación:

$$x(j)$$

cuya interpretación es la cantidad o magnitud del flujo en el arco j .

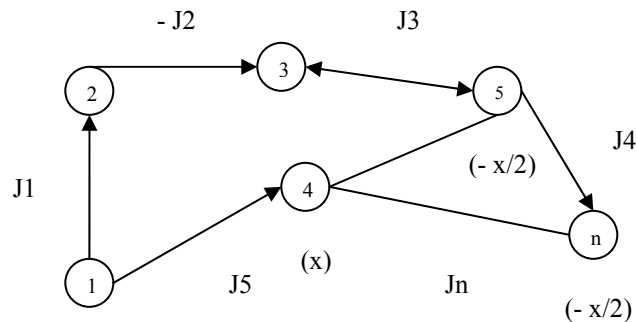


Figura 1.2. Representación de una gráfica.

En la Figura 1.2. se muestra la representación de una red en la cual el flujo del nodo 1 al nodo 2 es en este orden, mientras que el flujo del nodo 2 al nodo 3 es en sentido contrario a como lo marca la flecha debido al signo negativo en el arco. Las cantidades entre paréntesis representan una asignación realizada entre los nodos 4, 5 y n , el valor positivo en el nodo 4 (x) representa que es de ahí de donde sale el flujo y el valor negativo en los nodos 5 y n de $-x/2$ representa a los nodos receptores de ese flujo, como lo muestra la imagen, todo lo que sale de un nodo (4) entra a uno o más nodos.

Trayectoria: Una trayectoria es una sucesión de arcos distintos que unen dos nodos (nodo fuente y sumidero), pasando por otros nodos, independiente de la dirección de flujo de cada arco. Una ruta es una secuencia de arcos donde el nodo final de un arco es el nodo inicial del siguiente. En la figura 1.1 la secuencia de arcos 1-9-6-5, 3-7-6 y 4-5 son rutas. Una ruta se denomina ciclo, si conecta a un nodo consigo mismo pasando por otros nodos. En la figura 2.1 la ruta definida por los nodos 4, 5 y n representan un ciclo.

Si todos los pares de nodos están directamente conectados por un arco, la red se denomina completa. Así mismo una red en la cual existen rutas entre cualesquiera par de nodos es llamada conectada. La red de la figura 1.1 es no conectada ya que no hay ruta al nodo b .

Los problemas de redes dentro de optimización combinatoria se pueden dividir en dos clases:

Los primeros de ellos son los que pueden ser resueltos en tiempo polinomial. Esto significa que si la red tiene n nodos el tiempo computacional para resolver el problema, esta en el peor de los casos creciendo en el orden n a la k ($O(n^k)$) donde k es un número entero dependiendo del problema. Caen dentro de los problemas de clase P.

La segunda clase de problemas, los llamados NP, son aquellos que hoy en día solo pueden ser resueltos en tiempo exponencial, del $O(k^n)$ donde n es el número de nodos de la red y k es un número entero.

Se han presentado los elementos teóricos desde una perspectiva inductiva de tal forma que ahora contamos con los elementos para la primera fase de solución al problema del presente trabajo.



CAPÍTULO II. DEFINICIÓN DE LA PROBLEMÁTICA Y MODELOS EMPLEADOS.

En este capítulo se define la problemática, identificando los elementos que intervienen, después se sugiere una solución al problema, mediante tres modelos.

II.1. DEFINICIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

Mediante un programa coordinado por los tres niveles de gobierno (Federal, Estatal y Municipal) se han otorgado recursos para prestar servicios de Agua Potable, y Saneamiento en sus rubros de Alcantarillado y Sanitarios, a diferentes localidades dentro de la República Mexicana. Es un programa tan amplio en cobertura y recursos económicos y físicos, que de alguna manera se debe garantizar que esas inversiones están dando los resultados esperados a corto y mediano plazo.

Partimos del hecho de que existen tales beneficios ya sea por su puesta en operación o por el sólo hecho de haber iniciado su construcción o instalación hace 8 o menos años (hasta 2005 inclusive). Esto es, el proyecto se encuentra en su fase de control, por lo cual lo que interesa es evaluar los resultados alcanzados por el programa en el año fiscal 2005 y años anteriores.

La evaluación comprende diferentes partes desde su propia planeación, así como su ejecución, procesamiento de datos, elaboración de fundamentos teóricos y ofrecer los resultados. En este trabajo solo se presentan las consideraciones de la fase de planeación en forma mínima y pequeña parte del proceso, que permite a las brigadas recolectar datos, que integrarán el proyecto total. El intentar desarrollar el proyecto completo sería muy ambicioso y apropiarse del meritorio trabajo de sus creadores¹.

La evaluación debe sujetarse a restricciones en los recursos, ya que se dispone de un presupuesto y número de brigadistas limitado, por ende recorrer todas y cada una de las localidades beneficiadas, sin la adecuada organización, derivaría en un derroche de recursos muy elevado, incluyendo el tiempo, de forma innecesaria, de ahí que solo será posible realizar un muestreo de las localidades beneficiadas con este programa. Como parte del proceso que evaluará este proyecto, de las localidades a muestrear, se debe seleccionar una forma de enviar brigadas que verifiquen el estado de los servicios otorgados en las comunidades y cubrirlas todas en un periodo de tiempo ajustado.

II.2. OBJETIVOS

Seleccionar:

- La agrupación de localidades a muestrear por cada una de las brigadas.
- El número de brigadas a emplear para cubrir todas las localidades.
- Ruta más adecuada para cada una de esas brigadas.

Y al hacer esto, lograr que sea al menor costo y en el menor tiempo posible.

Este conjunto de condiciones nos definen un problema, que por sus características, se propone resolver mediante modelos, propios de Investigación de Operaciones.

¹ Departamento de Sistemas de la Facultad de Ingeniería UNAM (DSFIUNAM).



II.3. RESTRICCIONES

Cada una de las condiciones arriba mencionadas posee sus características particulares, de las cuales analizaremos por separado:

Agrupación de localidades a muestrear:

Este problema no parte de cero, existe una sólida justificación a cada paso dado en esta evaluación y su correspondiente aprobación por parte del cliente, lo cual no es materia de juicio en este trabajo; resulta sin embargo conveniente y oportuno mencionar el punto de partida en esta característica.

Para los fines del trabajo contamos con la base de datos de todas las localidades beneficiadas tanto en el ejercicio fiscal 2005 como aquellas que fueron beneficiadas en años anteriores (1998-2004), esto genera una lista sorprendentemente grande y de lo cual, mediante un proceso estadístico de muestreo se ha obtenido el número de localidades representativas de ese universo para cada servicio (Agua potable, Alcantarillado o Sanitarios) y cada año contemplado en el proyecto.

Esta metodología estadística no nos ha liberado del problema, solo lo ha hecho tratable, con menos localidades, así la intención no es obtener el número de localidades a muestrear, mas bien es: de ese subconjunto de localidades resultantes formar grupos de ellas y que éstas se encuentren lo más cercanas y accesibles entre sí. ¿Qué significa esto? Por los costos y tiempos asociados a esta evaluación, en su parte de trabajo en campo, no es conveniente que una brigada visite localidades de Sinaloa y localidades de Yucatán, lo que se pretende al agruparlas es evitar justamente eso, de tal forma que las localidades se encuentren lo más cercanas posibles; por ejemplo y como se espera resulte, aquellas localidades de los Estados del Norte serán visitadas por una brigada sin que esta deba visitar también localidades de los Estados del Sur.

Otra razón por la cual se espera una agrupación es por la existencia de localidades beneficiadas en años anteriores al 2005 y cuya cercanía a otra localidad (beneficiada en el 2005) sea de 10 Km o menos, denominadas de soporte, esto implica que la brigada que muestre la localidad A, deberá muestrear también la localidad A' que se lee como la localidad de soporte de A, en caso de existir, ya que no todas las localidades cuentan con su correspondiente soporte. Cubrir localidades de soporte (beneficiadas en años anteriores al 2005 y cuya cercanía a una localidad beneficiada en el 2005, sea menor o igual a 10 kilómetros), por la misma brigada que pase por la localidad 2005; lograr que sea al menor costo; y en un periodo de tiempo de 15 días.

Para esta característica de agrupación se cuenta con los datos de las distancias, se aplica a cada localidad, con respecto al punto origen, Ciudad de México, y con respecto a cada una de las localidades, que deben ser visitadas.

Condición n brigadas:

El problema no solo consiste en definir rutas para las n brigadas que muestrearán las diferentes localidades determinadas, a lo largo de la República Mexicana, también debemos considerar que es mucho más rápido realizar el muestreo de las localidades enviando tantas brigadas como localidades, al grado de obtener toda la información en un solo día, sin embargo, las condiciones de



CAPÍTULO II. DEFINICION DE LA PROBLEMÁTICA Y MODELOS EMPLEADOS.

disponibilidad económica y de recursos humanos, no permiten esta opción; por ello necesitamos un número de brigadas que nos permita cubrir todas las localidades en poco tiempo y de aquí su estrecha relación con la primera condición (Grupo de localidades a muestrear), que evite grandes desplazamientos de los brigadistas.

Ruta más adecuada:

Una vez que se cuenta con la agrupación de localidades y con el número de brigadas a emplear, el problema consiste en realizar un recorrido a través de todas las comunidades, que nos permita, recorrerlas lo más rápido posible y de la manera tal que la inversión en este proceso sea mínima.

Las dos primeras partes del problema se pueden resolver simultáneamente, mediante la solución a los problemas de Localización de Planta y Flujo a Costo Mínimo, la tercera parte se enfoca a resolver el problema del agente viajero (TSP), mediante el registro de las poblaciones que han sido agrupadas.

II.4. CONSIDERACIONES

El caso se ajusta muy bien para resolverse por medio del Problema del Agente Viajero, solo que es necesario realizar un par de pasos previos, uno de ellos es el manejo estadístico de las localidades para definir aquellas que entran en este proyecto, lo cual ya se encuentra ejecutado y es nuestro primer insumo.

Una vez seleccionadas las localidades, también es necesario manejar estadísticamente el número de estas, ya seleccionadas del universo; para iniciar la agrupación, requerimos primeramente definir patrones con los cuales un par de localidades, las consideraremos dentro de un radio de distancia aceptable para que sean visitadas por una misma brigada. De una forma muy sencilla estratificamos de tres formas aquellas localidades con algo que se define (en este trabajo) como radio de cercanía, para determinar cuando una localidad pertenece al estrato de Cerca, al de Lejos o al de Muy Lejos.

Una vez hecho lo anterior, se presenta un análisis más que implica evaluar la seguridad de las carreteras a cada una de las localidades, mediante el registro estadístico de accidentes ocurridos en las mismas². En esto se procura evitar que los brigadistas realicen recorridos por rutas en donde el número de accidentes sea muy elevado.

II.5. ANÁLISIS DE SEGURIDAD

Para realizar un breve análisis de seguridad de carreteras y evitar riesgos para las brigadas, se realiza el siguiente procedimiento.

Con base a la **Guía Rojí** se registran las carreteras³ que unen un Estado con sus vecinos, por ejemplo hay carreteras de San Luis Potosí, Hidalgo, Puebla, Oaxaca y Chiapas a Veracruz, además

² [13] Anuario Estadístico de Accidentes en Carreteras Federales 2002

³ No se hace diferencia entre carreteras federales y estatales.



CAPÍTULO II. DEFINICION DE LA PROBLEMÁTICA Y MODELOS EMPLEADOS.

de ello una entidad con otra pueden tener más de una carretera de unión, para fines prácticos solo se registran a lo más 3 carreteras.

Cada una de estas carreteras se ubica en el **Anuario Estadístico de Accidentes en Carreteras Federales (2002)**, del cual se obtienen el número de accidentes ocurridos en esa carretera, el índice de accidentabilidad y la jerarquía que ocupan (de 1 a 150).

La Tabla 2.1 presenta únicamente aquellas carreteras cuyo número de accidentes supera el 10%⁴ del máximo número de accidentes registrado (790 vehículos accidentados).

No.	Clasificación	EDONOM	EDO. VECINO	Carretera	Acciden	Indice d	Jerarqu	Carretera	Acciden	Indice d	Jerarqu	Carretera	Acciden	Indice d	Jerarqu
1	MAR	DF	MÉXICO	MEX-150	790	1.33	49	MEX-132	S/R	S/R		MEX-57	S/R	S/R	
11	MAR	OAXACA	VERACRUZ	MEX-150	790	1.33	48	MEX-130	490	0.837	112	MEX-180	S/R	S/R	
6	MAR	PUEBLA	VERACRUZ	MEX-150	790	1.33	48								
4	AR	TABASCO	VERACRUZ	MEX-180	514	1.026	72								
5	AR	HIDALGO	PUEBLA	MEX-130	490	0.837	112	MEX-119	121	1.627	36				
6	AR	SAN LUIS	VERACRUZ	MEX-70	405	1.627	36								
7	R	SINALOA	SONORA	MEX-15	321	0.915	90								
8	R	JALISCO	NAYARIT	MEX-200	291	0.754	137								
9	R	CHIAPAS	OAXACA	MEX-200	252	0.889	99	MEX-190	15	1.163	54				
10	U	OAXACA	PUEBLA	MEX-190	189	0.741	144	MEX-125	S/N	S/N		MEX-131	S/R	S/R	
11	U	HIDALGO	QUERÉTARO	MEX-45	187	1.119	61								
12	U	DURANGO	SINALOA	MEX-40	182	0.797	122								
13	U	SINALOA	CHIHUAHUA	MEX-115	182	0.797	122								
14	U	NUEVO LEON	COAHUILA	MEX-53	129	1.005	75	MEX-53	S/R	S/R		MEX-57	S/R	S/R	
15	U	YUCATAN	QUINTANA ROO	MEX-180	117	1.673	31								
16	U	TAMAULIPAS	SAN LUIS POTOSI	MEX-101	113	0.731	145	MEX-85	28	1.05	68	MEX-80	23	975	79
17	U	JALISCO	ZACATECAS	MEX-23	90	0.797	121	MEX-54	S/R	S/R					

Tabla 2.1 Carreteras más peligrosas de acuerdo al número de accidentes.

Nos interesa saber que tan riesgosa es una carretera, no compararlas por lo que tomamos el número de accidentes para evaluar los caminos.

De las carreteras de la Tabla 2.1 analizamos cada una de acuerdo a los siguientes criterios.

Criterios de seguridad para las brigadas en carretera

En esta parte se presentan los criterios de seguridad y el criterio de localidades mínimas, cabe aclarar que este último criterio es únicamente para esta parte, como criterio decisivo para algunas carreteras, ya que lo importante es la seguridad y no el costo.

Criterio de número de localidades mínimas para visitar:

La Tabla 2.2 muestra en su primera columna los costos de activación de la brigada, estos son los mayores costos, puesto que se considera el peor de los casos, es decir la distancia más lejana. En la segunda columna se muestra los costos de las brigadas en campo dentro de un radio de 450 Km. de igual manera para el peor de los casos localidades en este radio de cercanía. Se muestra un valor igual en cada celda ya que es con fines comparativos.

En la tercera columna se encuentra el número de localidades a muestrear, van desde 1 ya que hay Estados con solo una localidad a visitar y hasta 16 que es el máximo número de localidades a visitar en un Estado.

⁴ El criterio del 10% es utilizado como base en el proyecto, al que pertenece este trabajo.



CAPÍTULO II. DEFINICION DE LA PROBLEMÁTICA Y MODELOS EMPLEADOS.

En la cuarta columna se presenta el costo de las brigadas en campo por el número de localidades a visitar. Y en la Quinta columna la diferencia entre la primera y la cuarta columna. Cuando los valores se igualan se asigna ese número como criterio para un número mínimo de localidades a visitar por una brigada.

Costos de activación	Costo por localidad (dentro de 450 Km).	Número de localidades	Costo por el número de localidades	Diferencia de costos (1) - (4)
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
\$ 34,300.00	\$ 3,966.23	1	\$ 3,966.23	\$ 30,333.77
\$ 34,300.00	\$ 3,966.23	2	\$ 7,932.45	\$ 26,367.55
\$ 34,300.00	\$ 3,966.23	3	\$ 11,898.68	\$ 22,401.32
\$ 34,300.00	\$ 3,966.23	4	\$ 15,864.90	\$ 18,435.10
\$ 34,300.00	\$ 3,966.23	5	\$ 19,831.13	\$ 14,468.87
\$ 34,300.00	\$ 3,966.23	6	\$ 23,797.36	\$ 10,502.64
\$ 34,300.00	\$ 3,966.23	7	\$ 27,763.58	\$ 6,536.42
\$ 34,300.00	\$ 3,966.23	8	\$ 31,729.81	\$ 2,570.19
\$ 34,300.00	\$ 3,966.23	9	\$ 35,696.03	-\$ 1,396.03
\$ 34,300.00	\$ 3,966.23	10	\$ 39,662.26	-\$ 5,362.26
\$ 34,300.00	\$ 3,966.23	11	\$ 43,628.48	-\$ 9,328.48
\$ 34,300.00	\$ 3,966.23	12	\$ 47,594.71	-\$ 13,294.71
\$ 34,300.00	\$ 3,966.23	13	\$ 51,560.94	-\$ 17,260.94
\$ 34,300.00	\$ 3,966.23	14	\$ 55,527.16	-\$ 21,227.16
\$ 34,300.00	\$ 3,966.23	15	\$ 59,493.39	-\$ 25,193.39
\$ 34,300.00	\$ 3,966.23	16	\$ 63,459.61	-\$ 29,159.61

Tabal 2.2 Criterio de número de localidades mínimas para visitar.

Como lo muestra la Tabla 2.2 el cambio de valores positivos a negativos se da en 8 localidades, así que 8 poblaciones será el número máximo a muestrear para activar y aislar al Estado o grupo de localidades del resto.

Criterios de seguridad:

A continuación se presentan los criterios bajo los cuales no es conveniente que una brigada recorra una carretera en particular en la fase de brigadas en campo.

- Número de accidentes ocurridos en la carretera.
Lo cual se clasifica de la siguiente manera:

Porcentaje (%)	Número de accidentes (vehículos)	Decisión	Nomenclatura	Valor
100	790 ⁵	Muy alto riesgo	MAR	4
80	632	Alto riesgo	AR	3
50	395	De riesgo	R	2
25	198	Solo si no hay otra opción	U	1
10 o menor	79 o menor	Aceptable	A	0

Tabal 2.3 Clasificación de carreteras de acuerdo al número de accidentes.

⁵ Este número es el máximo número de accidentes que presenta una carretera [13]



CAPÍTULO II. DEFINICION DE LA PROBLEMÁTICA Y MODELOS EMPLEADOS.

El valor registrado es la referencia principal, descontaremos valores que favorecen el tránsito en esas carreteras.

Criterios de Estados vecinos:

- Existen vías alternas a la principal: Si se presenta el caso de un alto número de accidentes por una carretera que conecta una Entidad con otra pero a su vez tiene una o dos vías alternas cuya clasificación es A de acuerdo con la Tabla 2.3, entonces se descuenta un 2 o un 1 dependiendo si las entidades tiene dos o una carretera de bajo riesgo respectivamente.
- Estados alternativos a través de los cuales se pueda acceder a los Estados con carreteras MAR, AR o R y con cercanía menor a 450 Km.

Para explicar este punto suponga los Estados A y B pero entre ellos el número de accidentes en carretera es muy alto; existen Estados colindantes a A y B, suponga C y D con las siguientes características:

- C tiene una carretera (ACB) que puede unir a A y B.
- ACB es una carretera que para llegar de A a B se debe hacer un recorrido de 400 Km.
- D tiene una carretera (ADB) que puede unir a A y B.
- ADB es una carretera que para llegar de A a B se debe hacer un recorrido de >450 Km.

Además:

- ACB tiene un número de accidentes mayor a ADB pero menor que la carretera que une directamente a A y B.
- ADB tiene un número de accidentes menor a ACB y menor a la carretera que une directamente A y B.

De tal forma que podemos llegar de A a B a través de ACB o ADB, por las condiciones ACB sería la mejor opción si se cumple que:

- Es indispensable realizar el recorrido de A a B.
- Si A y/o B no pueden asociarse con rutas mutuamente excluyentes para realizar el muestreo de tal forma que la brigada que visita las localidades de A no tenga que visitar las localidades de B.
- Si A y/o B no pueden asociarse a otras rutas mutuamente excluyentes y el número de localidades a muestrear es muy bajo en ambas entidades (menor a 8 localidades).

Se elige 8 localidades debido a que los costos de activación de la brigada igualan los costos de brigadas en campo, de tal forma que resultaría igual si se visita por una brigada que si se invierte en activar otra, enviándola con mayor seguridad puesto que no tendría que hacer el paso de A a B.

Si ocurre que existen Estados alternativos con carretera a la Entidad deseada y esa carretera no está dentro de las clasificaciones MAR, AR, R ó U de la Tabla 2.3 se resta un 1, de lo contrario se asigna un cero.



CAPÍTULO II. DEFINICION DE LA PROBLEMÁTICA Y MODELOS EMPLEADOS.

- Localidades a visitar en el segundo Estado: Puede darse el caso que el pasar por un Estado que no tiene localidades a muestrear sea necesario, si ocurre esto es posible que no se tenga que usar esa vía y se descuenta un 1.
- Localidades a visitar: Si el número de localidades es menor a 8, entonces se resta un 1.
- Acompañamiento: Existen pláticas con representantes de los Estados de tal forma que designan personal que acompaña a las brigadas no solo a las localidades, también los encaminan a otros Estados, si se presenta tal caso, se resta un 1.

Los resultados de estos criterios se muestran en la Tabla 2.4.

EDONOM	Localidades a visitar	EDO. VECINO	Localidades a visitar	Por carretera	Existen vías alternas a la principal	Existen carreteras de estados vecinos.	Localidades a visitar en segundo Estado	Localidades a visitar	Existe acompañamiento	Decisión
DF	1	MÉXICO	2	4	-2	-1		-1	-1	-1
OAXACA	6	VERACRUZ	17	4	-1	0		0	-1	2
PUEBLA	6	VERACRUZ	7	4		0		-1	-1	2
TABASCO	6	VERACRUZ	7	3		0		-1	-1	1
HIDALGO	1	PUEBLA	5	3		-1		-1	-1	0
SAN LUIS	6	VERACRUZ	7	3		-1		-1	-1	0
SINALOA	0	SONORA	11	2		0	-1	0	0	1
JALISCO	0	NAYARIT	1	2		0	-1	-1	0	0
CHIAPAS	11	OAXACA	27	2	-1	0		0	-1	0
OAXACA	1	PUEBLA	12	1	-2	-1		0	0	-2
HIDALGO	0	QUERÉTARO	4	1		-1	-1	-1	0	-2
DURANGO	11	SINALOA	17	1		0		0	0	1
SINALOA	0	CHIHUAHUA	11	1		0	-1	0	0	0
NUEVO LEON	0	COAHUILA	6	1	-2	-1	-1	-1	0	-4
YUCATAN	0	QUINTANA ROO	8	1		0	-1	0	-1	-1
TAMAULIPAS	1	SAN LUIS POTOSÍ	4	1	-2	-1		-1	0	-3
JALISCO	7	ZACATECAS	8	1	-1	-1		0	0	-1

Tabal 2.4 Criterios aplicados a las carreteras entre Estados a visitar.

De la tabla anterior podemos identificar Estados problemas por el acceso a ellos o por la ruta de estos a otros estados. Veracruz y Sinaloa presentan en la Decisión un valor positivo (>0) lo cual significa que su riesgo pesa más que el resto de los criterios.

Considerando a cada uno de estos Estados por separado, se evalúa si es posible aislarlos o no.

Veracruz-Llave.- Este Estado presenta un fuerte problema de recorrido ya que las carreteras que unen a los estados de Puebla, Oaxaca y Tabasco con esta entidad presentan un riesgo por el cual no es deseable que pasen las brigadas, sin embargo por abarcar varios Estados resulta muy difícil aislarlo, de hecho es una ruta altamente ventajosa para las numerosas localidades en Chiapas y Oaxaca; además de ello el número de localidades a visitar en el Estado de Veracruz son 6 (de acuerdo al registro de localidades a muestrear) por lo que económicamente tampoco es adecuado aislarlo.

Sinaloa.- Sinaloa es un caso muy especial puesto que las Entidades más cercanas y que contienen localidades a muestrear son Durango y Colima. La carretera Sinaloa-Durango es justamente una de las carreteras de mayor riesgo y solo se usaría en última instancia, cuando no hay otra forma de resolver el muestreo. Las localidades de Colima se encuentran a más de 450 Km. por lo que no es conveniente enviar una brigada de estas localidades a Sinaloa, además de ello, es necesario atravesar Jalisco y Nayarit y la carretera Jalisco-Nayarit también es de riesgo.

Podría pensarse en rodear desde Durango pasando por Sonora; sin embargo además de que Sonora no tiene localidades a muestrear y la carretera Sonora-Sinaloa también es de riesgo.



CAPÍTULO II. DEFINICION DE LA PROBLEMÁTICA Y MODELOS EMPLEADOS.

Aunado a lo anterior en el Estado de Sinaloa se necesitan muestrear 11 localidades número superior a 8 por lo cual se reúnen las condiciones para aislar este Estado y trabajarlo por separado.

Resultado del análisis previo a carreteras.

Del análisis propuesto de las carreteras se toma la decisión de muestrear al Estado de Sinaloa en forma independiente⁶. Lo cual implica resolver dos casos, para este Estado en particular y para el resto de las Entidades Federativas.

Lo siguiente es propiamente la solución al problema planteado, determinar localidades base, el número de brigadas a emplear, asignación de rutas y para ello se resuelve el Problema del Agente Viajero para el caso de Sinaloa y para el resto de las entidades no solo resolver este Problema sino también y previamente, el Problema de Localización de Planta y Flujo a Costo Mínimo, cuya utilidad radica en:

- Determinar el número óptimo de brigadas necesarias.
- Establecer un nodo o localidad inicial para el recorrido de cada brigada.
- Selección de localidades a muestrear a partir del nodo inicial.

De esta manera podremos resolver el Problema del Agente Viajero asignando la ruta a cada una de las brigadas de tal forma que sus recorridos sean los de menor costo.

II.6. INSTRUMENTOS DE SOLUCIÓN PROPUESTOS

La configuración geográfica de la República Mexicana es poco uniforme y con dificultades de acceso, debido a la escasa infraestructura disponible o las condiciones de ésta; además la dispersión de las localidades en las cuales se realizará el muestreo, es tan amplia, que es difícil poder definir un punto origen para todos y partir de ahí en forma radial. La situación se complica aún más debido al hecho de existir localidades de soporte, las cuales deben ser visitadas por la misma brigada que visita la localidad del ejercicio fiscal 2005.

El resolver el problema del agente viajero ofrece una solución inmediata, cubriendo la necesidad de que la brigada visite la localidad y la localidad de soporte correspondiente, puesto que es de esperarse que al resolver este problema se enlacen aquellas localidades mas próximas entre sí; el recorrido encontrado de esta manera es una solución global y puede unir a cada uno de los nodos o localidades en una sola ruta, lo cual para el caso Sinaloa es muy útil, sin embargo para el resto de los estados, presenta la dificultad de no cumplir con el tiempo establecido, sobrepasándolo.

Ante lo anterior se hace necesario aplicar un procedimiento previo a la solución del problema del agente viajero y de tal manera que nos ayude a resolver el problema. En teoría de redes, es donde encontramos el apoyo más adecuado y dentro de todas las alternativas se ha elegido el problema de localización de planta con apoyo del problema de flujo a costo mínimo.

El problema de localización de planta posee características muy a propósito de nuestro problema:

- Debemos iniciar nuestro recorrido en algún nodo, pero desconocemos cual de todos ellos es el nodo inicial.

⁶ Ver la sección Caso Sinaloa.



CAPÍTULO II. DEFINICION DE LA PROBLEMÁTICA Y MODELOS EMPLEADOS.

- Tenemos los costos asociados de transporte de una localidad a otra, así que podemos elegir cual de todas ellas tiene el menor costo.
- El nodo inicial debe tener otros nodos a su alcance los cuales necesitan satisfacer una demanda.
- Se tiene un número limitado de recursos que distribuir a los diferentes nodos.

El problema de flujo a costo mínimo, tiene otras características de apoyo al problema:

- Requerimos satisfacer una demanda a costo mínimo
- Se deben cubrir todos y cada uno de los nodos.

Procedimiento

Selección de localidades:

- El primer paso es realizar la selección de las localidades a muestrear, de un universo total de localidades posibles para 2005 y en forma separada para años anteriores, denominadas de soporte.
- Ubicación de las localidades, mediante coordenadas geográficas (latitud y longitud), se registra el estado y municipio correspondiente; la selección de la localidad se realizó previamente mediante un registro estadístico de cerca de 9800 poblaciones.
- Una vez realizado esto se presenta la necesidad del análisis de datos hasta ahora obtenidos:
 - o Las localidades están dispersas a lo largo y ancho de la República Mexicana.
 - o Existen localidades de difícil acceso como las de Sinaloa, que debido a la franja montañosa de la Sierra Madre Occidental, que hace el acceso a este Estado de los más peligrosos por tierra, resulta más conveniente que no entren al proceso general y tratar las localidades correspondientes a ese estado de manera separada al resto.
 - o También se presenta el problema de conglomerados o agrupaciones de localidades, lo cual sería conveniente que las visitara una sola brigada, sin embargo, partiendo del supuesto de que se muestrea una localidad por día y que se tiene un tiempo límite para realizar todo el muestreo, no es conveniente este proceso, ya que esos conglomerados sobrepasan la disponibilidad de tiempo de cada brigada, por lo que será necesario abrir el campo de acción de dos o más brigadas que cubran ese grupo de localidades, como se muestra en las Figuras 2.1.a y 2.1.b.

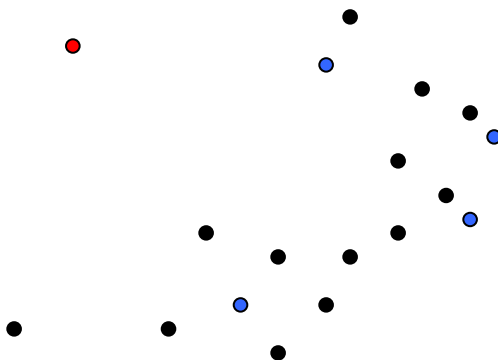


Figura 2.1.a. Conglomerado o agrupación de localidades



CAPÍTULO II. DEFINICION DE LA PROBLEMÁTICA Y MODELOS EMPLEADOS.

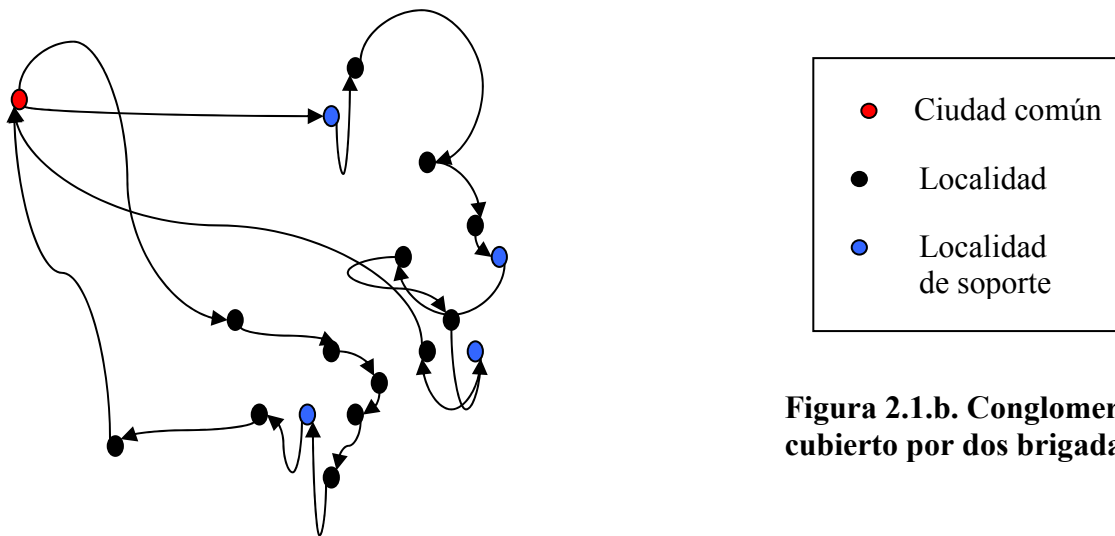


Figura 2.1.b. Conglomerado cubierto por dos brigadas.

Figura 2.1. Localidades agrupadas, visitadas por dos brigadas para cubrir el muestreo.

- Se obtiene una matriz de distancias mediante las coordenadas de longitud-latitud, de las n localidades, obteniéndose una matriz de $(n) \times (n)$. Cabe aclarar que la distancia del nodo i al nodo i se considera nula, lo cual es un factor importante para cálculos posteriores.
- Establecer una diferencia respecto a la distancia, entre aquellas localidades cercanas, localidades lejanas y muy lejanas, respecto al Distrito Federal (DF), ya que para el segundo (Lejos) y tercer distanciamiento (Muy Lejos), será necesario transportar a las brigadas en avión del punto común a todas ellas (DF), a una localidad de inicio. Se denomina como radio de cercanía a esta distancia.
- Se registra el costo por recorrer la distancia, por dos rutas: La primera de ellas es por vía terrestre, con automóviles; se estima un consumo de gasolina por viajar de una localidad i a una localidad j , se considera el rendimiento de vehículos de 2.0 Lts. que es cercano a 15.2 Km/Lts. Se obtiene el costo de la gasolina por litro y se divide por el rendimiento para obtener el costo de gasolina por Km recorrido, Ver integración de costos en su parte de costo de brigadas en campo.
La segunda y tercera alternativa es por vía aérea cuando las distancias de una localidad a otra superan una distancia calculada, que ocasiona un fuerte impacto en los costos, motivo por el cual resulta más conveniente transportarse en avión que en automóvil.

Estimación de los costos:

- Las brigadas realizarán costos de hospedaje, alimentación, equipo adicional y tendrán asignado un sueldo, estos montos constituyen la primera inversión a considerar en las rutas, que son los costos por hacer uso de estas brigadas. En este punto es conveniente hacer una aclaración, puesto que desconocemos el costo de hospedaje y alimentación en cada una de



CAPÍTULO II. DEFINICION DE LA PROBLEMÁTICA Y MODELOS EMPLEADOS.

las localidades, consideraremos un promedio de prácticas previas; así los costos se consideran iguales para todas las brigadas, puesto que perciben también el mismo sueldo y la inversión en equipo adicional debe ser lo mínimo.

- Otros costos son los asociados a las distancias, como se definió antes, para aquellas localidades que se encuentren fuera del radio de cercanía será necesario transportarlas por avión, lo cual puede nivelar los costos.
- Los costos de distancia y de brigadas se suman para dar una primera estimación de la inversión necesaria para cubrir todas las localidades.
- Debemos considerar una inversión mayor si la brigada debe cambiar de estado y si el estado se encuentra a mas del radio de cercanía. De la localidad i en la que se encuentra la brigada k . Este costo estimado es de 1,000 pesos para localidades en estados diferentes y a un radio menor al radio de cercanía y de 2,000 pesos para distancias mayores, es decir aplicaremos una penalización por el desplazamiento que implican los cambios de estado considerando sus distancias.
- El proceso se realiza con restricciones de tiempo debido al compromiso adquirido en el problema real, estimando un tiempo para las brigadas no mayor a 3 semanas; si suponemos que se realiza el proceso de encuestar con una frecuencia de localidad/día, el número de localidades a visitar por cada brigada deberá estar entre 10 y 17. Cifra que se estima dividiendo el número total de localidades a visitar (103), entre 6, 7, 8, 9 y 10 posibles brigadas.

Número de brigadas	Localidades asignadas por brigada
6	17
7	15
8	13
9	11
10	10
11	9
12	9
13	8
14	7

Tabla 2.5. Número de localidades muestreadas de acuerdo al número de brigadas disponibles.

Como se puede ver en la Tabla 2.5, si el número de brigadas es menor o igual a 6, el tiempo excede los quince días para realizar el muestreo (considerando que se muestra una localidad por día), para un número de brigadas mayor el tiempo se reduce, pero los costos de mandar a las brigadas varían de tal forma que es necesario encontrar el número adecuado de ellas a enviar, ya que el emplear más brigadas de las optimamente necesarias implica que los costos se incrementen.



CAPÍTULO II. DEFINICION DE LA PROBLEMÁTICA Y MODELOS EMPLEADOS.

El incremento en costos por usar más brigadas se pueden entender si consideramos un ejemplo muy sencillo: Sean tres localidades (A, B y C) y un origen (O). Supongamos que las localidades O, A, B y C se encuentran sobre una línea recta, de tal forma que la distancia entre ellas es como se muestra en la Tabla 2.6.

Origen/Destino	O	A	B	C
O	0	1	3	5
A	1	0	2	4
B	3	2	0	2
C	5	4	2	0

Tabla 2.6. Distancia entre puntos O, A, B y C en línea recta.

Estimemos que si una brigada se desplaza a cualquier punto implica un costo de 1 unidad monetaria (UM) y se tiene un costo de 1 UM por cada unidad de distancia (UD). Además consideremos que solo disponemos de 2 días para realizar el trabajo.

Se puede observar que si mandamos a una brigada a todos los puntos, su recorrido empezando por A, lo hace en 3 días (sin considerar el regreso) y recorre 9 UD lo que implica una inversión de 9 UM y un costo de 3 UM por desplazamiento.

Mientras que si enviamos a dos brigadas partiendo de A y B, la brigada en A muestrea únicamente esta localidad lo que ocasiona 1 UD con 1 UM y 1 UM por desplazamiento; la segunda brigada muestrea B y C con una distancia de 5 UD, un costo de 5UM y un costo de 2 UM por desplazamiento; en total invertimos 2 días, 3UM por desplazamiento y 6 UD con 6 UM.

Si ahora mandamos a tres brigadas a las localidades A, B, C, cada una muestrea solo una posición. Con lo que tendremos que la brigada uno visita A en un día con 1 UM y 1 UM por desplazamiento; B un día con 3 UM y 1UM por desplazamiento, C un día con 5 UM y 1 UM por desplazamiento, siendo un total de 1 día, 3UM por desplazamiento y una distancia total de 9 UD con 9 UM.

Si vemos los resultados en la Tabla 2.7:

Número de brigadas empleadas	Tiempo invertido (días)	Distancia total recorrida (UD)	Costo total por desplazamiento (UM)	Costo total por distancia (UM)	Costo total (UM)
1	3	9	3	9	12
2	2	6	3	6	9
3	1	9	3	9	12

Tabla 2.7. Tiempo, distancia y costos asociados al número de brigadas empleadas.

Podemos observar que el usar 1 brigada implica sobrepasar el tiempo disponible para realizar el trabajo, el hacer uso de 3 brigadas nos ayuda a realizar el muestreo en 1 día, menos tiempo del disponible, pero el costo de emplear estas tres brigadas es mayor que el emplear 2 de ellas, debido a que es más económico el enviar brigadistas a localidades cercanas entre sí que hacer grandes recorridos, desde el origen, por los costos de recorrido asociados a las distancias.



CAPÍTULO II. DEFINICION DE LA PROBLEMÁTICA Y MODELOS EMPLEADOS.

Se trata por ende de un comportamiento que puede modelarse con una función convexa.

- Se analizan las características del problema como son: un conjunto de m brigadas debe recorrer un número de n ciudades. Se dispone de poco tiempo para la realización de la tarea de muestreo, la distribución de las localidades es muy irregular, algunas localidades están muy cercanas unas de otras y un conjunto de ellas puede estar muy separado de otro conjunto, inclusive una localidad puede estar muy alejada de cualquier otra al grado de que fuese conveniente una brigada especial exclusiva para esta zona.

Propuesta:

Existen dos opciones para resolver el problema.

- La primera de ellas, consiste en resolver el problema del agente viajero en forma directa, esto nos da una solución cercana al óptimo, con la dificultad de no respetar el tiempo máximo disponible para cada brigada, es decir una brigada puede recorrer la mayor parte de las localidades, a costo mínimo pero con una inversión de tiempo superior a lo necesario.
- La segunda propuesta consiste en utilizar una técnica previa a resolver el agente viajero, esto consiste en resolver el problema de Localización de Plantas a fin de ubicar lo que denominaremos nodos concentradores o base, los cuales son localidades cercanas a otras, de tal forma que podemos mandar una brigada a ese punto y que sea el inicio y el fin del recorrido de nuestros viajeros. Junto con la solución a este problema se obtiene la solución para el Problema de Flujo a Costo Mínimo y encontrar las localidades asociadas a los nodos concentradores o base. Esta técnica previa nos arroja las localidades a visitar por cada brigada, el número de brigadas necesarias y considerando la restricción de tiempo. Una vez ubicado ese nodo concentrador, se procede a resolver el problema del Agente Viajero, para determinar la ruta óptima de cada brigada.

Supuestos:

- Las n brigadas parten del mismo nodo y deben por consiguiente volver a ese nodo inicial.
- El número de brigadas es: $6 \leq i \leq 10$
- Los cálculos se realizan sobre brigadas, no sobre individuos.
- Los miembros de las brigadas permanecen juntos durante todo el recorrido, por lo que la solución debe ser entera.
- Las distancias y transportes están calculadas a partir de las localidades objetivo, no se considera contar con un poblado base y de ahí partir a diferentes localidades o el trayecto de la brigada de un aeropuerto a su destino.
- El tiempo del cual dispone una brigada para muestrear todas las localidades es de 15 días hábiles máximo (16 en caso excepcional).
- La brigada muestrea a lo más, una localidad por día.
- Las distancias se consideran radiales, salvo se especifique lo contrario.



II.7. FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LOS INSTRUMENTOS DE ANÁLISIS

En esta sección se describen los modelos de Localización de Planta, Flujo a Costo Mínimo y el Agente Viajero.

II.7.1. Problema de Localización de Planta

Con frecuencia las empresas que desean iniciar operaciones, reubicarse o expandirse, se enfrentan al problema de donde posicionarse físicamente, de tal manera que los costos sean mínimos y las oportunidades de mayores beneficios tanto económicos como de seguridad sean mayores; considerando que se tienen varias alternativas cada una con características propias, comunes en algunos aspectos y opuestas en otros, pero que representan de una u otra forma una ventaja y de ahí el porque considerarlas, debemos elegir solamente una de ellas.

Existen varias formas de evaluar los posibles lugares, aquí se propone solucionarlo mediante un problema de Optimización Combinatoria.

Formulación del problema

Este problema cae dentro de los problemas de Optimización Combinatoria, del tipo NP-completos; Consiste en determinar la ubicación más adecuada para m brigadas que visitaran n localidades para realizar encuestas (finalidad del proyecto), considerando la capacidad (k_i) de visitas por cada una de las brigadas para el horizonte de planeación, así como los costos de equipar y activar a cada una de las brigadas y su correspondiente transporte.

Nuestras variables de decisión son:

x_{ij} .- Es la cantidad de brigadas transportadas desde el sitio i de donde parte la brigada, al sitio j de la demanda o localidad destino de la brigada.

d_j .- Es la demanda de brigadas del sitio j .

Se consideran los siguientes costos:

Costos de activación de las brigadas:

f_i .- Costo de activación de la brigada, en el sitio i , comprende su equipamiento, su transporte, hospedaje y alimentación de un día⁷.

Costos de brigadas en campo:

c_{ij} .- Son los costos unitarios de transportar a las brigadas, de la localidad en el sitio i al sitio j (siguiente localidad).

Supuestos:

- $m \ll n$
- El producto es enviado desde la localidad donde se fabrica hasta otro lugar de la región, donde se consume.

⁷ El modelo de Localización de Planta contiene esta variable, pero puesto que para el modelo empleado los costos son las distancias, este valor es cero y se utiliza hasta que se integran los costos.



CAPÍTULO II. DEFINICION DE LA PROBLEMÁTICA Y MODELOS EMPLEADOS.

La decisión de enviar o no, a una brigada al sitio i puede modelarse como una variable binaria (0,1):

$$y_i = \begin{cases} 1, & \text{Si la brigada es enviada al sitio } i \\ 0, & \text{Si no} \end{cases}$$

El objetivo de nuestro problema debe ser minimizar nuestra variable de desempeño, que consiste en la suma de costos de activación de las brigadas, más costos de transporte de las brigadas en campo, que manejaremos como Costo Total o simplemente Costo:

El modelo matemático para este tipo de problemas es:

Sujeta a:

$$\begin{aligned} \min \quad & \sum_i f_i y_i + \sum_i \sum_j c_{ij} x_{ij} & \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} & \text{Función objetivo con costos de activación de brigadas y costos de brigadas en campo} \\ \\ \sum_j^n x_{ij} - k_i y_i \leq 0 \quad \forall i & & \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} & \text{R1: Restricciones de capacidad de cada una de las brigadas.} \\ \\ \sum_j^n x_{ij} \geq d_j \quad \forall j & & \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} & \text{R2: Restricciones de demanda de cada una de las localidades.} \\ \\ x_{ij} \geq 0, \text{ enteras} \quad \forall i, j & & \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} & \text{R3: Restricciones de no negatividad y tipo de variables.} \\ y_i, y_{ij} = 0 \text{ ó } 1 \quad \forall i, j & & \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} & \end{aligned}$$



II.7.2. Problema de Flujo a Costo Mínimo

Este problema se encuentra en lo que son Problemas de Optimización de Redes, del cual, se tienen desarrollados algoritmos y software, de utilidad para resolver este tipo de modelos. Resulta muy útil en áreas de producción, planeación de proyectos, logística y administración de recursos.

Para este problema se tienen los siguientes componentes:

Arcos:

Los arcos son los elementos gráficos que muestran las rutas factibles; junto a estos se agrega un número entre corchetes, que simboliza la capacidad del arco (el número de unidades máximo que es posible enviar por esa ruta). Si la cantidad aparece entre paréntesis significa que la asignación ya ha sido realizada y muestra el número de unidades (menor o igual a la mostrada entre corchetes) enviadas por ese arco.

Nodos:

Los nodos son elementos gráficos que permiten visualizar los puntos de inicio y destino, así como los intermedios entre estos. En un diagrama podemos encontrar tres tipos de nodos:

- Sumideros: Que son los puntos de visita donde los brigadistas realizan encuestas. Se muestran junto a ellos cantidades entre corchetes (con signo negativo), que simbolizan la cantidad de unidades que requieren para cubrir una demanda en la localidad.
- Fuente: Son los nodos que proporcionan los recursos a consumir en los sumideros. Muestran una cantidad entre corchetes igual a cero, ya que todo el flujo que entra debe de salir.
- Intermedios: Aquellos que sirven de unión entre nodos fuente y sumideros, en este caso las localidades. Entre corchetes muestran una cantidad que simboliza la capacidad de la fuente.

Suposiciones de un problema de flujo a costo mínimo:

1. Existen más de dos nodos en el problema planteado.
2. Al menos uno de los nodos es un nodo fuente.
3. Al menos uno de los nodos es sumidero.
4. El resto de los nodos son nodos intermedios.
5. El arco permite el flujo en la dirección indicada por la punta del arco; si el flujo es en ambas direcciones, se representa con otro arco en sentido opuesto.
6. El costo asociado al arco es proporcional al número de unidades que por el circulan.
7. Existe un objetivo ya sea minimizar o maximizar el flujo que circula por los arcos.

Sea $G=(N,A)$ una red dirigida definida por un conjunto N de n nodos (localidades) y un conjunto A de $n \times (n+1)$ arcos dirigidos, cada arco $(i,j) \in A$ tiene un costo asociado c_{ij} , que denota el costo por unidad de flujo en el arco. Se asume que el costo varía linealmente de acuerdo con la cantidad de flujo. Así mismo cada arco tiene una cierta capacidad u_{ij} y un límite inferior en su capacidad l_{ij} , la cual puede ser cero. A cada nodo $i \in N$ se asocia un número entero b_i que representa su demanda o su capacidad de suministro. Si $b(i) > 0$ el nodo es un nodo fuente; si $b(i) < 0$ el nodo es un nodo sumidero; si $b(i) = 0$ es un nodo intermedio.



CAPÍTULO II. DEFINICION DE LA PROBLEMÁTICA Y MODELOS EMPLEADOS.

Las variables de decisión en el Problema de Flujo a Costo Mínimo es el flujo en los arcos y este flujo en los arcos se denota por x_{ij} que representa el flujo del nodo i al nodo j .

El Problema de Flujo a Costo Mínimo tiene el siguiente modelo matemático:

$$\begin{array}{ll}
 \min & \sum_i \sum_j c_{ij} x_{ij} \\
 \text{Sujeta a:} & \\
 & \sum_j^n x_{ij} - \sum_j^n x_{ji} = b(i) \quad \forall i \in N \\
 & l_{ij} \leq x_{ij} \leq u_{ij} \quad \forall (i, j) \in A \\
 & x_{ij} \geq 0, \text{ enteras} \quad \forall i, j \\
 & y_i, y_{ij} = 0 \text{ ó } 1 \quad \forall i, j
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \\ \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Función objetivo con costos} \\ \text{de brigadas en campo} \\ \\ \text{R1: Restricciones de flujo en cada arco a} \\ \text{través de nodos intermedios..} \\ \\ \text{R2: Restricciones de} \\ \text{capacidad en cada arco.} \\ \\ \text{R3: Restricciones de no} \\ \text{negatividad y tipo de} \\ \text{variables.} \end{array}
 \end{array}$$

Donde:

$$\sum_{i=1}^n b(i) = 0, \text{ que representa el flujo a través de los nodos intermedios, todo lo que entra sale.}$$

La estructura general de este problema es la siguiente:

$$\begin{array}{l}
 \text{Min } cx \\
 \text{Sujeta a:} \\
 Nx = b \\
 l \leq x \leq u
 \end{array}$$

donde N es una matriz de orden $n \times n$, llamada matriz de adyacencia (nodo-nodo) del Problema de Flujo a Costo Mínimo. Cada columna en la matriz corresponde a la variable x_{ij} .

Cabe resaltar que la solución encontrada mediante estos modelos es de tipo entero, puesto que los integrantes de la brigada permanecen juntos durante todo su recorrido.



II.7.3. Problema del Agente Viajero

Frecuentemente las compañías se enfrentan al problema de trasladarse de una localidad a otra, podemos identificar siete razones por las cuales la gente se transporta o transporta sus bienes:

Diferencias Geográficas: Es deseable transportar personas o cosas por la diferencia geográfica de la tierra y por lo que no todo puede ser logrado o producido en el mismo lugar.

Especialización: Algunas organizaciones se especializan en procesos para productos o servicios por lo que los materiales son trasladados a esas organizaciones para ser procesados.

Otras economías de escala: La especialización es una de las ventajas hecha posible por una producción a gran escala. Una gran producción es a su vez asociado a un gran mercado. Por lo que se requiere usar el transporte para obtener las materias primas, labor y para mover los productos terminados. Es probable que uno de los grandes impedimentos del logro de economías de producción masiva en la industria es generalmente, además de las restricciones por tratados, el costo del transporte; esto es la causa que muchas industrias mantengan varias pequeñas fábricas empleando altos costos en sus métodos de producción.

Objetivos políticos y militares: El establecimiento y mantenimiento de controles políticos sobre amplios territorios requiere de rudimentarias instalaciones de transporte entre el centro político y los principales centros de la población. O bien algunos medios de transporte como las carreteras se construyen en condiciones que faciliten el movimiento de armas. Actualmente en países industrializados se consideran más los factores económicos que los políticos.

Relaciones sociales: Un sistema eficiente de transporte amplía las posibilidades de ampliar el rango de relaciones sociales.

Oportunidades culturales: La diversidad de la cultura moderna tiende a provocar eventos únicos, presentados en determinados lugares, por ejemplo, musicales, Juegos Olímpicos, etc.

Localización de poblaciones: La posibilidad de una casa económica, mayor espacio, preferencias de ambiente o situaciones sociales tienden a ocasionar que la gente deba trasladarse regularmente a centros de trabajo.

Así mismo la duración de su estancia en los lugares de origen y destino, pueden variar, puede ser:

Forma permanente: Cuando se han identificado condiciones de trabajo, salud, posición más adecuadas a las que ofrece el sitio de origen.

Forma parcial: Cuando el periodo de tiempo es mayor a un día, pero se sabe se debe regresar al lugar de origen en una fecha determinada.

Forma temporal: Cuando la localidad destino, es visitada para un proceso de corta duración como el proveer víveres a una población, o la asistencia a una junta.

La mayoría de nosotros realizamos la temporal diariamente, trasladándonos de nuestros hogares a los centros de trabajo y viceversa.



CAPÍTULO II. DEFINICION DE LA PROBLEMÁTICA Y MODELOS EMPLEADOS.

Otro factor involucrado en el transporte es la distancia, la cual puede considerarse:

Cercana: Cuando la localidad destino se encuentra a pocos kilómetros del origen.

Lejana: Cuando la localidad supera un radio estimado de distancia.

Además de estos tres elementos: razón, tiempo y distancia, debemos jugar cuando tratamos la necesidad de transportarnos, con el costo, pocas compañías invertirán grandes sumas de dinero si la razón, el tiempo y la distancia no lo ameritan.

De estos cuatro elementos, el costo y el tiempo son las variables con las que podemos jugar en este tipo de problemas, ya que la distancia es un parámetro en función de la localidad origen y la localidad destino, la razón es la justificación de la ubicación geográfica de la localidad en un mapa.

Formulación del problema

Cuando deseamos realizar una trayectoria donde debemos recorrer una serie de puntos, pasando por todos ellos y debiendo regresar al punto de partida, nos enfrentamos a uno de los problemas de optimización combinatoria más analizados desde hace cuarenta años. Cabe aclarar que aunque este problema puede aplicarse a otros sectores, tales como producción, nos enfocaremos más a la utilidad que tiene para la selección de la ruta que deben seguir los agentes viajeros, en un mapa geográfico.

Debemos planear un itinerario que nos permita visitar cada una de las n localidades consideradas exactamente una vez y regresar al punto 1 (punto de partida), de tal forma que el costo asociado a este proceso sea mínimo.

Para un agente que se desplaza de la localidad i (origen) a la localidad j (destino) el costo esta dado para todo $i \neq j$ desde 1 hasta n con la matriz de costos $c = (c_{ij})$, que es una matriz de orden $n \times n$.

Así el problema consiste en determinar el orden óptimo para recorrer las localidades en un circuito hamiltoniano⁸ de tal forma que el costo total sea mínimo.

El hecho de que el viajero se traslade de una ciudad i a una j la podemos modelar con una variable binaria:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{Si el agente viajero se traslada de la localidad } i \text{ a la localidad } j \\ 0, & \text{Si no} \end{cases}$$

⁸ Se visitan todas y cada una de las localidades exactamente una vez.



CAPÍTULO II. DEFINICION DE LA PROBLEMÁTICA Y MODELOS EMPLEADOS.

Puesto que hay n localidades podemos formar una matriz $x = (x_{ij})$ de orden $n \times n$, de tal forma que al adquirir valores estas variables, se obtiene una asignación óptima y por ende una trayectoria propuesta que soluciona el problema del agente viajero..

El modelo matemático al problema del agente viajero queda de la siguiente forma:

Sujeta a:

$$\text{Minimizar } z = \sum \sum c_{ij} x_{ij}$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad \forall i = 1, \dots, n$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \quad \forall j = 1, \dots, n$$

$$x_{ij} = \text{binaria}$$

- } Función objetivo, minimizar los costos de brigadas en campo.
- } R1: La localidad es visitada por únicamente una brigada.
- } R2: La localidad es visitada una sola vez.

El problema del agente viajero tiene la desventaja de ser de complejidad computacional alta, ya que a la primera localidad se puede ir de n formas, a la segunda de $(n-1)$ a la siguiente de $(n-2)$ lo que representa que en total se tiene $(n-1)!$ de posibles trayectorias. Lo que significa que es un problema de tiempo exponencial y más específicamente, factorial, cumple con ser del tipo $f(n) = n!$. Esto nos obliga a buscar la herramienta adecuada, que se discute en el siguiente capítulo.



CAPÍTULO II. DEFINICION DE LA PROBLEMÁTICA Y MODELOS EMPLEADOS.

II.8. INTEGRACIÓN DE COSTOS

A continuación se presentan las consideraciones realizadas para la obtención de los costos asociados al movimiento de las brigadas, recordando que cada brigada está compuesta por dos encuestadores.

Costos de brigadas en campo:

Los costos de las brigadas que se contemplan en este campo se derivan de la visita de la brigada a la localidad, por lo que incurren en hospedaje, en alimentación y en costos de transporte de una localidad a otra, así quedan integrados por:

- Costos de hospedaje por localidad
- Costos de alimentación por localidad
- Costos de equipo adicional.
- Costos de traslado (Ver establecimiento del radio de traslado)
 - o Localidades dentro del mismo Estado.
 - o Localidades en un Estado diferente pero a menos de 450 Km.
 - o Localidades en un Estado diferente a más de 450 Km., pero a menos de 900 Km.

Estos costos son aproximados⁹ y se muestran en la Tabla 2.8 :

Concepto	Por encuestador	Por brigada	Unidades	Posición	Radio de cercanía
Cambio de estado:	1,000.00	2,000.00	Pesos	Cerca	<=450 Km
Cambio de estado:	2,500.00	5,000.00	Pesos	Lejos	450<=900 Km
Cambio de estado:	5,000.00	10,000.00	Pesos	Muy lejos	>900Km
Hospedaje	800.00	1,600.00	Pesos		
Alimentación	500.00	1,000.00	Pesos		
Equipo adicional:	500.00	1,000.00	Pesos		

Tabla 2.8. Costos asociados para las brigadas en campo.

Los costos asociados por moverse de una localidad a otra están dados para viajes menores a 450 Km. con un transporte vía terrestre, para lo cual se analizó las características de vehículos adecuados al terreno, de bajo consumo de combustible, económicos y posibles de contar con ellos, ver Tabla 2.9.

Modelo		Tornado Pick Up	Colorado Doble Cabina 4X4	Promedio
Versiones Rendimiento en Laboratorio [km/l] *	Año	2004	2005	
	Transmisión	Manual	Automática	
	Potencia	Hp	220	
		rpm	5400	
	Torque	lb*ft	225	
		rpm	2800	
	desplazamiento [cm^3]	1,796	3,500	
	cilindros	4	5	
	Ciudad	11.3	8.36	9.83
	Carretera	15.2	12.92	14.06
	Combinado**	13.29	10.41	11.85

Tabla 2.9. Características de vehículos considerados para el transporte de brigadas.

⁹ Por confidencialidad del proyecto se emplearon datos ficticios.



CAPÍTULO II. DEFINICION DE LA PROBLEMÁTICA Y MODELOS EMPLEADOS.

De lo anterior se determinan los costos del consumo de gasolina por Km.

Consumo de gasolina	9.83	Km/Lt	motor 1.8 Lts.
Precio gasolina	8	\$/Lts	
Precio gasolina	0.813835198	\$/Km	
Costo de transporte en avión	2500	\$/persona	

Tabla 2.10. Costos considerados para los vehículos.

Costos de activar brigadas:

Los costos de activar brigadas son aquellos derivados de hacer uso de una brigada, incurriendo en su sueldo, costos de primera estancia, esto es, la brigada necesita trasladarse desde el Distrito Federal a una localidad del Estado que cuente con Terminal para autobuses o aeropuertos y en ello incurren en hospedaje y alimentación, son costos asociados por activar esta brigada, puesto que no trabajan en la aplicación de encuestas, ver Tabla 2.11, así quedan integrados por:

- Sueldo del encuestador
- Costos de primera estancia
 - o Costos de transporte
 - Localidades en un Estado a menos de 450 Km.
 - Localidades en un Estado a más de 450 Km., pero a menos de 900 Km.
 - o Costos de hospedaje
 - o Costos de alimentación
 - o Costo del vehículo

	Por encuestador	Por brigada	Unidades		
Vehículo	350	700.00	pesos		
Cambio de estado:	1,000.00	2,000.00	pesos	Cerca	<=450 Km
Cambio de estado:	2,500.00	5,000.00	pesos	Lejos	450<=900 Km
Cambio de estado:	5,000.00	10,000.00	pesos	Muy lejos	>900Km
Hospedaje	800.00	1,600.00	pesos		
Alimentación	500.00	1,000.00	pesos		
Sueldo encuestador :	10,000.00	20,000.00	pesos		
Equipo adicional:	500.00	1,000.00	pesos		

Tabla 2.11. Costos asociados por la activación de cada brigada.

Costo por fin de semana:

Costo por fin de semana, el cual esta integrado por Hospedaje, Alimentos y Equipo Adicional, multiplicado por dos, puesto que el fin de semana se considera de dos días (Sábado y Domingo).

El número de fines de semana que la brigada permanece puede ser a lo más 3; la asignación del costo es de acuerdo a la cantidad "Costo por fin de semana" multiplicada por un factor que se muestra en la siguiente tabla:



CAPÍTULO II. DEFINICION DE LA PROBLEMÁTICA Y MODELOS EMPLEADOS.

Días que la brigada está en campo (d)	Factor de multiplicación
Si $1 < d < 10$	1
Si $10 \leq d < 15$	2
Si $d \geq 15$	3

Tabla 2.12 Factor de multiplicación por fines de semana que las brigadas permanecen en campo.

II.9. ESTABLECIMIENTO DEL RADIO DE CERCANÍA

Puesto que las brigadas tendrán que realizar diferentes recorridos y en función de ellos se encuentran los costos, es necesario categorizar las distancias.

Se analiza considerando diferentes radios, número de localidades dentro de ese entorno, el rendimiento de los vehículos, los costos en alimentos cada cuatro horas, los cuales se estiman en 500 pesos. Tabla 2.13.

Radio (Km)	Consumo de gasolina \$/Km	Tiempo hrs	Existe consumo de alimentos \$/4 hrs	Número de localidades dentro del radio	Número de localidades dentro del radio (Acumulado)	Total ida (\$)	Total ida y vuelta (\$)	Decisión \$	Acumulado de total ida y vuelta (\$)
	0.9569378	120	500					2500	
50	47.84689	0.41666667	0	1	1	47.84689	95.6937799	coche	95.6937799
100	95.6937799	0.83333333	0	4	5	382.77512	765.550239	coche	861.244019
150	143.54067	1.25	0	1	6	143.54067	287.08134	coche	1148.32536
200	191.38756	1.66666667	0	2	8	382.77512	765.550239	coche	1913.8756
250	239.23445	2.08333333	0	3	11	717.703349	1435.4067	coche	3349.2823
300	287.08134	2.5	0	9	20	2583.73206	5167.46411	avión	8516.74641
350	334.92823	2.91666667	0	11	31	3684.21053	7368.42105	avión	15885.1675
400	382.77512	3.33333333	0	2	33	765.550239	1531.10048	coche	17416.2679
450	430.62201	3.75	0	1	34	430.62201	861.244019	coche	18277.512
500	478.4689	4.16666667	500	3	37	2935.4067	5870.8134	avión	24148.3254
550	526.315789	4.58333333	500	0	37	1026.31579	2052.63158	coche	26200.9569
600	574.162679	5	500	7	44	7519.13876	15038.2775	avión	41239.2344
650	622.009569	5.41666667	500	3	47	3366.02871	6732.05742	avión	47971.2919
700	669.856459	5.83333333	500	6	53	7019.13876	14038.2775	avión	62009.5694
750	717.703349	6.25	500	5	58	6088.51675	12177.0335	avión	74186.6029
800	765.550239	6.66666667	500	8	66	10124.4019	20248.8038	avión	94435.4067
850	813.397129	7.08333333	500	2	68	2626.79426	5253.58852	avión	99688.9952
900	861.244019	7.5	1000	1	69	1861.24402	3722.48804	avión	103411.483
950	909.090909	7.91666667	1000	8	77	15272.7273	30545.4545	avión	133956.938
1000	956.937799	8.33333333	1000	4	81	7827.7512	15655.5024	avión	149612.44
1050	1004.78469	8.75	1000	2	83	4009.56938	8019.13876	avión	157631.579
1100	1052.63158	9.16666667	1000	4	87	8210.52632	16421.0526	avión	174052.632
1150	1100.47847	9.58333333	1000	1	88	2100.47847	4200.95694	avión	178253.589
1200	1148.32536	10	1000	0	88	2148.32536	4296.65072	avión	182550.239
1250	1196.17225	10.4166667	1000	2	90	4392.3445	8784.689	avión	191334.928

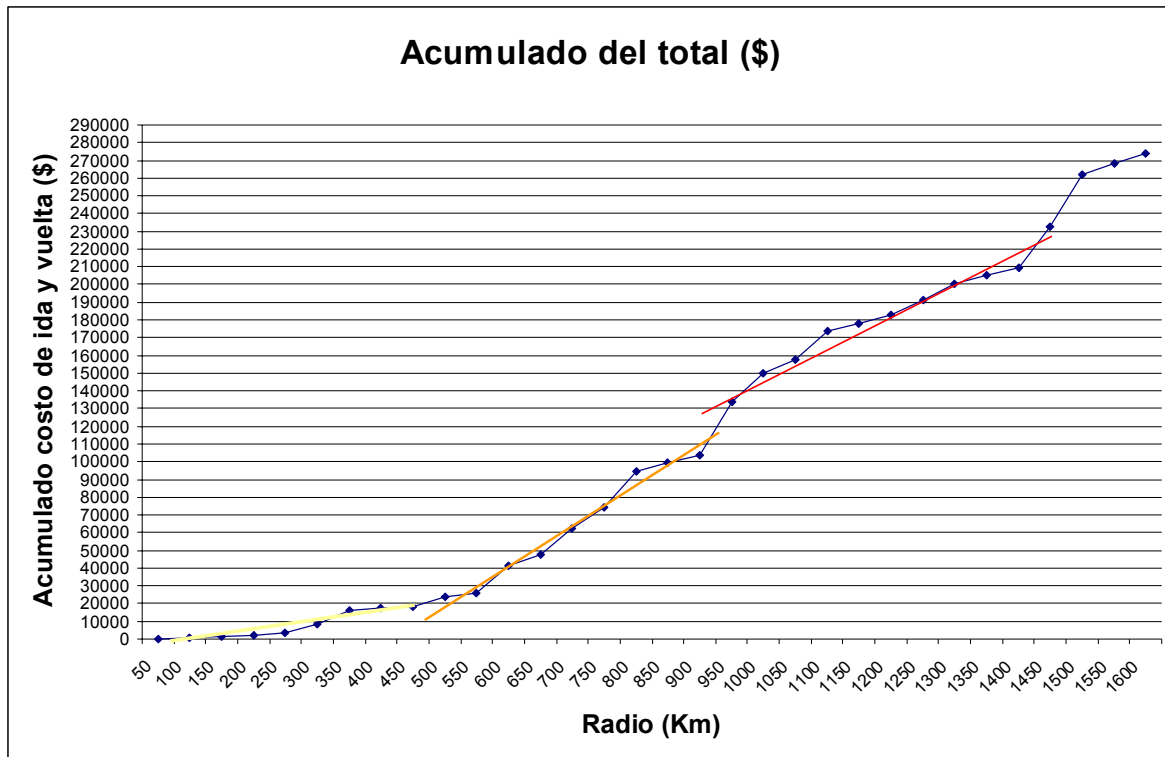


CAPÍTULO II. DEFINICION DE LA PROBLEMÁTICA Y MODELOS EMPLEADOS.

1300	1244.01914	10.8333333	1000	2	92	4488.03828	8976.07656	avión	200311.005
1350	1291.86603	11.25	1000	1	93	2291.86603	4583.73206	avión	204894.737
1400	1339.71292	11.6666667	1000	0	93	2339.71292	4679.42584	avión	209574.163
1450	1387.55981	12.0833333	1500	4	97	11550.2392	23100.4785	avión	232674.641
1500	1435.4067	12.5	1500	5	102	14677.0335	29354.067	avión	262028.708
1550	1483.25359	12.9166667	1500	1	103	2983.25359	5966.50718	avión	267995.215
1600	1531.10048	13.3333333	1500	0	103	3031.10048	6062.20096	avión	274057.416

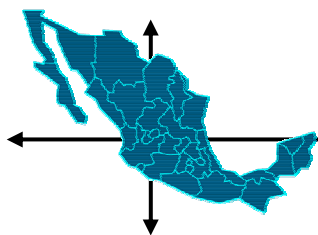
Tabla 2.13. Establecimiento de radios de cercanía.

En forma gráfica es más perceptible la decisión, ya que muestra mediante cambios de pendiente de líneas de tendencia y saltos en puntos de la gráfica como los costos son diferentes por categorías de distancia. Ver Gráfica 2.1.



Gráfica 2.1. Establecimiento del radio de cercanía.

Bajo estas consideraciones un radio aceptable para localidades Cercanas es de 450 Km. mientras que para Lejanas de 450 Km hasta 900 Km. y radios superiores a estos caen en Muy Lejanas.



RESTO DE LOS ESTADOS

CAP III. SOLUCIÓN E IMPLEMENTACIÓN

En forma teórica es posible ejecutar un programa que resuelva el Problema del Agente Viajero, suponiendo varios viajeros, en forma directa, asociando al nodo origen otros nodos que fungen como brigadistas que en caso de ser necesarios se utilizan; esto representa una enorme herramienta en forma teórica, sin embargo en cuestiones reales, sería necesario meterse con el algoritmo del programa de cómputo, para restringir el número de localidades que cada brigada puede visitar en términos del tiempo disponible para cada una de ellas; también para indicar las localidades de soporte, y este trabajo no pretende estructurar sobre el programa de cómputo, más bien plantear otras opciones de solución.

Como paso previo se emplea la solución del Problema de Localización de Plantas y de Flujo a Costo Mínimo, esto permite elegir el número de brigadas necesarias mínimo 6 máximo 10 y al mismo tiempo cumplir con la condición de las localidades de soporte, en el tiempo máximo de 15 o caso excepcional de 16 días y visitando cada una de las localidades. Al correr el modelo para seis brigadas es importante considerar que se permite hasta 16 días para poder cubrir todas las localidades, ya que si se consideran 15 días implica que faltarán 3 localidades para visitar ($15 \times 6 = 90$; $93 - 90 = 3$).

El tamaño de esta matriz (93x93) provoca que muchos programas en su versión estudiantil no puedan resolverlo debido a sus limitaciones en el número de variables, en el número de restricciones o ambas, por lo que es necesario buscar alternativas heurísticas de solución, haciendo la suposición de que no se adquiere el programa en su versión profesional (se trabaja con los que se tiene y se conoce).

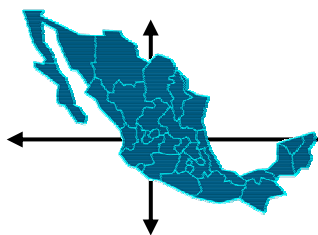
El algoritmo que se emplea es sobre la primera parte en la búsqueda de la solución. Se utiliza un algoritmo de Recocido Simulado para el Problema de Localización de Plantas, en donde se asignan localidades mediante dos mecanismos: el primero de ellos busca en forma aleatoria si existe brigada asignada a esa localidad si es el caso se quita, en caso de no haber sido asigna una brigada a ese punto todavía, se asigna; el segundo mecanismo busca en forma aleatoria si ya se ha asignado una brigada a la localidad si es el caso se cambia a esa brigada a otra localidad donde no se ha asignado brigada, en caso contrario se busca donde ya se asigne una brigada y se intercambia.

III.1. ALGORITMO DE RECOCIDO SIMULADO PARA EL PROBLEMA DE LOCALIZACIÓN DE PLANTAS

El programa empleado es FORTRAN 90, en él definimos variables tanto para ejecución del algoritmo como para las restricciones. Una característica con este programa es que no requiere de una restricción específica para las localidades de soporte, ya que al manejar las distancias entre nodos como costos busca los puntos más cercanos entre sí.

El algoritmo empleado se ejecuta de la siguiente forma:

Busca un conjunto de nodos (N_{act}) que nos permita distribuir a otras localidades de forma económica posible, una vez que elige los nodos, ejecuta un algoritmo que resuelva el Problema de



RESTO DE LOS ESTADOS

Flujo a Costo Mínimo y guarda el valor del costo total encontrado (Z_{act}), elige otro conjunto de nodos (N_{nuevo}) y corre el algoritmo del Flujo a Costo Mínimo nuevamente, compara la solución obtenida (Z_{nueva}), si la mejora realiza el cambio ($Z_{act} = Z_{nueva}$), de lo contrario elige alguna de las dos de acuerdo a una función de probabilidad.

El propósito de este algoritmo iterativo¹ es obtener localidades base y asignarles un conjunto de nodos cuya principal característica es que son los nodos más cercanos a esa localidad base.

Ejecución²:

Paso 1: Tome c un valor grande apropiado.

Paso 2: Se selecciona b brigadas de las m brigadas en forma aleatoria.

Paso 3: Asigne valores 0 o 1 a y_i con $i \in \{1, 2, \dots, n\}$ donde n es el número de localidades a las que el viajero puede viajar, esta selección se hace de manera arbitraria.

Obtenga el valor correspondiente de la función objetivo f .

Paso 4: Asigne el valor verdadero a la variable lógica CHANGE.

Paso 5: Si la variable CHANGE tiene valor falso, entonces pare.

Paso 6: Haga CHANGE igual a falso.

Paso 7: Repita los puntos 1-11 r veces.

1.- Seleccione un número entero u con distribución uniforme entre $[1, \dots, n]$

2.- Genere un número aleatorio x , uniformemente distribuido en el intervalo $(0, 1)$.

3.- Si $x \geq p$ asigne (o no asigne) la brigada u , en caso contrario intercámbiela por una no asignada (asignada).

4.- Evalúe el valor Δf .

5.- Si $\Delta f < 0$ entonces vaya a 9.

6.- Sea $P(\Delta f) = \exp(-\Delta f/c)$.

7.- Genere un número aleatorio x , uniformemente distribuido en $(0, 1)$.

8.- Si $x \geq P(\Delta f)$ entonces vaya a 11.

9.- Acepte el cambio hecho y reactualice el valor de f .

10.- Si $\Delta f \neq 0$ entonces $CHANGE \leftarrow \text{verdadero}$.

11.- Fin del paso 6.

Paso 8 Reduzca c e incremente p y r .

Paso 9 Vaya al paso 4.

Donde:

b : es un numero entero que va de 6 a 10 inclusive.

c : es la temperatura a la cual se ejecutan las iteraciones.

y_i : es la brigada asignada.

f : función objetivo a evaluar.

Δf : incremento de la función objetivo.

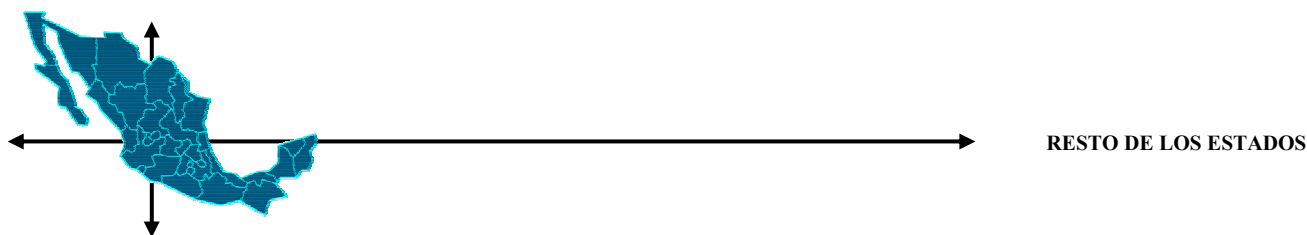
p : probabilidad de que se acepte una solución.

r : número de veces que se ejecuta la operación a una misma temperatura.

u : brigada del conjunto brigadas.

¹ Iterativo.- significa que realiza iterativamente operaciones que va reduciendo los costos asociados a los nodos hasta que no hay cambio y se decide abortar o seguir buscando.

² [14] "Localización de Plantas"



La ejecución del programa para 6,7,8,9 y 10 brigadas parte de la misma matriz insumo (matriz de distancias), asumiendo que los costos son las distancias entre localidades.

El **Anexo 1** muestra las distancias entre cada una de las localidades.

Se tiene registrado el costo por activación de la brigada (f_i), este costo esta constituido por el Hospedaje, Alimentación, Sueldo del encuestador y Equipo Adicional, que se invierte en la brigada por trasladarlos a la primera localidad, a partir de la cual iniciarán el recorrido, esta inversión está en función de la distancia respecto al Distrito Federal (punto de inicio de todas las brigadas), por lo que las localidades más alejadas necesitarán que las brigadas tengan un costo de activación mayor.

Los costos están integrados a partir de los datos mostrados en la Tabla 2.11 de la siguiente manera:

Hospedaje (H) + Alimentación (A) + Sueldo del encuestador (S) + Distancia (D) + Equipo adicional (EA) = Costo por activación de la brigada (f_i)

Ejemplo:

Transporte terrestre:

Edonom: Guerrero

Municipio: Acapulco de Juárez

Localidad: Apalani

Distancia: 280.009 Km. (Cerca)

Costo:

$$(H) + (A) + (S) + (D) + (EA) = f_2$$

$$1,600 + 1,000 + 20,000 + 2,000 + 1,000 = 25,600$$

Transporte aéreo:

Edonom: Chiapas

Municipio: Mapastepec

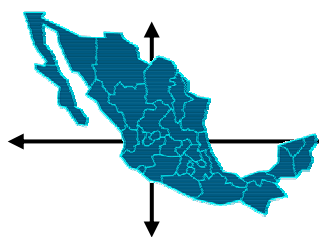
Localidad: Gral. Nicolas Bravo

Distancia: 906.26 Km. (Muy Lejos)

Costo:

$$(H) + (A) + (S) + (D) + (EA) = f_2$$

$$1,600 + 1,000 + 20,000 + 10,000 + 1,000 = 33,600$$

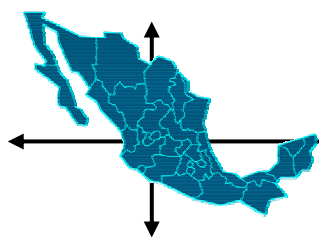


RESTO DE LOS ESTADOS

La siguiente Tabla 3.1 muestra los costos de activación de la brigada.

i	EDONOM	MUNICIPIO	LOCALIDAD	Distancia	f _i
1	DF	Cd. De Méxcio	Cd. De Méxcio		-
2	CHIAPAS	MAPASTEPEC	GRAL. NICOLAS BRAVO	906.2603195	33,600.00
3	CHIAPAS	MAPASTEPEC	NUEVA COSTA RICA	909.6258115	33,600.00
4	CHIAPAS	SILTEPEC	NUBES, LAS	954.1027102	33,600.00
5	CHIAPAS	TECPATAN	NUEVO VICENTE		
6	CHIAPAS	CHILON	GUERRERO	749.7908195	28,600.00
7	CHIAPAS	TECPATAN	SALTO DEL TIGRE	908.0714012	33,600.00
8	CHIAPAS	TECPATAN	NUCUPAC	757.4256087	28,600.00
9	CHIAPAS	INDEPENDENCIA, LA	MIRADOR	1000.713024	33,600.00
10	CHIAPAS	CINTALAPA	FLOR DE CHIAPAS	704.9563666	28,600.00
11	CHIAPAS	INDEPENDENCIA, LA	UNION, LA	1000.464583	33,600.00
12	CHIAPAS	MAPASTEPEC	SAN JOSE	903.5585314	33,600.00
13	CHIAPAS	SAN FERNANDO	PORTILLO, EL	789.8308413	28,600.00
14	CHIAPAS	SILTEPEC	SAN JOSE	950.1195919	33,600.00
15	CHIAPAS	TECPATAN	EDEN, EL (AGUA		
16	CHIAPAS	TECPATAN	ESCONDIDA)	765.2259707	28,600.00
17	CHIAPAS	TECPATAN	PORVENIR, EL	756.4795848	28,600.00
18	CHIAPAS	TUMBALA	PROGRESO AGUA AZUL	903.6861997	33,600.00
19	CHIAPAS	TZIMOL	NUEVA LIBERTAD	926.2608702	33,600.00
20	COLIMA	CUAUHTEMOC	SAN JOAQUIN	560.3186692	28,600.00
21	COLIMA	MANZANILLO	CENTRAL, LA	658.4560307	28,600.00
22	COLIMA	MANZANILLO	CENTRAL, LA	658.4560307	28,600.00
23	COLIMA	VILLA DE ALVAREZ	CHIVATO, EL		
24	COLIMA	VILLA DE ALVAREZ	(PROVIDENCIA)	567.1968737	28,600.00
25	DURANGO	GUADALUPE VICTORIA	LIMA, LA	564.5932381	28,600.00
26	DURANGO	GUADALUPE VICTORIA	GENERAL CALIXTO		
27	DURANGO	GUADALUPE VICTORIA	CONTRERAS		
28	DURANGO	GUADALUPE VICTORIA	(COLORADA)	905.9587725	33,600.00
29	DURANGO	GUADALUPE VICTORIA	DOS DE ABRIL	881.5903941	28,600.00
30	DURANGO	GUADALUPE VICTORIA	GENERAL ALVARO		
31	DURANGO	GUADALUPE VICTORIA	OBREGON	913.1818471	33,600.00
32	DURANGO	GUADALUPE VICTORIA	JUAN E. GARCIA	981.9709461	33,600.00
33	DURANGO	GUADALUPE VICTORIA	MESA DE SAN PEDRO	968.2784706	33,600.00
34	DURANGO	GUADALUPE VICTORIA	SAN JOSE DE FAVELAS		
35	DURANGO	GUADALUPE VICTORIA	(FAVELAS)	1060.086733	33,600.00
36	GUERRERO	GUADALUPE VICTORIA	ACAPULCO DE		
37	GUERRERO	GUADALUPE VICTORIA	JUAREZ	280.0092338	25,600.00
38	GUERRERO	GUADALUPE VICTORIA	GENERAL HELIODORO		
39	GUERRERO	GUADALUPE VICTORIA	CASTILLO	224.7223978	25,600.00
40	GUERRERO	GUADALUPE VICTORIA	JUNTAS, LAS		
41	GUERRERO	GUADALUPE VICTORIA	RANCHO VIEJO	257.2873776	25,600.00
42	GUERRERO	GUADALUPE VICTORIA	TECOMATE PESQUERIA	295.4790783	25,600.00

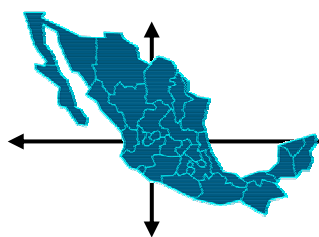
Tabla 3.1 Costos de activación de las brigadas.



RESTO DE LOS ESTADOS

	EDONOM	MUNICIPIO	LOCALIDAD	Distancia	Fi
33	HIDALGO	TEPEHUACAN DE GUERRERO	TENANGO	251.7155278	25,600.00
34	HIDALGO	ZIMAPAN	DEDHO, EL	217.1465481	25,600.00
35	HIDALGO	TEPEHUACAN DE GUERRERO	COYUTLA	252.7513002	25,600.00
36	HIDALGO	ZIMAPAN	RINCON, EL	216.0567086	25,600.00
37	JALISCO	JILOTLAN DE LOS DOLORES	CANCHOL	473.6771269	28,600.00
38	MEXICO	SAN JOSE DEL RINCON	BARRIO SAN DIEGO	473.6771269	28,600.00
39	MICHOACAN	COENEO	PUEBLO NUEVO	329.0644729	25,600.00
40	DE OCAMPO	COENEO	CORTIJO VIEJO	329.939972	25,600.00
41	MICHOACAN	TURICATO	CORTIJO NUEVO	265.5400003	25,600.00
42	DE OCAMPO	AYALA	SANABRIA (LAS CANOAS)	57.20108737	25,600.00
43	MORELOS	COATLAN DEL RIO	PALO BLANCO	52.15158038	25,600.00
44	MORELOS	AYALA	COCOYOTLA	43.57168989	25,600.00
45	MORELOS	COATLAN DEL RIO	CAMPO DEL CIMARRON (COLONIA LAS ARBOLEDAS)	51.30325109	25,600.00
46	MORELOS	MAZATEPEC	TEZOQUIPA	55.6825118	25,600.00
47	NUEVO LEON	DOCTOR ARROYO	CUAHUCHICHINOLA	577.0515961	28,600.00
48	NUEVO LEON	MIER Y NORIEGA	SAN JOSE DE FLORES	565.6903325	28,600.00
49	NUEVO LEON	GALEANA	SAN ANTONIO DE ALAMITOS	682.6728211	28,600.00
50	NUEVO LEON	GALEANA	PRESITA DE BERLANGA, LA	677.2070919	28,600.00
51	NUEVO LEON	LINARES	MARGARITAS	703.137447	28,600.00
52	NUEVO LEON	MIER Y NORIEGA	SAN FRANCISCO (SAN FRANCISCO)	574.6066086	28,600.00
53	OAXACA	TILANTONGO	TENAMAXTLE)	313.9257218	25,600.00
54	OAXACA	SAN FRANCISCO	PALOMAS, LAS (LAJILLAS)	315.2704546	25,600.00
55	OAXACA	JALTEPETONGO	BUENAVISTA	382.7095467	25,600.00
56	OAXACA	SAN PABLO ETLA	SAN FRANCISCO	316.3748377	25,600.00
57	OAXACA	SAN PEDRO MOLINOS	JALTEPETONGO	329.5287274	25,600.00
58	OAXACA	SAN PABLO	SAN PABLO ETLA	318.9027239	25,600.00
59	OAXACA	TIJALTEPEC	SAN PEDRO MOLINOS	321.4796097	26,300.00
60	OAXACA	CUYAMECALCO VILLA DE ZARAGOZA	SAN ISIDRO ALLENDE	688.4805318	29,300.00
61	OAXACA	SAN ANDRES	CIENEGA, LA (GUADALUPE LA CIENEGA)	382.7095467	26,300.00
62	OAXACA	CABECERA	VILLA ALTA (SAN COSME LA PAZ)	322.5183774	26,300.00
63	OAXACA	SAN MIGUEL	PROGRESO, EL	315.4768087	26,300.00
64	OAXACA	CHIMALAP	TERRERO, EL	176.014157	26,300.00
65	PUEBLA	SAN PABLO ETLA			
66	PUEBLA	SAN PABLO			
67	PUEBLA	TIJALTEPE			
68	PUEBLA	SANTIAGO			
69	PUEBLA	TILANTONGO			
70	PUEBLA	AQUIXTLA			

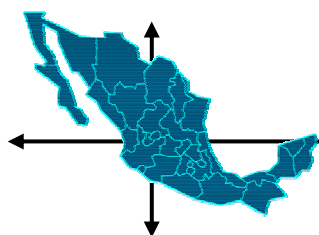
Tabla 3.1 Costos de activación de las brigadas (Continuación).



RESTO DE LOS ESTADOS

i	EDONOM	MUNICIPIO	LOCALIDAD	Distancia	f _i
65	PUEBLA	AQUIXTLA	TERRERO, EL	176.014157	26,300.00
66	SAN LUIS	TAMPAMOLON			
67	POTOSI	CORONA	TZAPUJA	323.6933038	26,300.00
68	SINALOA	GUASAVE	SAN FERNANDO	1431.055771	34,300.00
69	SINALOA	FUERTE, EL	HORNILLOS, LOS	1488.686845	34,300.00
70	SINALOA	MAZATLAN	MARMOL DE SALCIDO		
71	SINALOA	AHOME	(MARMOL)	1080.42633	34,300.00
72	SINALOA	BADIRAGUATO	ESMERALDA, LA	1509.644947	34,300.00
73	SINALOA	ELOTA	RINCON DE LOS		
74	SINALOA	FUERTE, EL	MONTES, EL	1300.874427	34,300.00
75	SINALOA	GUASAVE	PUEBLO PIDER (LOS		
76	SINALOA	GUASAVE	ARROYITOS)	1131.463214	34,300.00
77	SINALOA	MAZATLAN	TETAROBITA	1479.681586	34,300.00
78	SINALOA	SAN IGNACIO	GUAYPARIME	1460.80316	34,300.00
79	TABASCO	TACOTALPA	ROBERTO BARRIOS	1429.388469	34,300.00
80	TABASCO	TACOTALPA	MARMOL DE SALCIDO		
81	TAMAULIPAS	ALTAMIRA	(MARMOL)	1080.42633	34,300.00
82	TAMAULIPAS	HIDALGO	SAN JAVIER	1099.469181	34,300.00
83	TAMAULIPAS	MANTE, EL	JOSE MA. MORELOS Y P.		
84	TLAXCALA	ATLANGATEPEC	(LOMA TRISTE 2A.		
85	VERACRUZ-	PERLA, LA	SECC.)	836.7898554	29,300.00
86	VERACRUZ-	UXPANAPA	GRAN PODER	835.8389389	29,300.00
87	VERACRUZ-	UXPANAPA	MACLOVIO HERRERA		
88	VERACRUZ-	ASTACINGA	(MIRADORES)	450.0688433	29,300.00
89	VERACRUZ-	CORDOBA	NORIA, LA	654.074231	29,300.00
90	VERACRUZ-	MINATITLAN	NUEVA UNION, LA	431.5428813	26,300.00
91	YUCATAN	UMAN	RANCHO SANTA ELENA	142.6263936	26,300.00
92	YUCATAN	CHEMAX	CUMBRE DEL ESPAÑOL	251.4315637	26,300.00
93	YUCATAN	CHACSINKIN	CHUNIAPAN DE ARRIBA	630.8074391	29,300.00
94	YUCATAN	TIZIMIN	HIDALGO AMAJAC	626.3695852	29,300.00
95	YUCATAN	CHACSINKIN	ACATITLA	261.5686466	26,300.00
96	YUCATAN	CHEMAX	SAN ISIDRO PALOTAL	274.0379835	26,300.00
97	YUCATAN	MERIDA	JOSE GUADALUPE		
98	ZACATECAS	SOMBRERETE	RODRIGUEZ (LA JOTA)	627.3453265	29,300.00
			PETEC BILTUN	1202.431161	34,300.00
			CHULUTAN	1409.723687	34,300.00
			X-BOX	1274.99115	34,300.00
			CHAN TRES REYES	1452.321068	34,300.00
			CHACSINKIN	1273.18022	34,300.00
			LOL-BE	1412.682648	34,300.00
			TEXAN CAMARA	1203.949468	34,300.00
			EDEN, EL	1453.725715	34,300.00
			ESTANCIA DE		
			GUADALUPE	772	29,300.00

Tabla 3.1 Costos de activación de las brigadas (Continuación).



RESTO DE LOS ESTADOS

i	EDONOM	MUNICIPIO	LOCALIDAD	Distancia	f _i
99	ZACATECAS	GENERAL FRANCISCO R. MURGUIA	BOCAS, LAS	785.3195508	29,300.00
100	ZACATECAS	CONCEPCION DEL ORO	MORELOS (SAN RAFAEL)	717.8036159	29,300.00
101	ZACATECAS	GENERAL FRANCISCO R.	PORVENIR, EL (EL PORVENIR DEL CARMEN)	787.0651481	29,300.00
102	ZACATECAS	JIMENEZ DEL TEUL	SAN CIPRIANO (EL PUJO DEL POTRERO)	770.7051554	29,300.00
103	ZACATECAS	MAZAPIL	BANDERITA DOS	732.7865788	29,300.00
104	ZACATECAS	NOCHISTLAN DE MEJIA	MAGUEYES, LOS	556.8110714	29,300.00

Tabla 3.1 Costos de activación de las brigadas (Continuación).

La matriz de costos se elabora de forma similar, con dos variaciones, la primera de ellas el Sueldo del encuestador es solo una condición inicial por lo que no es necesario contemplarlo para este cálculo y; la segunda, el Distrito Federal no necesariamente es el punto de inicio, puede ser cualquiera de las localidades restantes y a partir de ella las brigadas pueden desplazarse a cualquier otra localidad menos a sí misma.

Los costos están integrados a partir de los datos mostrados en las Tablas 2.8 y 2.10 de la siguiente manera:

Para transporte terrestre:

Hospedaje (H) + Alimentación (A) + Distancia (D) * Precio de Gasolina por Kilómetro(G) + Equipo adicional (EA) = Costo de brigadas en campo (c_{ij})

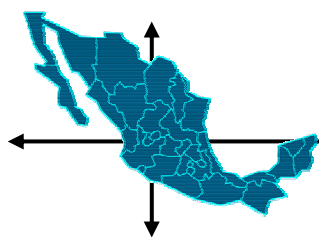
Para transporte aéreo:

Hospedaje (H) + Alimentación (A) + Distancia (D) + Equipo adicional (EA) = Costo de brigadas en campo (c_{ij})

Ejemplo:

Transporte Terrestre:

Concepto	Localidad de inicio	Localidad destino
Edonom	Zacatecas	Zacatecas
Municipio	Mazapil	Nochistlán de Mejía
Localidad	Banderita Dos	Magueyes, Los
Distancia	337.90128 Km. (Cerca)	



RESTO DE LOS ESTADOS

Costo:

$$(H) + (A) + (D) * (G) + (EA) = c_{112,113}$$

$$1,600 + 1,000 + (337.90128) * (0.8138) + 1,000 = 3,875$$

Transporte Aéreo:

Concepto	Localidad de inicio	Localidad destino
Edonom	Yucatán	Sinaloa
Municipio	Uman	Gusave
Localidad	Petec Biltun	San Fernando
Distancia	2433.4615 Km. (Muy Lejos)	

La distancia supera los 900 Km. por lo que se emplearía un transporte aéreo para trasladar a la brigada de Petec Biltun en Yucatán a San Fernando en Sinaloa, con el costo estimado de 10,000 por este tipo de transporte.

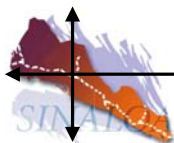
Costo:

$$(H) + (A) + (D) + (EA) = c_{99,76}$$

$$1,600 + 1,000 + 10,000 + 1,000 = 13,600$$

La matriz de costos se muestra en el **Anexo 2**.

Registrados todos los datos anteriores se muestra a continuación la solución a los modelos, en dos secciones, la primera de ellas es el Caso Sinaloa, la segunda corresponde al resto de los estados evaluándose la posibilidad de enviar una cantidad diferente de brigadas, desde 6 y hasta 10.



III.2. CASO SINALOA

La situación del Estado de Sinaloa, es un caso especial a considerar en el modelado, ya que se encuentra en una posición geográfica con dificultades para acceder a ella, fuera del radio de cercanía e incluso lejos de poblaciones de otros Estados colindantes a él. En este punto se considera no solo los costos implicados, también la seguridad de las brigadas responsables de muestrear esa zona.

Las localidades más cercanas a las del Estado de Sinaloa son del Estado de Durango, de donde se podría esperar que la solución al problema arrojará una ruta de una comunidad de Durango a Sinaloa para enlazar el conjunto de localidades del Estado, sin embargo ambas entidades están separadas por una franja montañosa (la Sierra Madre Occidental), con una distancia aproximada de 322 Km. de la ciudad de Durango a la de Mazatlán, pero esta vía de comunicación conocida como “El Espinazo del Diablo”, es considerada de alto riesgo, por lo que no resulta recomendable arriesgar a los brigadistas.

Se deben muestrear 11 localidades del Estado de Sinaloa, 3 de soporte y 8 del correspondiente ejercicio fiscal 2005, por lo que es un número aceptable para una sola brigada, ya que se cumple en un periodo de tiempo dentro de lo establecido (<15 días).

Implicaciones en el modelo:

El caso Sinaloa es la solución al problema del agente viajero en forma directa por siguientes consideraciones:

- Se deben recorrer únicamente 11 localidades.
- Se deben recorrer todas y cada una de las localidades una sola vez a excepción de la localidad inicial que será a su vez la final.
- El problema de Localización de Plantas resulta sobrado ya que se encuentra en el listado el municipio de Mazatlán, sitio con aeropuerto y vuelos directos de la ciudad de México a ella, por lo que es un nodo inicial muy propicio.



Modelo

El modelo del caso Sinaloa tiene la siguiente estructura y características:

El modelo matemático para este tipo de problemas es:

$$\text{minimizar} \quad \overbrace{\sum_i \sum_j c_{ij} x_{ij}}^{\text{Costos variables por desplazamiento de las brigadas}}$$

Sujeta a:

$$\begin{array}{lcl} \sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 & \forall i = 1, \dots, n & \left. \vphantom{\sum_{j=1}^n} \right\} \text{Restricciones de demanda} \\ \sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 & \forall j = 1, \dots, n & \left. \vphantom{\sum_{i=1}^n} \right\} \text{Restricciones de oferta} \\ x_{ij} \geq 0, \text{ enteras, binarias} & \forall i, j & \left. \vphantom{x_{ij}} \right\} \text{Restricciones de no negatividad} \end{array}$$

De este modelo podemos observar que la solución es la solución a un problema del agente viajero en bruto, no existen restricciones para obligar a los viajeros a pasar por las localidades de soporte y a su vez visite la correspondiente localidad, puesto que se deben recorrer todas las comunidades designadas para muestreo, por una sola brigada, condición implícita en este problema; otra característica distintiva del modelo es la restricción de variables, las cuales deben ser binarias.

En este modelo no se encuentran los costos asociados de activación de brigadas, puesto que es seguro su utilización de una y solo una brigada, así al costo final será necesario agregarle este costo para obtener el estimado final.

La matriz de distancias se presenta a continuación en la Tabla 3.2:



EDONOM	MUNICIPIO		LOCALIDAD	LONGITUD	LATITUD	SINALOA	SINALOA	SINALOA	SINALOA	SINALOA	SINALOA	SINALOA	SINALOA	SINALOA	SINALOA
						GUASAVE	FUERTE, EL	MAZATLAN	AHOME	BADIRAGUATO	ELOTA	FUERTE, EL	GUASAVE	GUASAVE	MAZATLAN
						SAN FERNANDO	HORNILLOS, LOS	MARMOL DE SALCIDO (MARMOL)	ESMERALDA, LA	RINCON DE LOS MONTES, EL	PUEBLO PIDER (LOS ARROYITOS)	TETAROBITA	GUAYPARIME	ROBERTO BARRIOS	MARMOL DE SALCIDO (MARMOL)
1	SINALOA	GUASAVE	SAN FERNANDO	-108.6092	25.5581	0	114.6780089	360.0776198	78.63259607	138.3475376	304.5701534	104.5942958	30.5633161	3.905137805	360.0776198
2	SINALOA	FUERTE, EL	HORNILLOS, LOS	-108.5078	26.4717	114.6780089	0	442.0984009	106.5751665	193.5506668	385.1694125	11.02957598	97.1084443	118.5784486	442.0984009
3	SINALOA	MAZATLAN	MARMOL DE SALCIDO (MARMOL)	-106.6019	23.4842	360.0776198	442.0984009	0	436.9616393	250.4134491	56.92964382	431.5128049	390.6236004	357.7551253	0
4	SINALOA	AHOME	ESMERALDA, LA	-109.1403	25.8975	78.63259607	106.5751665	436.9616393	0	214.8120273	382.0177952	102.2566228	49.82408215	80.26290505	436.9616393
5	SINALOA	BADIRAGUATO	RINCON DE LOS MONTES, EL	-107.5417	25.2578	138.3475376	193.5506668	250.4134491	214.8120273	0	193.697032	183.3775583	165.0077928	137.95865	250.4134491
6	SINALOA	ELOTA	PUEBLO PIDER (LOS ARROYITOS)	-106.8456	23.87	304.5701534	385.1694125	56.92964382	382.0177952	193.697032	0	374.5875516	335.0589377	302.3722498	56.92964382
7	SINALOA	FUERTE, EL	TETAROBITA	-108.4828	26.3869	104.5942958	11.02957598	431.5128049	102.2566228	183.3775583	374.5875516	0	88.46943086	108.4992785	431.5128049
8	SINALOA	GUASAVE	GUAYPARIME	-108.7733	25.74	30.5633161	97.1084443	390.6236004	49.82408215	165.0077928	335.0589377	88.46943086	0	33.14801118	390.6236004
9	SINALOA	GUASAVE	ROBERTO BARRIOS	-108.6142	25.5272	3.905137805	118.5784486	357.7551253	80.26290505	137.95865	302.3722498	108.4992785	33.14801118	0	357.7551253
10	SINALOA	MAZATLAN	MARMOL DE SALCIDO (MARMOL)	-106.6019	23.4842	360.0776198	442.0984009	0	436.9616393	250.4134491	56.92964382	431.5128049	390.6236004	357.7551253	0
11	SINALOA	SAN IGNACIO	SAN JAVIER	-106.5089	23.9192	332.3614024	404.4683128	55.49575915	410.7132731	210.9290945	42.45182106	394.2370121	362.5009886	330.4993652	55.49575915

Tabla 3.2 Matriz de distancias de las localidades del Estado de Sinaloa.





Software de Solución

Para esta parte, el problema posee pocas variables y el modelo puede ser resuelto mediante un método exacto, la solución se propone mediante todas las opciones que brinda el software de WIN QSB, en su módulo de Network Modeling en su opción del Agente Viajero.

Esta herramienta nos brinda la posibilidad de resolver una gran cantidad de problemas de redes, al contar con la posibilidad de resolver problemas de Flujo en Redes, Problemas de transporte, Problemas de Asignación, Problemas de Ruta mas Corta, Problemas de Flujo Máximo, Árbol de Mínima Expansión y el Problema del Agente Viajero. En la mayoría de los casos se pueden elegir entre cualquiera de los dos criterios de optimización ya sea Maximización o minimización, las excepciones son Ruta más Corta y Árbol de Mínima Expansión, problemas donde solo permite minimizar y el Problema de Flujo Máximo donde solo podemos Maximizar. Para nuestro problema seleccionaremos el “Problema del Agente Viajero (Traveling Salesman Problem)”. El programa parte de la existencia de conexiones entre nodos, por ende existen costos, capacidades o distancias asociadas a estas conexiones.

Del menú de programas seleccionamos WIN QSB y de ahí la herramienta Modelado de Redes (Network Modeling) como se muestra en la Figura 3.1.

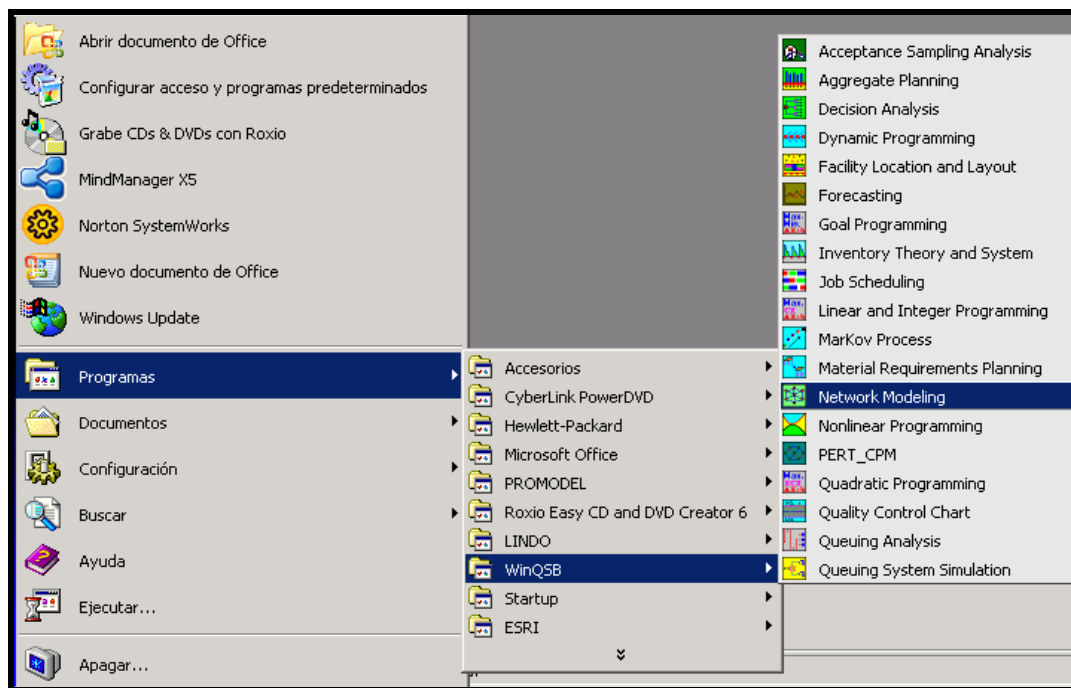
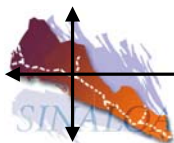


Figura 3.1. Selección del programa WIN QSB en su sección Network Modeling.

Solicita un título para el problema: “Caso Sinaloa” y el número de variables involucradas en este caso 11, que representa las once localidades. Estas opciones se muestran en la figura 3.2.



NET Problem Specification

Problem Type

- ☐ Network Flow
- ☐ Transportation Problem
- ☐ Assignment Problem
- ☐ Shortest Path Problem
- ☐ Maximal Flow Problem
- ☐ Minimal Spanning Tree
- ☒ Traveling Salesman Problem

Objective Criterion

- ☒ Minimization
- ☐ Maximization

Data Entry Format

- ☒ Spreadsheet Matrix Form
- ☐ Graphic Model Form
- ☒ Symmetric Arc Coefficients
(i.e., both ways same cost)

Problem Title

Number of Nodes

Figura 3.2. Problemas que resuelve Network Modelig y sus opciones de optimización.

Una vez introducidos estos datos, se presiona el botón “OK” y de ahí se muestra la pantalla de la Figura 3.3:

Network Modeling

File Edit Format Solve and Analyze Results Utilities Window WinQSB Help

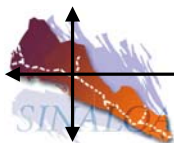
Caso Sinaloa: Minimization (Traveling Salesman Problem)

From \ To	Node1	Node2	Node3	Node4	Node5	Node6	Node7	Node8	Node9	Node10	Node11
Node1											
Node2											
Node3											
Node4											
Node5											
Node6											
Node7											
Node8											
Node9											
Node10											
Node11											

Figura 3.3. Ambiente de la matriz de costos del Estado de Sinaloa.

La alimentación de datos puede ser en forma de matriz o en forma gráfica, por sencillez se utiliza su forma matricial, en donde cada celda representa mediante un coeficiente la conexión entre un nodo y otro; este coeficiente puede ser un costo – como en este caso-, capacidad o distancia dependiendo del problema; además de ello puesto que los costos asociados son aproximaciones, el problema se vuelve simétrico, es decir, cuesta lo mismo transportarse del punto A al punto B, que del punto B al punto A.

Que es la matriz de 11x 11 en la que introduciremos los valores de los coeficientes, cada nodo representa una ciudad, de acuerdo al siguiente listado.



NODO	ESTADO	MUNICIPIO	LOCALIDAD
Nodo1	SINALOA	GUASAVE	SAN FERNANDO
Nodo2	SINALOA	FUERTE, EL	HORNILLOS, LOS
Nodo3	SINALOA	MAZATLAN	MARMOL DE SALCIDO (MARMOL)
Nodo4	SINALOA	AHOME	ESMERALDA, LA
Nodo5	SINALOA	BADIRAGUATO	RINCON DE LOS MONTES, EL
Nodo6	SINALOA	ELOTA	PUEBLO PIDER (LOS ARROYITOS)
Nodo7	SINALOA	FUERTE, EL	TETAROBITA
Nodo8	SINALOA	GUASAVE	GUAYPARIME
Nodo9	SINALOA	GUASAVE	ROBERTO BARRIOS
Nodo10	SINALOA	MAZATLAN	MARMOL DE SALCIDO (MARMOL)
Nodo11	SINALOA	SAN IGNACIO	SAN JAVIER

Costos

Con estos datos referidos a las Tablas 2.8 y 2.10 de la sección “Integración de costos” se realiza el llenado de la matriz de 11x11, como se muestra en la Tabla 3.3.

From \ To	Node1	Node2	Node3	Node4	Node5	Node6	Node7	Node8	Node9	Node10	Node11
Node1	-	3,709.74	8,600.00	3,675.25	3,732.39	3,891.45	3,700.09	3,629.25	3,603.74	8,600.00	3,918.05
Node2	3,709.74	-	8,600.00	3,701.99	3,785.22	8,600.00	3,610.55	3,692.93	3,713.47	8,600.00	8,600.00
Node3	8,600.00	8,600.00	-	8,600.00	3,839.63	3,654.48	8,600.00	8,600.00	8,600.00	-	3,653.11
Node4	3,675.25	3,701.99	8,600.00	-	3,805.56	8,600.00	3,697.85	3,647.68	3,676.81	8,600.00	8,600.00
Node5	3,732.39	3,785.22	3,839.63	3,805.56	-	3,785.36	3,775.48	3,757.90	3,732.02	3,839.63	3,801.85
Node6	3,891.45	8,600.00	3,654.48	8,600.00	3,785.36	-	8,600.00	3,920.63	3,889.35	3,654.48	3,640.62
Node7	3,700.09	3,610.55	8,600.00	3,697.85	3,775.48	8,600.00	-	3,684.66	3,703.83	8,600.00	8,600.00
Node8	3,629.25	3,692.93	8,600.00	3,647.68	3,757.90	3,920.63	3,684.66	-	3,631.72	8,600.00	8,600.00
Node9	3,603.74	3,713.47	8,600.00	3,676.81	3,732.02	3,889.35	3,703.83	3,631.72	-	8,600.00	3,916.27
Node10	8,600.00	8,600.00	-	8,600.00	3,839.63	3,654.48	8,600.00	8,600.00	8,600.00	-	3,653.11
Node11	3,918.05	8,600.00	3,653.11	8,600.00	3,801.85	3,640.62	8,600.00	8,600.00	3,916.27	3,653.11	-

Tabla 3.3. Matriz de 11x11 para la solución del Agente Viajero en Sinaloa.

Network Modeling ofrece la posibilidad de resolver el problema por 4 formas diferentes, ver Figura 3.4 de las cuales 3 de ellas son heurísticas, se resuelve el problema por los 4 medios y se presenta al final un cuadro resumen con las soluciones obtenidas en cada una de ellas.

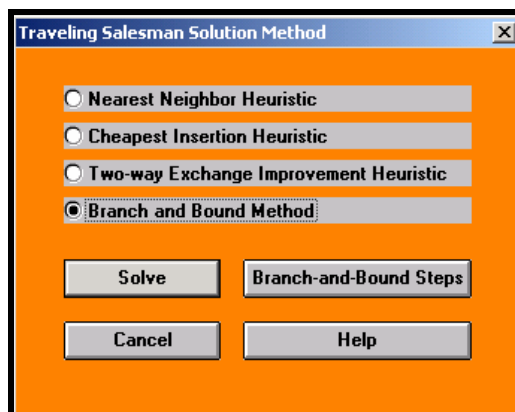
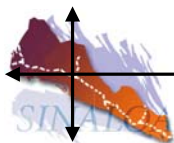


Figura 3.4. Opciones de solución del problema del Agente viajero por WIN QSB en su módulo Network Modeling.



“Vecino más cercano (Nearest Neighbor)”

La forma en que este programa resuelve el problema mediante el Vecino más cercano es de la siguiente manera:

1. Selecciona un nodo inicial de forma aleatoria, sea este nodo $r = i$, siendo i el único nodo que pertenece a la ruta.
2. De los nodos que no pertenecen a la ruta selecciona otro nodo, llamémosle k , el cual es el más cercano al nodo r . Se conecta r a k y se hace $r = k$.
3. Se repite el paso 2, hasta incluir a todos los nodos en la ruta, la cual es una ruta completa.

Por el primero de los métodos heurísticos Vecino más cercano, la solución es la mostrada en la Tabla 3.4:

01-12-2006	From Node	Connect To	Distance/Cost		From Node	Connect To	Distance/Cost
1	Node1	Node9	3603.74	7	Node5	Node6	3785.360
2	Node9	Node8	3631.720	8	Node6	Node11	3640.620
3	Node8	Node4	3647.680	9	Node11	Node3	3653.110
4	Node4	Node7	3697.850	10	Node3	Node10	0
5	Node7	Node2	3610.550	11	Node10	Node1	8600
6	Node2	Node5	3785.220				
	Total	Minimal	Traveling	Distance	or Cost	=	41,655.85
	(Result	from	Nearest	Neighbor	Heuristic]		

Tabla 3.4 Solución con Vecino más cercano.

Inserción más económica (Cheapest Insertion)

Este método trabaja de la siguiente manera:

Paso 1. Selecciona dos nodos sean i y j . Los cuales presentan la distancia más corta entre sí. Este el tour inicial (i, j, i) .

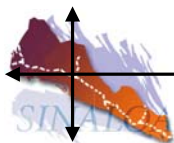
Paso 2. De los nodos que no pertenecen a la ruta, selecciona otro nodo, sea este k , el cual aumenta con la mínima cantidad la longitud de la distancia de la ruta. Esto es, seleccione el nodo k , tal que $c_{ik} + c_{kj} - c_{ij}$ sea la de menor distancia para todo (i, j) que pertenece a la ruta.

Paso 3. Insertar el nodo k , entre los nodos i y j . Regrese al paso 2, hasta que todos los nodos se encuentren dentro de la ruta.

Por Inserción más económica, la solución es la mostrada en la Tabla 3.5:

01-12-2006	From Node	Connect To	Distance/Cost		From Node	Connect To	Distance/Cost
1	Node3	Node6	3654.480	7	Node2	Node7	3610.550
2	Node6	Node9	3889.350	8	Node7	Node5	3775.480
3	Node9	Node1	3603.74	9	Node5	Node11	3801.850
4	Node1	Node4	3675.25	10	Node11	Node10	3653.110
5	Node4	Node8	3647.680	11	Node10	Node3	0
6	Node8	Node2	3692.930				
	Total	Minimal	Traveling	Distance	or Cost	=	37,004.42
	(Result	from	Cheapest	Insertion	Heuristic]		

Tabla 3.5 Solución con Inserción más económica.



Mejora por el intercambio de dos vías (Two-way Exchange Improvement)

Este método trabaja de la siguiente manera:

Se define de dos vías porque permite los siguientes movimientos:

Sean (i,j) y (k,l) dos arcos no adyacentes en un tour completo. Al remover dos de los arcos de tour se crean dos piezas disjuntas, sean A y B.

Reconecta la ruta ya sea:

Invirtiendo arcos en A, conectando (l,j) , y (k,i) o;

Invirtiendo arcos en B, conectando (i,k) y (j,l) .

La secuencia de pasos que ejecuta para encontrar una solución es:

Paso 1. Genera un tour completo inicial por cualquiera de los dos métodos anteriores.

Paso 2. Verifica los posibles dos cambios en el tour actual y selecciona la mejor, aquella que beneficie al objetivo. Si no encuentra mejora, detiene el proceso.

Paso 3. Al mejorar la ruta, habrá creado un nuevo tour y regresa al paso 2.

Por Mejora por el intercambio de dos vías se obtiene el siguiente resultado, mostrado en la Tabla 3.6:

01-12-2006	From Node	Connect To	Distance/Cost		From Node	Connect To	Distance/Cost
1	Node4	Node8	3647.680	7	Node10	Node11	3653.110
2	Node8	Node1	3629.25	8	Node11	Node5	3801.850
3	Node1	Node9	3603.74	9	Node5	Node7	3775.480
4	Node9	Node6	3889.350	10	Node7	Node2	3610.550
5	Node6	Node3	3654.480	11	Node2	Node4	3701.99
6	Node3	Node10	0				
	Total	Minimal	Traveling	Distance	or Cost	=	36,967.48
	(Result	from	Two-way	Exchange	Improvement	Heuristic)	

Tabla 3.6 Solución con Mejora por el intercambio de dos vías.

Ramificación y Acotamiento (Branch and Bound Method)

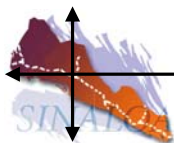
Sea el problema original el único problema dentro de un conjunto de problemas y su solución la solución registrada encontrada mediante algunos de los dos primeros métodos.

Paso 1. Del conjunto de problemas selecciona uno y lo formula como uno de asignación y lo resuelve con el método simplex para redes.

Paso 2. Si la solución es una ruta completa y la solución es la mejor a la registrada, mantiene esta nueva solución como la registrada (actualiza la solución), si esta solución está dentro de una calidad de solución aceptable, el procedimiento se detiene. Esta calidad se define como un porcentaje respecto al límite inferior, el cual es la solución al problema original de asignación.

Si la solución no mejora, descarta el problema.

Si la solución es mejor pero no es un tour completo, encuentra el subtour más pequeño. Ramifica el problema desde cada uno de los nodos del subtour



Paso 3. Regresa al paso 1 a menos que el conjunto problema este vacío o la ramificación haya terminado.

El “método simples para redes” es un procedimiento algebraico para resolver el problema de flujo en redes. Inicial con cualquier solución factible. A través de manipulaciones algebraicas obtiene mejores soluciones hasta que la mejora ya no es posible. El procedimiento que realiza este método es el siguiente:

Paso 1. Obtiene una solución factible inicial.

Paso 2. De la base actual y del hecho de $c_{ij} - Z_{ij} = 0$ (costo reducido) para todos los arcos base (i,j) , determina la solución dual o nodos potenciales P_i de todos los nodos. Y computa el costo reducido para todos los arcos no básicos.

Paso 3. Elige al arco entrante a la base mediante una regla de elección, normalmente la que obtiene una mejor relación para el costo reducido (en el caso de minimización la diferencia $c_{ij} - Z_{ij}$ más negativa). Si no elige ninguno, va al Paso 6.

Paso 4. Mediante una regla se elige el arco que saldrá de la base. Si ninguno es elegido el problema es no restringido y el procedimiento para.

Paso 5. Ejecutada la operación de pivoteo (usando la regla de arcos de salida de la base), va al paso 2.

Paso 6. La solución óptima ha sido lograda.

Por el método exacto de Ramificación y Acotamiento, la solución es la mostrada en la Tabla 3.7:

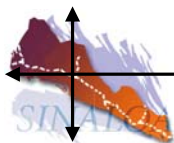
01-12-2006	From Node	Connect To	Distance/Cost		From Node	Connect To	Distance/Cost
1	Node1	Node4	3675.25	7	Node11	Node10	3653.110
2	Node4	Node8	3647.680	8	Node10	Node3	0
3	Node8	Node2	3692.930	9	Node3	Node6	3654.480
4	Node2	Node7	3610.550	10	Node6	Node9	3889.350
5	Node7	Node5	3775.480	11	Node9	Node1	3603.74
6	Node5	Node11	3801.850				
	Total	Minimal	Traveling	Distance	or Cost	=	37,004.42
	(Result	from	Branch	and	Bound	Method]	

Tabla 3.7 Solución con Ramificación y Acotamiento

Resumen de resultados:

Método	Solución (\$)
Nearest Neighbor	41,655.85
Cheapest Insertion	37,004.42
Two-way Exchange Improvement	36,967.48
Branch and Bound Method	37,004.42

Observaciones, una vez realizado esto necesitamos analizar los resultados, ya que la mejor opción es con la opción de Two-way Exchange Improvement,



De tal manera que el recorrido de la brigada que muestreará este Estado es el mostrado en la Tabla 3.8:

Nodo inicial			Nodo destino		
Nodo	Municipio	Localidad	Nodo	Municipio	Localidad
4	AHOME	ESMERALDA, LA	8	GUASAVE	GUAYPARIME
8	GUASAVE	GUAYPARIME	1	GUASAVE	SAN FERNANDO
1	GUASAVE	SAN FERNANDO	9	GUASAVE	ROBERTO BARRIOS
9	GUASAVE	ROBERTO BARRIOS PUEBLO PIDER (LOS ARROYITOS)	6	ELOTA	MARMOL DE SALCIDO (MARMOL)
6			3		
3	ELOTA	MARMOL DE SALCIDO (MARMOL)	10	MAZATLAN	MARMOL DE SALCIDO (MARMOL)
10	MAZATLAN	MARMOL DE SALCIDO (MARMOL)	11	MAZATLAN	MARMOL DE SALCIDO (MARMOL)
11	SAN IGNACIO	SAN JAVIER RINCON DE LOS MONTES, EL	5	SAN IGNACIO	SAN JAVIER RINCON DE LOS MONTES, EL
5			7		
7	BADIRAGUATO	TETAROBITA	2	FUERTE, EL	TETAROBITA
2	FUERTE, EL	HORNILLOS, LOS	4	FUERTE, EL	HORNILLOS, LOS
				AHOME	ESMERALDA, LA

Tabla 3.8 Recorrido de la brigada del Caso Sinaloa.

Localidad de inicio sugerida: Mármol de Salcido (Mármol)

Los costos de la brigada son:

Costo por fin de semana, el cual esta integrado por Hospedaje, Alimentos y Equipo Adicional, multiplicado por dos, puesto que el fin de semana se considera de dos días (Sábado y Domingo).

$$[(H) + (A) + (EA)] * 2 = \text{Costo por fin de semana}$$

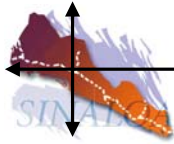
$$[(1,600 + 1,000 + 1,000)]*2 = 7,200$$

El costo total por el número de fines de semana que la brigada requiere para completar su muestreo. Tanto en forma parcial (por cada una de las brigadas) y por el total de ellas.

El número de fines de semana que la brigada permanece puede ser a lo más 3; la asignación de el costo es de acuerdo a la cantidad “Costo por fin de semana” multiplicada por un factor que se muestra en la siguiente tabla:

Días que la brigada esta en campo (d)	Factor de multiplicación
Si $1 < d < 10$	1
Si $10 \leq d < 15$	2
Si $d \geq 15$	3

Tabla 3.10 Factor de multiplicación por fines de semana que las brigadas permanecen en campo.



Puesto que la brigada solo se mantiene dos fines de semana, su costo desde 14,400 ($7,200 \times 2$). El costo de activación corresponde a la localidad de Mármol de Salcido (Mármol) ya que se encuentra en el municipio de Mazatlán y hay un aeropuerto cercano.

La localidad de inicio es aquella que cuente con una población relativamente grande para evitar grandes complicaciones para llegar y encontrar lugares para hospedarse, comer sanamente y establecer el contacto con el centro de operaciones en el Distrito Federal. Además se considera la localidad que está más cercana a un aeropuerto. Además de la localidad sugerida de inicio se presentan el municipio al que pertenecen y el Estado; Finalmente se presenta el costo total de la brigada.

Número de brigadas	Costo de viajes	Costo de activación	Costo total de fines de semana	Total de viajes	Costo Total
1	36,967.48	1080.42633	\$ 14,400.00	38,047.91	52,447.91



III.3.CASO RESTO DE LOS ESTADOS

En esta sección del capítulo se aborda el problema general, igual que en el Caso Sinaloa contamos con las distancias de una localidad a otra y de cada una de ellas a la Ciudad de México, lo cual es nuestro primer insumo.

En cada uno de los resultados se encuentran los siguientes datos:

Costo Total .- Hace referencia a la distancia total que recorren las brigadas en conjunto.

Número de iteraciones que realizó el programa para obtener la solución.

Número de iteraciones degeneradas, lo cual indica movimientos que pueden hacerse sin que el valor de la medida de desempeño cambie.

Mejor solución encontrada.- Que en este caso coincide con el Costo Total.

Una tabla en la que se registran, nodos y nodos a los que se asocian otros nodos, Número de fines de semana en los que incurren las brigadas enviadas, para esto último los costos están asociados a la Tabla 2.5. Siguiendo la consideración de costos integrados por Hospedaje, Alimentos y Equipo Adicional, multiplicado por dos.

$$[(H) + (A) + (EA)] * 2 = \text{Costo por fin de semana}$$

$$[(1,600 + 1,000 + 1,000)]*2 = 7,200$$

Así por ejemplo: si la brigada estuvo fuera 15 días exactos, la cantidad de 7,200 se multiplica por 3, si estuvo afuera 14 días se multiplica solo por dos, si estuvo fuera 9 días se multiplica por uno.

El costo total por el número de fines de semana que cada brigada requiere para completar su muestreo. Tanto en forma parcial (por cada una de las brigadas) y por el total de ellas.

III.3.1. Solución para Seis Brigadas

Para el caso de seis brigadas se extrapola los días disponibles para realizar el muestreo, extendiéndose hasta 16 días para poder cubrir 93 localidades.

En el siguiente bloque de tablas se presentan los resultados obtenidos al correr el programa en FORTRAN.

*****COSTO TOTAL*****	17,723.90
NUMERO DE ITERACIONES	172
NUMERO DE ITERACIONES DEGENERADAS	79
MEJOR SOLUCION ENCONTRADA	17,723.90

a. Datos de ejecución.



	NODOS ASOCIADOS CON EL NODO 53	NODOS ASOCIADOS CON EL NODO 14	NODOS ASOCIADOS CON EL NODO 88	NODOS ASOCIADOS CON EL NODO 83	NODOS ASOCIADOS CON EL NODO 33	NODOS ASOCIADOS CON EL NODO 37
1	29	2	23	6	1	18
2	31	3	24	8	34	19
3	32	4	25	10	35	20
4	54	5	26	16	36	21
5	55	7	27	67	42	22
6	56	9	28	68	44	30
7	57	11	47	79	48	38
8	58	12	49	80	52	39
9	59	13	50	81	64	40
10	61	15	51	82	65	41
11	62	17	87	84	66	43
12	63	60	89	85	69	45
13	73	74	90	86	70	46
14	76	75	91		71	93
15	77	78	92		72	
Total	16	16	16	14	16	15

b. Agrupación de localidades.

Esta asociación de nodos da como resultado la matriz de adyacencia mostrada en el **Anexo 3.A.** de la cual al realizarse la sumaproducto³ por la matriz de costos, se obtienen los resultados de costos correspondientes al empleo de 6 brigadas:

Número de brigadas	6
Costo de viajes	\$ 393,312.96
Costo de activación	\$ 172,000.00
Costo total para 6 brigadas	\$ 565,312.96

También se obtiene el número de fines de semana necesarios para cubrir las localidades, recordando que para seis brigadas, es un caso especial donde se permite exceder por un día los días disponibles del proyecto, en la fase de muestreo.

Brigada	Número de fines de	Costo por fin de semana	Costo total finde semana
1	3	\$ 7,200.00	\$ 21,600.00
2	3	\$ 7,200.00	\$ 21,600.00
3	3	\$ 7,200.00	\$ 21,600.00
4	2	\$ 7,200.00	\$ 14,400.00
5	3	\$ 7,200.00	\$ 21,600.00
6	3	\$ 7,200.00	\$ 21,600.00
Total de fines de semana todas las brigadas			\$ 122,400.00

c. Costos por fines de semana.

Tablas 3.11. a; b; c; para la solución de emplear 6 brigadas.

³ Fórmula de Excel.



III.3.2. Solución para Siete Brigadas

*****COSTO TOTAL *****	15,723.86
NUMERO DE ITERACIONES	243
NUMERO DE ITERACIONES DEGENERADAS	150
MEJOR SOLUCION ENCONTRADA	15,723.86

a. Datos de ejecución.

	NODOS ASOCIADOS CON EL NODO	NODOS ASOCIADOS CON EL NODO	NODOS ASOCIADOS CON EL NODO	NODOS ASOCIADOS CON EL NODO	NODOS ASOCIADOS CON EL NODO	NODOS ASOCIADOS CON EL NODO	NODOS ASOCIADOS CON EL NODO
	44	52	83	24	12	37	54
1	1	33	6	23	2	18	53
2	31	34	8	25	3	19	55
3	32	35	10	26	4	20	56
4	42	47	16	27	5	21	57
5	43	48	67	28	7	22	58
6	45	49	79	87	9	29	59
7	46	50	80	88	11	30	61
8	64	51	81	89	13	36	62
9	65	66	82	90	14	38	63
10	72	69	84	91	15	39	74
11	73	70	85	92	17	40	75
12		71	86	93	60	41	76
13					68		78
Total	11	12	12	12	13	12	13

b. Agrupación de localidades.

Esta asociación de nodos da como resultado la matriz de adyacencia mostrada en el **Anexo 3.B.** de la cual al realizarse la sumaproducto por la matriz de costos, se obtienen los siguientes resultados:

Número de brigadas	7
Costo de viajes	\$ 383,589.96
Costo de activación	\$ 199,900.00
Costo total para 7 brigadas	\$ 583,489.96

También se obtiene el número de fines de semana necesarios para cubrir las localidades.

Brigada	Número de fines de semana	Costo por fin de semana	Costo total finde semana
1	2	\$ 7,200.00	\$ 14,400.00
2	2	\$ 7,200.00	\$ 14,400.00
3	2	\$ 7,200.00	\$ 14,400.00
4	2	\$ 7,200.00	\$ 14,400.00
5	2	\$ 7,200.00	\$ 14,400.00
6	2	\$ 7,200.00	\$ 14,400.00
7	2	\$ 7,200.00	\$ 14,400.00
Total de fines de semana todas las brigadas			\$ 100,800.00

c. Costos por fines de semana.

Tablas 3.12. a; b; c; para la solución de emplear 7 brigadas.



III.3.3. Solución para Ocho Brigadas

*****COSTO TOTAL *****	10,859.12
NUMERO DE ITERACIONES	125
NUMERO DE ITERACIONES DEGENERADAS	32
MEJOR SOLUCION ENCONTRADA	10,859.12

a. Datos de ejecución.

	ASOCIADOS CON EL NODO 5	ASOCIADOS CON EL NODO 52	ASOCIADOS CON EL NODO 13	ASOCIADOS CON EL NODO 80	ASOCIADOS CON EL NODO 54	ASOCIADOS CON EL NODO 24	ASOCIADOS CON EL NODO 44	ASOCIADOS CON EL NODO 38
1	6	33	2	79	31	23	1	18
2	7	35	3	81	53	25	29	19
3	9	47	4	82	55	26	30	20
4	12	48	8	83	56	27	32	21
5	14	49	10	84	57	28	34	22
6	15	50	11	85	58	87	36	37
7	16	51	17	86	59	88	42	39
8	60	66			61	90	43	40
9	67	69			62	91	45	41
10	68	70			63		46	93
11	74	71			73		64	
12	75	89			76		65	
13	78	92			77		72	
Total	14	14	8	8	14	10	14	11

b. Agrupación de localidades.

Esta asociación de nodos da como resultado la matriz de adyacencia mostrada en el Anexo 3.C. de la cual al realizarse la sumaproducto por la matriz de costos, se obtienen los siguientes resultados:

Número de brigadas	8
Costo de viajes	\$ 315,950.74
Costo de activación	\$ 233,500.00
Costo total para 8 brigadas	\$ 549,450.74

También se obtiene el número de fines de semana necesarios para cubrir las localidades.

Brigada	Número de fines de semana	Costo por fin de semana	Costo total finde semana
1	2	\$ 7,200.00	\$ 14,400.00
2	2	\$ 7,200.00	\$ 14,400.00
3	1	\$ 7,200.00	\$ 7,200.00
4	1	\$ 7,200.00	\$ 7,200.00
5	2	\$ 7,200.00	\$ 14,400.00
6	2	\$ 7,200.00	\$ 14,400.00
7	2	\$ 7,200.00	\$ 14,400.00
8	2	\$ 7,200.00	\$ 14,400.00
Total de fines de semana todas las brigadas			\$100,800.00

c. Costos por fines de semana.

Tablas 3.13. a; b; c; para la solución de emplear 8 brigadas.



III.3.4. Solución para Nueve Brigadas

*****COSTO TOTAL *****	9,291.67
NUMERO DE ITERACIONES	127
NUMERO DE ITERACIONES DEGENERADAS	34
MEJOR SOLUCION ENCONTRADA	9,291.67

a. Datos de ejecución.

	NODOS ASOCIADOS CON EL NODO	NODOS ASOCIADOS CON EL NODO	NODOS ASOCIADOS CON EL NODO	NODOS ASOCIADOS CON EL NODO	NODOS ASOCIADOS CON EL NODO	NODOS ASOCIADOS CON EL NODO	NODOS ASOCIADOS CON EL NODO	NODOS ASOCIADOS CON EL NODO	NODOS ASOCIADOS CON EL NODO
	7	4	63	45	50	80	24	22	35
1	5	2	31	1	47	79	23	18	33
2	6	3	53	29	48	81	25	19	34
3	9	8	54	30	49	82	26	20	36
4	12	10	55	32	51	83	27	21	64
5	14	11	56	41	52	84	28	37	65
6	15	13	57	42	70	85	87	38	66
7	16	17	58	43	89	86	88	39	69
8	60		59	44	92		90	40	71
9	67		61	46			91	93	
10	68		62	72					
11	74		73						
12	75		76						
13	78		77						
Total	13	7	13	10	8	7	9	9	8

b. Agrupación de localidades.

Esta asociación de nodos da como resultado la matriz de adyacencia mostrada en el Anexo 3.D. de la cual al realizarse la sumaproducto por la matriz de costos, se obtienen los siguientes resultados:

Número de brigadas	9
Costo de viajes	\$ 309,961.89
Costo de activación	\$ 259,800.00
Costo total para 9 brigadas	\$ 569,761.89

También se obtiene el número de fines de semana necesarios para cubrir las localidades.

Brigada	Número de fines de semana	Costo por fin de semana	Costo total finde semana
1	2	\$ 7,200.00	\$ 14,400.00
2	1	\$ 7,200.00	\$ 7,200.00
3	2	\$ 7,200.00	\$ 14,400.00
4	2	\$ 7,200.00	\$ 14,400.00
5	1	\$ 7,200.00	\$ 7,200.00
6	1	\$ 7,200.00	\$ 7,200.00
7	1	\$ 7,200.00	\$ 7,200.00
8	1	\$ 7,200.00	\$ 7,200.00
9	1	\$ 7,200.00	\$ 7,200.00
Total de fines de semana todas las brigadas			\$ 86,400.00

c. Costos por fines de semana.

Tablas 3.14. a; b; c; para la solución de emplear 9 brigadas.



III.3.5. Solución para Diez Brigadas

*****COSTO TOTAL *****	8,609.42
NUMERO DE ITERACIONES	140
NUMERO DE ITERACIONES DEGENERADAS	47
MEJOR SOLUCION ENCONTRADA	8,609.42

a. Datos de ejecución.

	NODOS ASOCIADOS CON EL NODO	NODOS ASOCIADOS CON EL NODO	NODOS ASOCIADOS CON EL NODO	NODOS ASOCIADOS CON EL NODO	NODOS ASOCIADOS CON EL NODO	NODOS ASOCIADOS CON EL NODO	NODOS ASOCIADOS CON EL NODO	NODOS ASOCIADOS CON EL NODO	NODOS ASOCIADOS CON EL NODO	NODOS ASOCIADOS CON EL NODO
	46	62	7	13	50	80	24	73	33	22
1	1	31	5	2	47	79	23	58	34	18
2	29	32	6	3	48	81	25	64	35	19
3	30	53	9	4	49	82	26	65	36	20
4	41	54	12	8	51	83	27	72	66	21
5	42	55	14	10	52	84	28	76	69	37
6	43	56	15	11	70	85	87	77	71	38
7	44	57	16	17	89	86	88			39
8	45	59	60		92		90			40
9		61	67				91			93
10		63	68							
11			74							
12			75							
13			78							
Total	8	10	13	7	8	7	9	6	6	9

b. Agrupación de localidades.

Esta asociación de nodos da como resultado la matriz de adyacencia mostrada en el Anexo 3.E. de la cual al realizarse la sumaproducto por la matriz de costos, se obtienen los siguientes resultados:

Número de brigadas	10
Costo de viajes	\$ 305,806.65
Costo de activación	\$ 286,100.00
Costo total para 10 brigadas	\$ 591,906.65

También se obtiene el número de fines de semana necesarios para cubrir las localidades.

Brigadas	Número de fines de semana	Costo por fin de semana	Costo total finde semana
1	1	\$ 7,200.00	\$ 7,200.00
2	2	\$ 7,200.00	\$ 14,400.00
3	2	\$ 7,200.00	\$ 14,400.00
4	1	\$ 7,200.00	\$ 7,200.00
5	1	\$ 7,200.00	\$ 7,200.00
6	1	\$ 7,200.00	\$ 7,200.00
7	1	\$ 7,200.00	\$ 7,200.00
8	1	\$ 7,200.00	\$ 7,200.00
9	1	\$ 7,200.00	\$ 7,200.00
10	1	\$ 7,200.00	\$ 7,200.00
Total de fines de semana todas las brigadas			\$ 86,400.00

c. Costos por fines de semana.

Tablas 3.14. a; b; c; para la solución de emplear 10 brigadas.



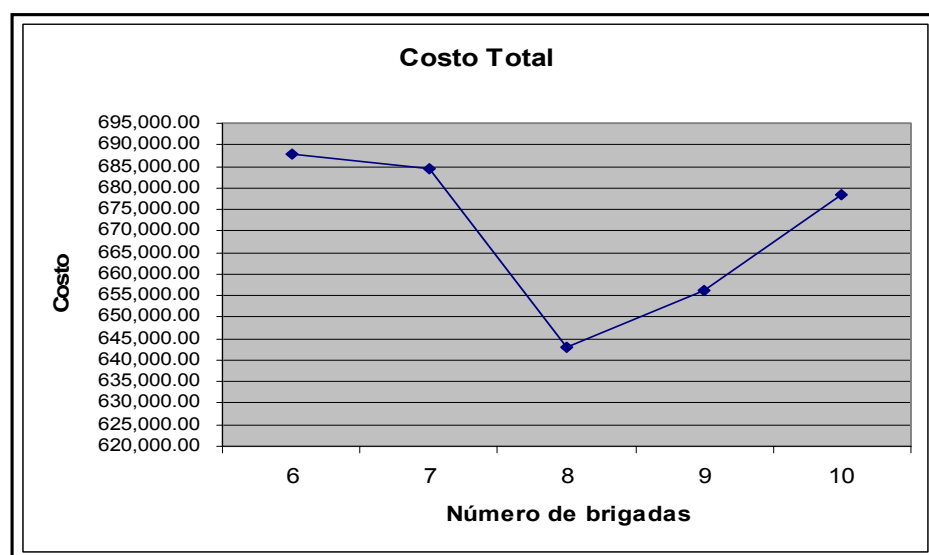
III.4. RESULTADOS RESTO DE LOS ESTADOS

En la tabla siguiente se muestran el compendio de resultados, en cuanto a costos, obtenidos para cada una de las brigadas.

Número de brigadas	Costo de viajes	Costo de activación	Costo total de fines de semana	Total de viajes	Costo Total
6	393,312.96	172,000.00	\$ 122,400.00	565,312.96	687,712.96
7	383,589.96	199,900.00	100,800.00	583,489.96	684,289.96
8	315,950.74	233,500.00	93,600.00	549,450.74	643,050.74
9	309,961.89	259,800.00	86,400.00	569,761.89	656,161.89
10	305,806.65	286,100.00	86,400.00	591,906.65	678,306.65

Tabla 3.15 Costos finales a los modelos de 6, 7, 8,9 y 10 brigadas.

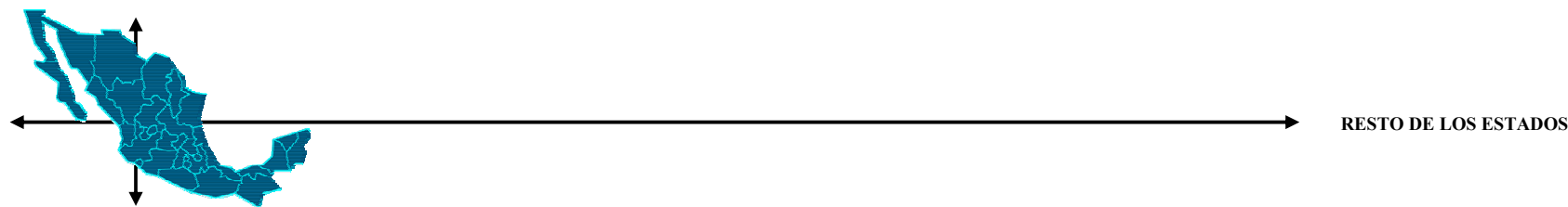
En esta tabla se registra los costos finales del modelo para 6,7,8,9 y 10 brigadas tiene su mínimo valor con 8 brigadas, de manera gráfica, se percibe mejor esta situación, vea **Gráfica 3.1**. Por lo que la elección para el resto de los estados es enviar 8 brigadas.



Gráfica 3.1 Costos asociados al número de brigadas empleadas.

Se han establecidos los dos primeros pasos de la metodología planteada, Agrupación de localidades a muestrear por cada una de las brigadas y el número de brigadas a emplear para cubrir todas las localidades.

Solo hace falta definir las rutas para cada una de ellas, para ello seguimos los pasos descritos en el caso Sinaloa, ya que estamos ante la solución al Problema del Agente Viajero.



III.5. ESTABLECIMIENTO DE RUTAS

A continuación se ejecuta el programa WINQSB sobre los nodos agrupados para 8 brigadas, cabe aclarar que una vez ejecutado este programa, las brigadas pueden iniciar desde cualquier punto, puesto que se genera un circuito hamiltoniano. Aún así se sugiere la localidad de inicio la más cercana al Distrito Federal. Si el radio de cercanía de la localidad más cercana al Distrito Federal, es superior a 450 Km. las brigadas llegarán a esa localidad en avión, de lo contrario pueden llegar a ellas en coche, para las brigadas que empleen este último medio de transporte la localidad de inicio es precisamente la más cercana respecto al Distrito Federal verificando que exista una población relativamente grande a la cual no se tengan grandes complicaciones para llegar y encontrar lugares para hospedarse, comer sanamente y establecer el contacto con el centro de operaciones en el Distrito Federal. En el caso de brigadas que lleguen en avión se considera la localidad que esté más cercana a un aeropuerto. Además de la localidad sugerida de inicio se presentan el municipio al que pertenecen y el estado; finalmente se presenta el costo total de la brigada.

Una vez que se ha tomado la decisión de emplear 9 brigadas (incluyendo a la brigada que visita Sinaloa), se define la matriz con las localidades a visitar por cada una de las brigadas.

III.5.1. Ruta Brigada 1

La brigada 1 debe muestrear, las localidades mostradas en la Tabla 3.16, estas localidades se encuentran en una matriz de costos, para introducirse en el software de solución WINQSB, y resolver el Problema del Agente Viajero mediante su módulo Network Modelling, en su opción Two-way Exchange Improvement, ya que fue este medio como se obtuvieron mejores resultados en el Caso Sinaloa.



RESTO DE LOS ESTADOS

NODO	EDONOM	MUNICIPIO	LOCALIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	CHIAPAS	TECPATAN	HUEVO VICENTE GUERRERO	\$ -	\$ 3,733.85	\$ 3,612.89	\$ 3,704.91	\$ 3,643.50	\$ 3,624.27	\$ 3,607.06	\$ 3,731.06	\$ 3,697.55	\$ 3,690.55	\$ 3,685.58	\$ 3,697.91	\$ 3,701.61	\$ 3,700.19
2	CHIAPAS	CHILON	SALTO DEL TIGRE	\$ 3,733.85	\$ -	\$ 3,732.02	\$ 3,818.80	\$ 3,718.42	\$ 3,730.63	\$ 3,730.16	\$ 3,604.39	\$ 3,819.22	\$ 3,662.67	\$ 3,660.86	\$ 3,830.97	\$ 3,834.68	\$ 3,832.80
3	CHIAPAS	TECPATAN	NUCUPAC	\$ 3,612.89	\$ 3,732.02	\$ -	\$ 3,697.76	\$ 3,631.58	\$ 3,611.40	\$ 3,606.86	\$ 3,729.57	\$ 3,692.43	\$ 3,694.25	\$ 3,688.52	\$ 3,703.13	\$ 3,706.78	\$ 3,705.86
4	CHIAPAS	CINTALAPA	FLOR DE CHIAPAS	\$ 3,704.91	\$ 3,818.80	\$ 3,697.76	\$ -	\$ 3,700.56	\$ 3,693.23	\$ 3,703.34	\$ 3,817.37	\$ 3,618.69	\$ 3,791.27	\$ 3,785.04	\$ 3,697.21	\$ 3,698.59	\$ 3,701.85
5	CHIAPAS	SAN FERNANDO	PORTILLO, EL	\$ 3,643.50	\$ 3,718.42	\$ 3,631.58	\$ 3,700.56	\$ -	\$ 3,621.49	\$ 3,636.44	\$ 3,716.87	\$ 3,701.10	\$ 3,696.24	\$ 3,689.12	\$ 3,729.93	\$ 3,733.45	\$ 3,733.16
6	CHIAPAS	TECPATAN	EDEN, EL (AGUA ESCONDIDA)	\$ 3,624.27	\$ 3,730.63	\$ 3,611.40	\$ 3,693.23	\$ 3,621.49	\$ -	\$ 3,617.80	\$ 3,728.51	\$ 3,690.01	\$ 3,698.09	\$ 3,691.81	\$ 3,709.48	\$ 3,713.06	\$ 3,712.53
7	CHIAPAS	TECPATAN	PORVENIR, EL	\$ 3,607.06	\$ 3,730.16	\$ 3,606.86	\$ 3,703.34	\$ 3,636.44	\$ 3,617.80	\$ -	\$ 3,727.53	\$ 3,697.19	\$ 3,689.71	\$ 3,684.29	\$ 3,702.81	\$ 3,706.49	\$ 3,705.29
8	CHIAPAS	TUMBALA	PROGRESO AGUA AZUL	\$ 3,731.06	\$ 3,604.39	\$ 3,729.57	\$ 3,817.37	\$ 3,716.87	\$ 3,728.51	\$ 3,727.53	\$ -	\$ 3,817.45	\$ 3,658.42	\$ 3,656.78	\$ 3,827.93	\$ 3,831.64	\$ 3,829.70
9	OAXACA	SAN MIGUEL CHIMALAP	SAN ANTONIO MORELOS Y P. (LOMA TRISTE 2A. SECC.)	\$ 3,697.55	\$ 3,819.22	\$ 3,692.43	\$ 3,618.69	\$ 3,701.10	\$ 3,690.01	\$ 3,697.19	\$ 3,817.45	\$ -	\$ 3,786.68	\$ 3,780.91	\$ 3,678.59	\$ 3,679.92	\$ 3,683.22
10	TABASCO	TACOTALPA	GRAN PODER	\$ 3,690.55	\$ 3,662.67	\$ 3,694.25	\$ 3,791.27	\$ 3,696.24	\$ 3,698.09	\$ 3,689.71	\$ 3,658.42	\$ 3,786.68	\$ -	\$ 3,607.67	\$ 3,780.55	\$ 3,784.18	\$ 3,781.59
11	TABASCO	TACOTALPA	CHUNIAPAN DE ARRIBA	\$ 3,685.58	\$ 3,660.86	\$ 3,688.52	\$ 3,785.04	\$ 3,689.12	\$ 3,691.81	\$ 3,684.29	\$ 3,656.78	\$ 3,780.91	\$ 3,607.67	\$ -	\$ 3,777.46	\$ 3,781.12	\$ 3,778.68
12	VERACRUZ-LLAVE	UXPANAPA	HIDALGO AMAJAC	\$ 3,697.91	\$ 3,830.97	\$ 3,703.13	\$ 3,697.21	\$ 3,729.93	\$ 3,709.48	\$ 3,702.81	\$ 3,827.93	\$ 3,678.59	\$ 3,780.55	\$ 3,777.46	\$ -	\$ 3,603.71	\$ 3,604.65
13	VERACRUZ-LLAVE	UXPANAPA	JOSE GUADALUPE RODRIGUEZ (LA JOTA)	\$ 3,701.61	\$ 3,834.68	\$ 3,706.78	\$ 3,698.59	\$ 3,733.45	\$ 3,713.06	\$ 3,706.49	\$ 3,831.64	\$ 3,679.92	\$ 3,784.18	\$ 3,781.12	\$ 3,603.71	\$ -	\$ 3,604.61
14	VERACRUZ-LLAVE	MINATITLAN		\$ 3,700.19	\$ 3,932.80	\$ 3,705.86	\$ 3,701.85	\$ 3,733.16	\$ 3,712.53	\$ 3,705.29	\$ 3,829.70	\$ 3,683.22	\$ 3,781.59	\$ 3,778.68	\$ 3,604.65	\$ 3,604.61	\$ -

Tabla 3.16. Matriz de localidades y costos asociados a las localidades a visitar por la brigada 1.

Estos datos son introducidos a WINQSB y después de ejecutar el programa se obtiene el resultado mostrado en la Tabla 3.17:

From Node	Connect To	Distance/Cost		From Node	Connect To	Distance/Cost
Node11	Node10	3607.670	8	Node13	Node14	3604.610
Node10	Node8	3658.420	9	Node14	Node12	3604.650
Node8	Node2	3604.390	10	Node12	Node1	3697.910
Node2	Node5	3718.420	11	Node1	Node7	3607.060
Node5	Node4	3700.560	12	Node7	Node3	3606.860
Node4	Node9	3618.690	13	Node3	Node6	3611.400
Node9	Node13	3679.920	14	Node6	Node11	3691.810
Total	Minimal	Traveling	Distance	or Cost	=	51,012.36
(Result	from	Two-way	Exchange	Improvement	Heuristic)	

Tabla 3.17. Recorrido que debe hacer la Brigada 1.



RESTO DE LOS ESTADOS

Distancia más cercana al Distrito Federal: 626.3969 Km.
 Vehículo para llegar: avión
 Localidad inicial sugerida: Portillo, El
 Municipio de la localidad de inicio: San Fernando
 Estado de la localidad de inicio: Chiapas
 Costo de la brigada 1: 51,012.36

III.5.2. Ruta Brigada 2

La brigada 2 debe muestrear, las localidades mostradas en la Tabla 3.18, estas localidades se encuentran en una matriz de costos, para introducirse en el software de solución WINQSB, y resolver el Problema del Agente Viajero mediante su módulo Network Modelling, en su opción “Two-way Exchange Improvement”, ya que fue este medio como se obtuvieron mejores resultados en el caso Sinaloa.

NODO	EDONOM	MUNICIPIO	LOCALIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	HIDALGO	TEPEHUACAN DE GUERRERO	TENANGO	\$ -	\$ 3,608.30	\$ 3,885.87	\$ 3,876.96	\$ 3,964.65	\$ 3,961.41	\$ 8,600.00	\$ 3,882.72	\$ 3,658.75	\$ 3,769.37	\$ 3,933.58	\$ 3,746.97	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00
2	HIDALGO	TEPEHUACAN DE GUERRERO	COYUTLA	\$ 3,608.30	\$ -	\$ 3,890.06	\$ 3,881.20	\$ 8,600.00	\$ 3,964.73	\$ 8,600.00	\$ 3,886.79	\$ 3,657.94	\$ 3,765.58	\$ 3,935.56	\$ 3,747.52	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00
3	NUEVO LEON	DOCTOR ARROYO	SAN JOSE DE FLORES	\$ 3,885.87	\$ 3,890.06	\$ -	\$ 3,609.25	\$ 3,690.04	\$ 3,684.03	\$ 3,726.80	\$ 3,605.42	\$ 3,843.15	\$ 3,843.03	\$ 3,700.14	\$ 3,769.31	\$ 3,732.65	\$ 3,790.41
4	NUEVO LEON	MIER Y NORIEGA	SAN ANTONIO DE ALAMITOS	\$ 3,876.96	\$ 3,881.20	\$ 3,609.25	\$ -	\$ 3,698.87	\$ 3,693.02	\$ 3,734.08	\$ 3,608.89	\$ 3,834.73	\$ 3,837.36	\$ 3,705.72	\$ 3,762.18	\$ 3,740.32	\$ 3,795.56
5	NUEVO LEON	GALEANA	PRESITA DE BERLANGA, LA	\$ 3,964.65	\$ 8,600.00	\$ 3,690.04	\$ 3,698.87	\$ -	\$ 3,608.14	\$ 3,654.13	\$ 3,690.48	\$ 3,915.99	\$ 3,887.48	\$ 3,661.08	\$ 3,831.47	\$ 3,706.47	\$ 3,788.88
6	NUEVO LEON	GALEANA	MARGARITAS	\$ 3,961.41	\$ 3,964.73	\$ 3,684.03	\$ 3,693.02	\$ 3,608.14	\$ -	\$ 3,661.91	\$ 3,684.82	\$ 3,913.50	\$ 3,888.00	\$ 3,665.66	\$ 3,829.95	\$ 3,700.76	\$ 3,782.41
7	NUEVO LEON	LINARES	SAN FRANCISCO (SAN FRANCISCO TENAMAXTLE)	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,726.80	\$ 3,734.08	\$ 3,654.13	\$ 3,661.91	\$ -	\$ 3,725.19	\$ 3,920.84	\$ 3,872.70	\$ 3,640.52	\$ 3,831.71	\$ 3,757.03	\$ 3,840.86
8	NUEVO LEON	MIER Y NORIEGA	PALOMAS, LAS (LAJILLAS)	\$ 3,882.72	\$ 3,886.79	\$ 3,605.42	\$ 3,608.89	\$ 3,690.48	\$ 3,684.82	\$ 3,725.19	\$ -	\$ 3,839.36	\$ 3,837.87	\$ 3,697.21	\$ 3,764.66	\$ 3,737.18	\$ 3,795.72
9	SAN LUIS POTOSI	TAMPAMOLON CORONA	TZAPUJA	\$ 3,658.75	\$ 3,657.94	\$ 3,843.15	\$ 3,834.73	\$ 3,915.99	\$ 3,913.50	\$ 3,920.84	\$ 3,839.36	\$ -	\$ 3,715.34	\$ 3,880.32	\$ 3,690.28	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00
10	TAMAULIPAS	ALTAMIRA	MACLOVIO HERRERA (MIRADORES)	\$ 3,769.37	\$ 3,765.58	\$ 3,843.03	\$ 3,837.36	\$ 3,887.48	\$ 3,888.00	\$ 3,872.70	\$ 3,837.87	\$ 3,715.34	\$ -	\$ 3,835.47	\$ 3,686.39	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00
11	TAMAULIPAS	HIDALGO	NORIA, LA	\$ 3,933.58	\$ 3,935.56	\$ 3,700.14	\$ 3,705.72	\$ 3,661.08	\$ 3,665.66	\$ 3,640.52	\$ 3,697.21	\$ 3,880.32	\$ 3,835.47	\$ -	\$ 3,791.31	\$ 3,766.22	\$ 3,846.50
12	TAMAULIPAS	MANTE, EL	NUEVA UNION, LA	\$ 3,746.97	\$ 3,747.52	\$ 3,769.31	\$ 3,762.18	\$ 3,831.47	\$ 3,829.95	\$ 3,831.71	\$ 3,764.66	\$ 3,690.28	\$ 3,686.39	\$ 3,791.31	\$ -	\$ 3,901.82	\$ 3,954.92
13	ZACATECAS	CONCEPCION DEL ORO	MORELOS (SAN RAFAEL)	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,732.65	\$ 3,740.32	\$ 3,706.47	\$ 3,700.76	\$ 3,757.03	\$ 3,737.18	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,766.22	\$ 3,901.82	\$ -	\$ 3,684.35
14	ZACATECAS	MAZAPIL	BANDERITA DOS	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,790.41	\$ 3,795.56	\$ 3,788.88	\$ 3,782.41	\$ 3,840.86	\$ 3,795.72	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,846.50	\$ 3,954.92	\$ 3,684.35	\$ -

Tabla 3.18. Matriz de localidades y costos asociados a las localidades a visitar por la brigada 2.



RESTO DE LOS ESTADOS

From Node	Connect To	Distance/Cost		From Node	Connect To	Distance/Cost
Node4	Node8	3608.890	8	Node7	Node11	3640.520
Node8	Node3	3605.420	9	Node11	Node10	3835.470
Node3	Node14	3790.410	10	Node10	Node2	3765.580
Node14	Node13	3684.350	11	Node2	Node1	3608.300
Node13	Node6	3700.76	12	Node1	Node9	3658.75
Node6	Node5	3608.140	13	Node9	Node12	3690.280
Node5	Node7	3654.130	14	Node12	Node4	3762.180
Total	Minimal	Traveling	Distance	or Cost	=	51,613.18
(Result	from	Two-way	Exchange	Improvement	Heuristic)	

Tabla 3.19. Recorrido que debe hacer la Brigada 2.

Distancia más cercana al Distrito Federal: 251.715 Km.

Vehículo para llegar: coche

Localidad inicial sugerida: Tenango

Municipio de la localidad de inicio: Tepehuacán de Guerrero

Estado de la localidad de inicio: Hidalgo

Costo de la brigada 2: 51,613.18



RESTO DE LOS ESTADOS

III.5.3. Ruta Brigada 3

La brigada 3 debe muestrear, las localidades mostradas en la Tabla 3.20, estas localidades se encuentran en una matriz de costos, para introducirse en el software de solución WINQSB, y resolver el Problema del Agente Viajero mediante su módulo Network Modelling, en su opción Two-way Exchange Improvement, ya que fue este medio como se obtuvieron mejores resultados en el caso Sinaloa.

NODO	EDONOM	MUNICIPIO	LOCALIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8
1	CHIAPAS	MAPASTEPEC	GRAL. NICOLAS BRAVO	\$ -	\$ 3,610.06	\$ 3,643.11	\$ 3,734.19	\$ 3,734.66	\$ 3,608.92	\$ 3,640.17	\$ 3,688.27
2	CHIAPAS	MAPASTEPEC	NUEVA COSTA RICA	\$ 3,610.06	\$ -	\$ 3,646.06	\$ 3,741.33	\$ 3,741.84	\$ 3,605.04	\$ 3,643.48	\$ 3,697.63
3	CHIAPAS	SILTEPEC	NUBES, LAS	\$ 3,643.11	\$ 3,646.06	\$ -	\$ 3,700.84	\$ 3,701.45	\$ 3,649.40	\$ 3,603.24	\$ 3,673.89
4	CHIAPAS	INDEPENDENCIA, LA	MIRADOR	\$ 3,734.19	\$ 3,741.33	\$ 3,700.84	\$ -	\$ 3,600.80	\$ 3,742.77	\$ 3,701.98	\$ 3,663.83
5	CHIAPAS	INDEPENDENCIA, LA	UNION, LA	\$ 3,734.66	\$ 3,741.84	\$ 3,701.45	\$ 3,600.80	\$ -	\$ 3,743.26	\$ 3,702.57	\$ 3,663.87
6	CHIAPAS	MAPASTEPEC	SAN JOSE	\$ 3,608.92	\$ 3,605.04	\$ 3,649.40	\$ 3,742.77	\$ 3,743.26	\$ -	\$ 3,646.67	\$ 3,697.13
7	CHIAPAS	SILTEPEC	SAN JOSE	\$ 3,640.17	\$ 3,643.48	\$ 3,603.24	\$ 3,701.98	\$ 3,702.57	\$ 3,646.67	\$ -	\$ 3,672.86
8	CHIAPAS	TZIMOL	NUEVA LIBERTAD	\$ 3,688.27	\$ 3,697.63	\$ 3,673.89	\$ 3,663.83	\$ 3,663.87	\$ 3,697.13	\$ 3,672.86	\$ -

Tabla 3.20. Matriz de localidades y costos asociados a las localidades a visitar por la brigada 3.

From Node	Connect To	Distance/Cost		From Node	Connect To	Distance/Cost
Node4	Node3	3700.840	5	Node6	Node1	3608.920
Node3	Node7	3603.24	6	Node1	Node8	3688.270
Node7	Node2	3643.480	7	Node8	Node5	3663.870
Node2	Node6	3605.040	8	Node5	Node4	3600.800
Total	Minimal	Traveling	Distance	or Cost	=	29,114.46
(Result	from	Two-way	Exchange	Improvement	Heuristic)	

Figura 3.21. Recorrido que debe hacer la Brigada 3.



RESTO DE LOS ESTADOS

Distancia más cercana al Distrito Federal: 903.558 Km.

Vehículo para llegar: avión

Localidad inicial sugerida: Gral. Nicolás Bravo

Municipio de la localidad de inicio: Mapastepec

Estado de la localidad de inicio: Chiapas

Costo de la brigada 3: 29,114.46

III.5.4. Ruta Brigada 4

La brigada 4 debe muestrear, las localidades mostradas en la Tabla 3.22, estas localidades se encuentran en una matriz de costos, para introducirse en el software de solución WINQSB, y resolver el Problema del Agente Viajero mediante su módulo Network Modelling, en su opción Two-way Exchange Improvement, ya que fue este medio como se obtuvieron mejores resultados en el caso Sinaloa.

NODO	EDONOM	MUNICIPIO	LOCALIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8
1	YUCATAN	UMAN	PETEC BILTUN	\$ -	\$ 3,777.04	\$ 3,693.72	\$ 3,804.19	\$ 3,695.09	\$ 3,781.38	\$ 3,604.33	\$ 3,805.02
2	YUCATAN	CHEMAX	CHULUTAN	\$ 3,777.04	\$ -	\$ 3,712.15	\$ 3,652.33	\$ 3,714.29	\$ 3,607.38	\$ 3,774.55	\$ 3,656.33
3	YUCATAN	CHACSINKIN	X-BOX	\$ 3,693.72	\$ 3,712.15	\$ -	\$ 3,756.74	\$ 3,603.38	\$ 3,713.33	\$ 3,689.67	\$ 3,759.42
4	YUCATAN	TIZIMIN	CHAN TRES REYES	\$ 3,804.19	\$ 3,652.33	\$ 3,756.74	\$ -	\$ 3,759.37	\$ 3,656.45	\$ 3,802.60	\$ 3,604.47
5	YUCATAN	CHACSINKIN	CHACSINKIN	\$ 3,695.09	\$ 3,714.29	\$ 3,603.38	\$ 3,759.37	\$ -	\$ 3,715.30	\$ 3,691.00	\$ 3,762.09
6	YUCATAN	CHEMAX	LOL-BE	\$ 3,781.38	\$ 3,607.38	\$ 3,713.33	\$ 3,656.45	\$ 3,715.30	\$ -	\$ 3,778.78	\$ 3,660.64
7	YUCATAN	MERIDA	TEXAN CAMARA	\$ 3,604.33	\$ 3,774.55	\$ 3,689.67	\$ 3,802.60	\$ 3,691.00	\$ 3,778.78	\$ -	\$ 3,803.51
8	YUCATAN	TIZIMIN	EDEN, EL	\$ 3,805.02	\$ 3,656.33	\$ 3,759.42	\$ 3,604.47	\$ 3,762.09	\$ 3,660.64	\$ 3,803.51	\$ -

Tabla 3.22. Matriz de localidades y costos asociados a las localidades a visitar por la brigada 4.



RESTO DE LOS ESTADOS

From Node	Connect To	Distance/Cost		From Node	Connect To	Distance/Cost
Node3	Node6	3713.330	5	Node8	Node1	3805.020
Node6	Node2	3607.380	6	Node1	Node7	3604.330
Node2	Node4	3652.330	7	Node7	Node5	3691
Node4	Node8	3604.470	8	Node5	Node3	3603.380
Total	Minimal	Traveling	Distance	or Cost	=	29,281.24
(Result	from	Two-way	Exchange	Improvement	Heuristic)	

Figura 3.23. Recorrido que debe hacer la Brigada 4.

Distancia más cercana al Distrito Federal: 1202.431 Km.

Vehículo para llegar: avión

Localidad inicial sugerida: Texan Cámara

Municipio de la localidad de inicio: Mérida

Estado de la localidad de inicio: Yucatán

Costo de la brigada 4: 29,281.24



RESTO DE LOS ESTADOS

III.5. Ruta Brigada 5

La brigada 5 debe muestrear, las localidades mostradas en la Tabla 3.24, estas localidades se encuentran en una matriz de costos, para introducirse en el software de solución WINQSB, y resolver el Problema del Agente Viajero mediante su módulo Network Modelling, en su opción Two-way Exchange Improvement, ya que fue este medio como se obtuvieron mejores resultados en el caso Sinaloa.

NODO	EDONOM	MUNICIPIO	LOCALIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	GUERRERO	MALINALTEPEC	RANCHO VIEJO	\$ -	\$ 3,750.35	\$ 3,759.82	\$ 3,807.11	\$ 3,727.49	\$ 3,732.96	\$ 3,821.86	\$ 3,705.30	\$ 3,807.11	\$ 3,730.90	\$ 3,753.27	\$ 3,859.01	\$ 3,830.24	\$ 3,869.45
2	OAXACA	TILANTONGO	BUENAVISTA	\$ 3,750.35	\$ -	\$ 3,610.87	\$ 3,661.71	\$ 3,629.53	\$ 3,633.94	\$ 3,685.92	\$ 3,661.16	\$ 3,661.71	\$ 3,630.06	\$ 3,602.96	\$ 3,769.46	\$ 3,728.15	\$ 3,770.22
3	OAXACA	SAN FRANCISCO JALTEPETONGO	SAN FRANCISCO JALTEPETONGO	\$ 3,759.82	\$ 3,610.87	\$ -	\$ 3,656.67	\$ 3,640.36	\$ 3,644.15	\$ 3,675.31	\$ 3,672.01	\$ 3,656.67	\$ 3,640.67	\$ 3,608.15	\$ 3,761.49	\$ 3,719.81	\$ 3,761.48
4	OAXACA	SAN PABLO ETLA	SAN PABLO ETLA	\$ 3,807.11	\$ 3,661.71	\$ 3,656.67	\$ -	\$ 3,679.63	\$ 3,675.03	\$ 3,686.23	\$ 3,705.71	\$ -	\$ 3,676.33	\$ 3,659.39	\$ 3,789.52	\$ 3,748.01	\$ 3,784.18
5	OAXACA	SAN PEDRO MOLINOS	SAN PEDRO MOLINOS	\$ 3,727.49	\$ 3,629.53	\$ 3,640.36	\$ 3,679.63	\$ -	\$ 3,610.80	\$ 3,715.32	\$ 3,631.66	\$ 3,679.63	\$ 3,605.03	\$ 3,632.23	\$ 3,794.01	\$ 3,753.72	\$ 3,796.30
6	OAXACA	SAN PABLO TIJALTEPEC	SAN ISIDRO ALLENDE	\$ 3,732.96	\$ 3,633.94	\$ 3,644.15	\$ 3,675.03	\$ 3,610.80	\$ -	\$ 3,719.38	\$ 3,631.29	\$ 3,675.03	\$ 3,606.03	\$ 3,636.16	\$ 3,801.93	\$ 3,761.15	\$ 3,803.51
7	OAXACA	CUYAMECALCO VILLA DE ZARAGOZA	CIENEGA, LA (GUADALUPE LA CIENEGA)	\$ 3,821.86	\$ 3,685.92	\$ 3,675.31	\$ 3,686.23	\$ 3,715.32	\$ 3,719.38	\$ -	\$ 3,746.74	\$ 3,686.23	\$ 3,715.95	\$ 3,683.42	\$ 3,704.40	\$ 3,664.44	\$ 3,698.00
8	OAXACA	SAN ANDRES CABECERA	VILLA ALTA (SAN COSME LA PAZ)	\$ 3,705.30	\$ 3,661.16	\$ 3,672.01	\$ 3,705.71	\$ 3,631.66	\$ 3,631.29	\$ 3,746.74	\$ -	\$ 3,705.71	\$ 3,632.21	\$ 3,663.88	\$ 3,820.87	\$ 3,781.77	\$ 3,824.52
9	OAXACA	SAN PABLO ETLA	SAN PABLO ETLA	\$ 3,807.11	\$ 3,661.71	\$ 3,656.67	\$ -	\$ 3,679.63	\$ 3,675.03	\$ 3,686.23	\$ 3,705.71	\$ -	\$ 3,676.33	\$ 3,659.39	\$ 3,789.52	\$ 3,748.01	\$ 3,784.18
10	OAXACA	SAN PABLO TIJALTEPEC	BUENA VISTA LA PAZ	\$ 3,730.90	\$ 3,630.06	\$ 3,640.67	\$ 3,676.33	\$ 3,605.03	\$ 3,606.03	\$ 3,715.95	\$ 3,632.21	\$ 3,676.33	\$ -	\$ 3,632.53	\$ 3,796.76	\$ 3,756.17	\$ 3,798.65
11	OAXACA	SANTIAGO TILANTONGO	PROGRESO, EL	\$ 3,753.27	\$ 3,602.96	\$ 3,608.15	\$ 3,659.39	\$ 3,632.23	\$ 3,636.16	\$ 3,683.42	\$ 3,663.88	\$ 3,659.39	\$ 3,632.53	\$ -	\$ 3,768.08	\$ 3,726.63	\$ 3,768.57
12	VERACRUZ-LLAVE	PERLA, LA	CUMBRE DEL ESPAÑOL	\$ 3,859.01	\$ 3,769.46	\$ 3,761.49	\$ 3,789.52	\$ 3,794.01	\$ 3,801.93	\$ 3,704.40	\$ 3,820.87	\$ 3,789.52	\$ 3,796.76	\$ 3,768.08	\$ -	\$ 3,642.15	\$ 3,618.47
13	VERACRUZ-LLAVE	ASTACINGA	ACATITLA	\$ 3,830.24	\$ 3,728.15	\$ 3,719.81	\$ 3,748.01	\$ 3,753.72	\$ 3,761.15	\$ 3,664.44	\$ 3,781.77	\$ 3,748.01	\$ 3,756.17	\$ 3,726.63	\$ 3,642.15	\$ -	\$ 3,642.76
14	VERACRUZ-LLAVE	CORDOBA	SAN ISIDRO PALOTAL	\$ 3,869.45	\$ 3,770.22	\$ 3,761.48	\$ 3,784.18	\$ 3,796.30	\$ 3,803.51	\$ 3,698.00	\$ 3,824.52	\$ 3,784.18	\$ 3,798.65	\$ 3,768.57	\$ 3,618.47	\$ 3,642.76	\$ -

Tabla 3.24. Matriz de localidades y costos asociados a las localidades a visitar por la brigada 5.



RESTO DE LOS ESTADOS

From Node	Connect To	Distance/Cost		From Node	Connect To	Distance/Cost
Node10	Node5	3605.030	8	Node7	Node14	3698
Node5	Node1	3727.49	9	Node14	Node12	3618.470
Node1	Node8	3705.300	10	Node12	Node13	3642.150
Node8	Node6	3631.290	11	Node13	Node3	3719.810
Node6	Node4	3675.030	12	Node3	Node11	3608.150
Node4	Node9	0	13	Node11	Node2	3602.960
Node9	Node7	3686.230	14	Node2	Node10	3630.060
Total	Minimal	Traveling	Distance	or Cost	=	47,549.97
(Result	from	Two-way	Exchange	Improvement	Heuristic)	

Figura 3.25. Recorrido que debe hacer la Brigada 5.

Distancia más cercana al Distrito Federal: 251.431 Km.

Vehículo para llegar: coche

Localidad inicial sugerida: Cumbre del Español

Municipio de la localidad de inicio: Perla, La

Estado de la localidad de inicio: Veracruz Llave

Costo de la brigada 5: 47,549.97



RESTO DE LOS ESTADOS

III.5.6. Ruta Brigada 6

La brigada 6 debe muestrear, las localidades mostradas en la Tabla 3.26, estas localidades se encuentran en una matriz de costos, para introducirse en el software de solución WINQSB, y resolver el Problema del Agente Viajero mediante su módulo Network Modelling, en su opción Two-way Exchange Improvement, ya que fue este medio como se obtuvieron mejores resultados en el caso Sinaloa.

NODO	EDONOM	MUNICIPIO	LOCALIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	DURANGO	GUADALUPE VICTORIA	GENERAL CALIXTO CONTRERAS (COLORADA)	\$ -	\$ 3,620.02	\$ 3,606.06	\$ 3,713.80	\$ 3,789.17	\$ 3,740.66	\$ 3,723.26	\$ 3,710.89	\$ 3,708.67	\$ 3,725.70
2	DURANGO	GUADALUPE VICTORIA	DOS DE ABRIL	\$ 3,620.02	\$ -	\$ 3,626.05	\$ 3,726.87	\$ 3,790.51	\$ 3,757.10	\$ 3,704.37	\$ 3,694.81	\$ 3,692.49	\$ 3,706.92
3	DURANGO	GUADALUPE VICTORIA	GENERAL ALVARO OBREGON	\$ 3,606.06	\$ 3,626.05	\$ -	\$ 3,709.74	\$ 3,789.84	\$ 3,736.31	\$ 3,729.20	\$ 3,715.62	\$ 3,713.44	\$ 3,731.62
4	DURANGO	LERDO	JUAN E. GARCIA	\$ 3,713.80	\$ 3,726.87	\$ 3,709.74	\$ -	\$ 3,887.62	\$ 3,780.91	\$ 3,825.97	\$ 3,763.89	\$ 3,763.01	\$ 3,828.88
5	DURANGO	PUEBLO NUEVO SANTIAGO	MESA DE SAN PEDRO	\$ 3,789.17	\$ 3,790.51	\$ 3,789.84	\$ 3,887.62	\$ -	\$ 3,751.38	\$ 3,793.41	\$ 3,867.69	\$ 3,865.29	\$ 3,792.38
6	DURANGO	PAPASQUIAR	SAN JOSE DE FAVELAS (FAVELAS)	\$ 3,740.66	\$ 3,757.10	\$ 3,736.31	\$ 3,780.91	\$ 3,751.38	\$ -	\$ 3,834.48	\$ 3,851.42	\$ 3,849.16	\$ 3,835.61
7	ZACATECAS	SOMBRERETE	ESTANCIA DE GUADALUPE	\$ 3,723.26	\$ 3,704.37	\$ 3,729.20	\$ 3,825.97	\$ 3,793.41	\$ 3,834.48	\$ -	\$ 3,701.63	\$ 3,699.94	\$ 3,603.16
8	ZACATECAS	GENERAL FRANCISCO R. MURGUIA	BOCAS, LAS	\$ 3,710.89	\$ 3,694.81	\$ 3,715.62	\$ 3,763.89	\$ 3,867.69	\$ 3,851.42	\$ 3,701.63	\$ -	\$ 3,602.45	\$ 3,704.64
9	ZACATECAS	GENERAL FRANCISCO R	PORVENIR, EL (EL PORVENIR DEL CARMEN)	\$ 3,708.67	\$ 3,692.49	\$ 3,713.44	\$ 3,763.01	\$ 3,865.29	\$ 3,849.16	\$ 3,699.94	\$ 3,602.45	\$ -	\$ 3,702.97
10	ZACATECAS	JIMENEZ DEL TEUL	SAN CIPRIANO (EL PUJO DEL POTRERO)	\$ 3,725.70	\$ 3,706.92	\$ 3,731.62	\$ 3,828.88	\$ 3,792.38	\$ 3,835.61	\$ 3,603.16	\$ 3,704.64	\$ 3,702.97	\$ -

Tabla 3.26. Matriz de localidades y costos asociados a las localidades a visitar por la brigada 6.



RESTO DE LOS ESTADOS

From Node	Connect To	Distance/Cost		From Node	Connect To	Distance/Cost
Node8	Node4	3763.890	6	Node1	Node2	3620.020
Node4	Node6	3780.910	7	Node2	Node10	3706.920
Node6	Node5	3751.380	8	Node10	Node7	3603.160
Node5	Node3	3789.840	9	Node7	Node9	3699.940
Node3	Node1	3606.060	10	Node9	Node8	3602.450
Total	Minimal	Traveling	Distance	or Cost	=	36,924.57
(Result	from	Two-way	Exchange	Improvement	Heuristic)	

Figura 3.27. Recorrido que debe hacer la Brigada 6.

Distancia más cercana al Distrito Federal: 770.705 Km.

Vehículo para llegar: avión

Localidad inicial sugerida: Portillo, El

Municipio de la localidad de inicio: San Fernando

Estado de la localidad de inicio: Durango

Costo de la brigada 6: 36,924.57



RESTO DE LOS ESTADOS

III.5.7. Ruta Brigada 7

La brigada 7 debe muestrear, las localidades mostradas en la Tabla 3.28, estas localidades se encuentran en una matriz de costos, para introducirse en el software de solución WINQSB, y resolver el Problema del Agente Viajero mediante su módulo Network Modelling, en su opción Two-way Exchange Improvement, ya que fue este medio como se obtuvieron mejores resultados en el Caso Sinaloa.

NODO	EDONOM	MUNICIPIO	LOCALIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	DF	Cd. De México	Cd. De México	\$ -	\$ 3,827.88	\$ 3,782.89	\$ 3,840.47	\$ 3,776.72	\$ 3,775.83	\$ 3,646.55	\$ 3,642.44	\$ 3,635.46	\$ 3,641.75	\$ 3,645.32	\$ 3,743.25	\$ 3,743.25	\$ 3,716.07
2	GUERRERO	ACAPULCO DE JUAREZ	APALANI	\$ 3,827.88	\$ -	\$ 3,692.07	\$ 3,628.34	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,793.66	\$ 3,793.68	\$ 3,807.02	\$ 3,792.09	\$ 3,785.26	\$ 3,941.20	\$ 3,941.20	\$ 3,911.45
3	GUERRERO	GENERAL HELIODORO	JUNTAS, LAS	\$ 3,782.89	\$ 3,692.07	\$ -	\$ 3,719.48	\$ 3,935.25	\$ 3,935.41	\$ 3,765.60	\$ 3,741.34	\$ 3,775.79	\$ 3,741.38	\$ 3,737.79	\$ 3,918.53	\$ 3,918.53	\$ 3,888.88
4	GUERRERO	SAN MARCOS	TECOMATE PESQUERIA	\$ 3,840.47	\$ 3,628.34	\$ 3,719.48	\$ -	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,802.67	\$ 3,809.33	\$ 3,816.39	\$ 3,807.36	\$ 3,799.94	\$ 3,944.89	\$ 3,944.89	\$ 3,915.59
5	HIDALGO	ZIMAPAN	DEDHO, EL	\$ 3,776.72	\$ 8,600.00	\$ 3,935.25	\$ 8,600.00	\$ -	\$ 3,602.86	\$ 3,821.30	\$ 3,805.21	\$ 3,808.05	\$ 3,807.04	\$ 3,814.43	\$ 3,779.72	\$ 3,779.72	\$ 3,780.97
6	HIDALGO	ZIMAPAN	RINCON, EL	\$ 3,775.83	\$ 8,600.00	\$ 3,935.41	\$ 8,600.00	\$ 3,602.86	\$ -	\$ 3,820.22	\$ 3,804.78	\$ 3,806.92	\$ 3,806.57	\$ 3,813.90	\$ 3,777.11	\$ 3,777.11	\$ 3,778.59
7	MORELOS	AYALA	PALO BLANCO	\$ 3,646.55	\$ 3,793.66	\$ 3,765.60	\$ 3,802.67	\$ 3,821.30	\$ 3,820.22	\$ -	\$ 3,652.15	\$ 3,613.85	\$ 3,648.72	\$ 3,643.41	\$ 3,753.51	\$ 3,753.51	\$ 3,723.64
8	MORELOS	COATLAN DEL RIO	COCOYOTLA	\$ 3,642.44	\$ 3,793.68	\$ 3,741.34	\$ 3,809.33	\$ 3,805.21	\$ 3,804.78	\$ 3,652.15	\$ -	\$ 3,652.03	\$ 3,603.64	\$ 3,611.95	\$ 3,784.62	\$ 3,784.62	\$ 3,756.58
9	MORELOS	AYALA	CAMPO DEL CIMARRON (COLONIA LAS ARBOLEDAS)	\$ 3,635.46	\$ 3,807.02	\$ 3,775.79	\$ 3,816.39	\$ 3,808.05	\$ 3,806.92	\$ 3,613.85	\$ 3,652.03	\$ -	\$ 3,649.06	\$ 3,645.96	\$ 3,742.74	\$ 3,742.74	\$ 3,713.12
10	MORELOS	COATLAN DEL RIO	TEZOQUIPA	\$ 3,641.75	\$ 3,792.09	\$ 3,741.38	\$ 3,807.36	\$ 3,807.04	\$ 3,806.57	\$ 3,648.72	\$ 3,603.64	\$ 3,649.06	\$ -	\$ 3,608.61	\$ 3,783.13	\$ 3,783.13	\$ 3,754.89
11	MORELOS	MAZATEPEC	CUAHUCHICHINOLA	\$ 3,645.32	\$ 3,785.26	\$ 3,737.79	\$ 3,799.94	\$ 3,814.43	\$ 3,813.90	\$ 3,643.41	\$ 3,611.95	\$ 3,645.96	\$ 3,608.61	\$ -	\$ 3,783.94	\$ 3,783.94	\$ 3,755.22
12	PUEBLA	AQUIXTLA	TERRERO, EL	\$ 3,743.25	\$ 3,941.20	\$ 3,918.53	\$ 3,944.89	\$ 3,779.72	\$ 3,777.11	\$ 3,753.51	\$ 3,784.62	\$ 3,742.74	\$ 3,783.13	\$ 3,783.94	\$ -	\$ -	\$ 3,630.00
13	PUEBLA	AQUIXTLA	TERRERO, EL	\$ 3,743.25	\$ 3,941.20	\$ 3,918.53	\$ 3,944.89	\$ 3,779.72	\$ 3,777.11	\$ 3,753.51	\$ 3,784.62	\$ 3,742.74	\$ 3,783.13	\$ 3,783.94	\$ -	\$ -	\$ 3,630.00
14	TLAXCALA	ATLANGATEPEC	RANCHO SANTA ELENA	\$ 3,716.07	\$ 3,911.45	\$ 3,888.88	\$ 3,915.59	\$ 3,780.97	\$ 3,778.59	\$ 3,723.64	\$ 3,756.58	\$ 3,713.12	\$ 3,754.89	\$ 3,755.22	\$ 3,630.00	\$ 3,630.00	\$ -

Tabla 3.28. Matriz de localidades y costos asociados a las localidades a visitar por la brigada 7.



RESTO DE LOS ESTADOS

From Node	Connect To	Distance/Cost		From Node	Connect To	Distance/Cost
Node9	Node7	3613.850	8	Node8	Node1	3642.440
Node7	Node4	3802.670	9	Node1	Node5	3776.720
Node4	Node2	3628.340	10	Node5	Node6	3602.860
Node2	Node3	3692.070	11	Node6	Node12	3777.110
Node3	Node11	3737.790	12	Node12	Node13	0
Node11	Node10	3608.610	13	Node13	Node14	3630
Node10	Node8	3603.640	14	Node14	Node9	3713.120
Total	Minimal	Traveling	Distance	or Cost	=	47,829.22
(Result	from	Two-way	Exchange	Improvement	Heuristic]	

Figura 3.29. Recorrido que debe hacer la Brigada 7.

Distancia más cercana al Distrito Federal: 43.571 Km.

Vehículo para llegar: coche

Localidad inicial sugerida: Campo del Cimarrón (Colonia las Arboledas)

Municipio de la localidad de inicio: Ayala

Estado de la localidad de inicio: Morelos

Costo de la brigada 7: 47,829.22



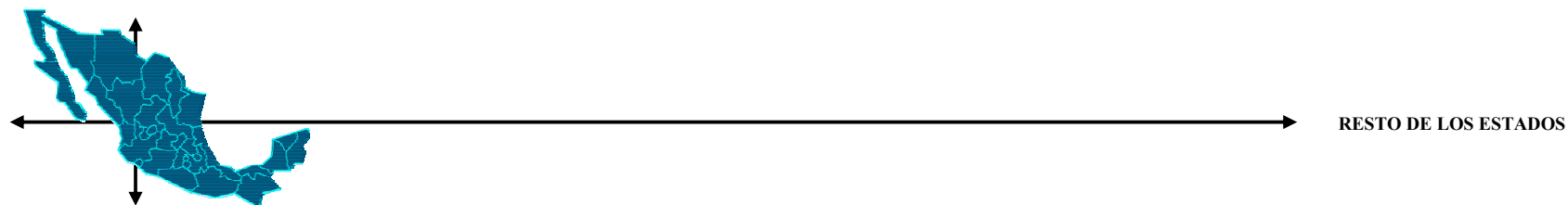
RESTO DE LOS ESTADOS

III.5.8. Ruta Brigada 8

La brigada 8 debe muestrear, las localidades mostradas en la Tabla 3.30, estas localidades se encuentran en una matriz de costos, para introducirse en el software de solución WINQSB, y resolver el Problema del Agente Viajero mediante su módulo Network Modelling, en su opción Two-way Exchange Improvement, ya que fue este medio como se obtuvieron mejores resultados en el Caso Sinaloa.

NODO	EDONOM	MUNICIPIO	LOCALIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	COLIMA	CUAUHTEMOC	SAN JOAQUIN	\$ -	\$ 3,681.52	\$ 3,681.52	\$ 3,607.34	\$ 3,613.02	\$ 3,670.80	\$ 3,670.80	\$ 3,805.43	\$ 3,803.84	\$ 3,844.35	\$ 3,852.09
2	COLIMA	MANZANILLO	CENTRAL, LA	\$ 3,681.52	\$ -	\$ -	\$ 3,677.34	\$ 3,682.07	\$ 3,751.97	\$ 3,751.97	\$ 3,886.71	\$ 3,885.15	\$ 3,922.15	\$ 3,900.48
3	COLIMA	MANZANILLO	CENTRAL, LA	\$ 3,681.52	\$ -	\$ -	\$ 3,677.34	\$ 3,682.07	\$ 3,751.97	\$ 3,751.97	\$ 3,886.71	\$ 3,885.15	\$ 3,922.15	\$ 3,900.48
4	COLIMA	VILLA DE ALVAREZ	CHIVATO, EL (PROVIDENCIA)	\$ 3,607.34	\$ 3,677.34	\$ 3,677.34	\$ -	\$ 3,608.14	\$ 3,676.14	\$ 3,676.14	\$ 3,809.38	\$ 3,807.82	\$ 3,850.54	\$ 3,849.20
5	COLIMA	VILLA DE ALVAREZ	LIMA, LA	\$ 3,613.02	\$ 3,682.07	\$ 3,682.07	\$ 3,608.14	\$ -	\$ 3,674.17	\$ 3,674.17	\$ 3,805.15	\$ 3,803.64	\$ 3,849.57	\$ 3,841.07
6	JALISCO	JILOTLAN DE LOS DOLORES	CANCHOL	\$ 3,670.80	\$ 3,751.97	\$ 3,751.97	\$ 3,676.14	\$ 3,674.17	\$ -	\$ -	\$ 3,737.40	\$ 3,735.66	\$ 3,775.80	\$ 3,835.61
7	MEXICO	SAN JOSE DEL RINCON	BARRIO SAN DIEGO PUEBLO NUEVO	\$ 3,670.80	\$ 3,751.97	\$ 3,751.97	\$ 3,676.14	\$ 3,674.17	\$ -	\$ -	\$ 3,737.40	\$ 3,735.66	\$ 3,775.80	\$ 3,835.61
8	MICHOACAN DE OCAMP	COENEO	CORTIJO VIEJO	\$ 3,805.43	\$ 3,886.71	\$ 3,886.71	\$ 3,809.38	\$ 3,805.15	\$ 3,737.40	\$ 3,737.40	\$ -	\$ 3,602.05	\$ 3,705.42	\$ 3,817.05
9	MICHOACAN DE OCAMP	COENEO	CORTIJO NUEVO	\$ 3,803.84	\$ 3,885.15	\$ 3,885.15	\$ 3,807.82	\$ 3,803.64	\$ 3,735.66	\$ 3,735.66	\$ 3,602.05	\$ -	\$ 3,704.41	\$ 3,817.82
10	MICHOACAN DE OCAMP	TURICATO	SANABRIA (LAS CANOAS)	\$ 3,844.35	\$ 3,922.15	\$ 3,922.15	\$ 3,850.54	\$ 3,849.57	\$ 3,775.80	\$ 3,775.80	\$ 3,705.42	\$ 3,704.41	\$ -	\$ 3,921.73
11	ZACATECAS	NOCHISTLAN DE MEJIA	MAGUEYES, LOS	\$ 3,852.09	\$ 3,900.48	\$ 3,900.48	\$ 3,849.20	\$ 3,841.07	\$ 3,835.61	\$ 3,835.61	\$ 3,817.05	\$ 3,817.82	\$ 3,921.73	\$ -

Tabla 3.30. Matriz de localidades y costos asociados a las localidades a visitar por la brigada 8.



From Node	Connect To	Distance/Cost		From Node	Connect To	Distance/Cost
Node1	Node7	3670.800	7	Node11	Node2	3900.480
Node7	Node6	0	8	Node2	Node3	0
Node6	Node10	3775.800	9	Node3	Node5	3682.070
Node10	Node9	3704.410	10	Node5	Node4	3608.140
Node9	Node8	3602.050	11	Node4	Node1	3607.340
Node8	Node11	3817.050				
Total	Minimal	Traveling	Distance	or Cost	=	33,368.14
(Result	from	Two-way	Exchange	Improvement	Heuristic]	

Figura 3.31. Recorrido que debe hacer la Brigada 8.

Distancia más cercana al Distrito Federal: 265.540 Km.

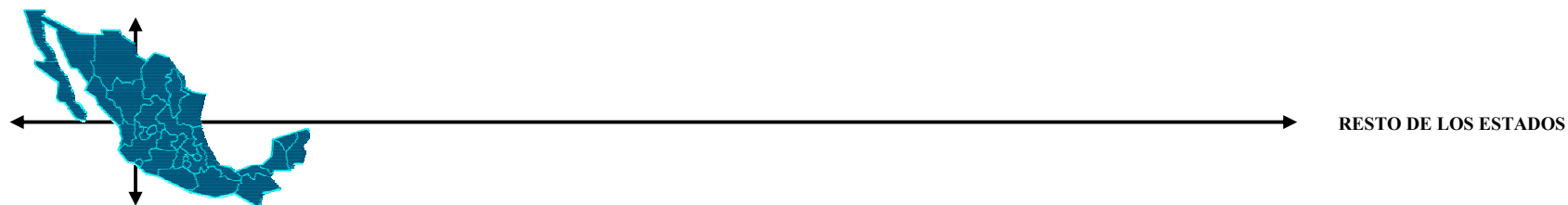
Vehículo para llegar: coche

Localidad inicial sugerida: Sanabria (Las Canoas)

Municipio de la localidad de inicio: Turicato

Estado de la localidad de inicio: Michoacán de Ocampo

Costo de la brigada 8: 33,368.14



III.5.9. Ruta Brigada 9

De acuerdo a los resultados obtenidos en el Caso Sinaloa, la brigada 1 realiza el recorrido mostrado en la siguiente Tabla 3.8, tomando como punto origen y destino final el Nodo cuyo renglón esta sombreado.

NODO	ESTADO	MUNICIPIO	LOCALIDAD
Nodo1	SINALOA	GUASAVE	SAN FERNANDO
Nodo2	SINALOA	FUERTE, EL	HORNILLOS, LOS
Nodo3	SINALOA	MAZATLAN	MARMOL DE SALCIDO (MARMOL)
Nodo4	SINALOA	AHOME	ESMERALDA, LA
Nodo5	SINALOA	BADIRAGUATO	RINCON DE LOS MONTES, EL
Nodo6	SINALOA	ELOTA	PUEBLO PIDER (LOS ARROYITOS)
Nodo7	SINALOA	FUERTE, EL	TETAROBITA
Nodo8	SINALOA	GUASAVE	GUAYPARIME
Nodo9	SINALOA	GUASAVE	ROBERTO BARRIOS
Nodo10	SINALOA	MAZATLAN	MARMOL DE SALCIDO (MARMOL)
Nodo11	SINALOA	SAN IGNACIO	SAN JAVIER

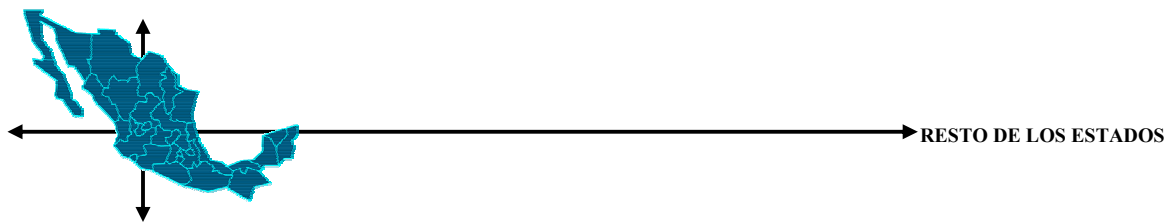
Distancia más cercana al Distrito Federal: 1080.426 Km.

Vehículo para llegar: avión

Localidad inicial sugerida: Mármol de Salcido (Mármol)

Municipio de la localidad de inicio: Mazatlán

Estado de la localidad de inicio: Sinaloa



III.6. RESULTADOS FINALES

Una vez ejecutado todo lo anterior se está en la posibilidad de efectuar la suma total de costos y el punto de partida de cada brigada:

Resultados:

Número de localidades visitadas: 104

Número de brigadas activadas: 9

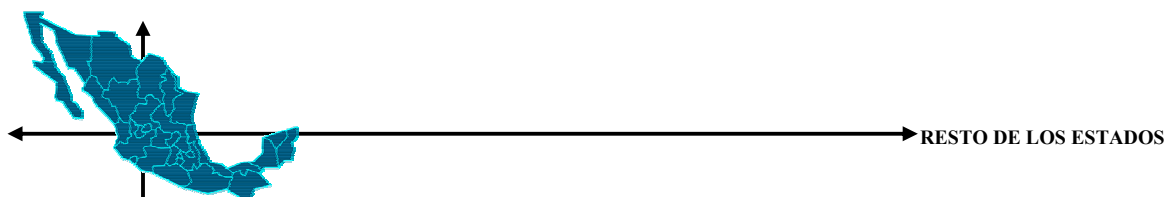
En la Tabla 3.32 se muestra el número de brigadas, el transporte hasta la zona donde realizará el recorrido y el costo asociado de la brigada por ese recorrido.

El transporte a la zona donde la brigada efectúa el recorrido, está en función de la localidad que tenga la mínima distancia respecto al Distrito Federal, si esta distancia supera los 450 Km. la decisión es enviarla por avión.

Brigada	Localidad inicial	Costo de la brigada
1	Avión	\$ 51,012.36
2	Coche	\$ 51,613.18
3	Avión	\$ 29,144.46
4	Avión	\$ 29,281.24
5	Coche	\$ 47,549.97
6	Avión	\$ 36,924.57
7	Coche	\$ 47,829.22
8	Coche	\$ 33,368.14
9	Avión	\$ 52,447.91
Costo Total		\$ 379,171.05

Además de esto es importante observar que se cumple la restricción de visitar localidades de soporte por la misma brigada, como se puede observar en el Anexo 3C, por ejemplo la brigada 1 que visita la localidad de José Ma. Morelos y P. (Loma Triste 2a. Secc.) en el Estado de Tabasco, también visita la localidad de Gran Poder en la misma entidad.

Toda la información se recolecta en 14 días, menos del tiempo disponible para efectuar el recorrido.



En la Tabla C.1 se muestran las localidades a visitar, la brigada que la visita y la agrupación realizada con el costo final de cada una.

BRIGADA	EDONOM	MUNICIPIO	LOCALIDAD
1	CHIAPAS	TECPATAN	NUEVO VICENTE GUERRERO
1	CHIAPAS	CHILON	SALTO DEL TIGRE
1	CHIAPAS	TECPATAN	NUCUPAC
1	CHIAPAS	CINTALAPA	FLOR DE CHIAPAS
1	CHIAPAS	SAN FERNANDO	PORTILLO, EL
1	CHIAPAS	TECPATAN	EDEN, EL (AGUA ESCONDIDA)
1	CHIAPAS	TECPATAN	PORVENIR, EL
1	CHIAPAS	TUMBALA	PROGRESO AGUA AZUL
1	OAXACA	SAN MIGUEL CHIMALAP	SAN ANTONIO
1	TABASCO	TACOTALPA	JOSE MA. MORELOS Y P. (LOMA TRISTE 2A. SECC.)
1	TABASCO	TACOTALPA	GRAN PODER
1	VERACRUZ-LLAVE	UXPANAPA	CHUNIAPAN DE ARRIBA
1	VERACRUZ-LLAVE	UXPANAPA	HIDALGO AMAJAC
1	VERACRUZ-LLAVE	MINATITLAN	JOSE GUADALUPE RODRIGUEZ (LA JOTA)
		Vehículo a localidad inicial	Costo de la brigada
		Avión	\$ 51,012.36
BRIGADA	EDONOM	MUNICIPIO	LOCALIDAD
2	HIDALGO	TEPEHUACAN DE GUERRERO	TENANGO
2	HIDALGO	TEPEHUACAN DE GUERRERO	COYUTLA
2	NUEVO LEON	DOCTOR ARROYO	SAN JOSE DE FLORES
2	NUEVO LEON	MIER Y NORIEGA	SAN ANTONIO DE ALAMITOS
2	NUEVO LEON	GALEANA	PRESITA DE BERLANGA, LA
2	NUEVO LEON	GALEANA	MARGARITAS
2	NUEVO LEON	LINARES	SAN FRANCISCO (SAN FRANCISCO TENAMAXTLE)
2	NUEVO LEON	MIER Y NORIEGA	PALOMAS, LAS (LAJILLAS)
2	SAN LUIS POTOSI	TAMPAMOLON CORONA	TZAPUJA
2	TAMAULIPAS	ALTAMIRA	MACLOVIO HERRERA (MIRADORES)
2	TAMAULIPAS	HIDALGO	NORIA, LA
2	TAMAULIPAS	MANTE, EL	NUEVA UNION, LA
2	ZACATECAS	CONCEPCION DEL ORO	MORELOS (SAN RAFAEL)
2	ZACATECAS	MAZAPIL	BANDERITA DOS
		Vehículo a localidad inicial	Costo de la brigada
		Coche	\$ 51,613.18
BRIGADA	EDONOM	MUNICIPIO	LOCALIDAD
3	CHIAPAS	MAPASTEPEC	GRAL. NICOLAS BRAVO
3	CHIAPAS	MAPASTEPEC	NUEVA COSTA RICA
3	CHIAPAS	SILTEPEC	NUBES, LAS
3	CHIAPAS	INDEPENDENCIA, LA	MIRADOR
3	CHIAPAS	INDEPENDENCIA, LA	UNION, LA
3	CHIAPAS	MAPASTEPEC	SAN JOSE
3	CHIAPAS	SILTEPEC	SAN JOSE
3	CHIAPAS	TZIMOL	NUEVA LIBERTAD
		Vehículo a localidad inicial	Costo de la brigada
		Avión	\$ 29,144.46

Tabla C.1 Resumen de brigadas empleadas y localidades a visitar.



BRIGADA	EDONOM	MUNICIPIO	LOCALIDAD
4	YUCATAN	UMAN	PETEC BILTUN
4	YUCATAN	CHEMAX	CHULUTAN
4	YUCATAN	CHACSINKIN	X-BOX
4	YUCATAN	TIZIMIN	CHAN TRES REYES
4	YUCATAN	CHACSINKIN	CHACSINKIN
4	YUCATAN	CHEMAX	LOL-BE
4	YUCATAN	MERIDA	TEXAN CAMARA
4	YUCATAN	TIZIMIN	EDEN, EL
Vehículo a localidad inicial			Costo de la brigada
Avión			\$ 29,281.24
BRIGADA	EDONOM	MUNICIPIO	LOCALIDAD
5	GUERRERO	MALINALTEPEC	RANCHO VIEJO
5	OAXACA	SANTIAGO TILANTONGO	BUENAVISTA
		SAN FRANCISCO	SAN FRANCISCO
5	OAXACA	JALTEPETONGO	JALTEPETONGO
5	OAXACA	SAN PABLO ETLA	SAN PABLO ETLA
5	OAXACA	SAN PEDRO MOLINOS	SAN PEDRO MOLINOS
5	OAXACA	SAN PABLO TIJALTEPEC	SAN ISIDRO ALLENDE
		CUYAMECALCO VILLA DE	CIENEGA, LA (GUADALUPE
5	OAXACA	ZARAGOZA	LA CIENEGA)
			VILLA ALTA (SAN COSME LA
5	OAXACA	SAN ANDRES CABECERA	PAZ)
5	OAXACA	SAN PABLO ETLA	SAN PABLO ETLA
5	OAXACA	SAN PABLO TIJALTEPE	BUENA VISTA LA PAZ
5	OAXACA	SANTIAGO TILANTONGO	PROGRESO, EL
5	VERACRUZ-LLAVE	PERLA, LA	CUMBRE DEL ESPAÑOL
5	VERACRUZ-LLAVE	ASTACINGA	ACATITLA
5	VERACRUZ-LLAVE	CORDOBA	SAN ISIDRO PALOTAL
Vehículo a localidad inicial			Costo de la brigada
Coche			\$ 47,549.97
BRIGADA	EDONOM	MUNICIPIO	LOCALIDAD
6	DURANGO	GUADALUPE VICTORIA	GENERAL CALIXTO
6	DURANGO	GUADALUPE VICTORIA	CONTRERAS (COLORADA)
6	DURANGO	GUADALUPE VICTORIA	DOS DE ABRIL
6	DURANGO	LERDO	GENERAL ALVARO
6	DURANGO	PUEBLO NUEVO	OBREGON
6	DURANGO	SANTIAGO PAPASQUIAR	JUAN E. GARCIA
6	ZACATECAS	SOMBRERETE	MESA DE SAN PEDRO
		GENERAL FRANCISCO R.	SAN JOSE DE FAVELAS
6	ZACATECAS	MURGUIA	(FAVELAS)
			ESTANCIA DE GUADALUPE
6	ZACATECAS	GENERAL FRANCISCO R	BOCAS, LAS
			PORVENIR, EL (EL PORVENIR
6	ZACATECAS	JIMENEZ DEL TEUL	DEL CARMEN)
			SAN CIPRIANO (EL PUJO DEL
6	ZACATECAS		POTRERO)
Vehículo a localidad inicial			Costo de la brigada
Avión			\$ 36,924.57

Tabla C.1 Resumen de brigadas empleadas y localidades a visitar (Continuación).



BRIGADA	EDONOM	MUNICIPIO	LOCALIDAD
7	DF	Cd. De Méxcio	Cd. De Méxcio
7	GUERRERO	ACAPULCO DE JUAREZ	APALANI
7	GUERRERO	GENERAL HELIODORO	JUNTAS, LAS
7	GUERRERO	CASTILLO	TECOMATE PESQUERIA
7	HIDALGO	SAN MARCOS	DEDHO, EL
7	HIDALGO	ZIMAPAN	RINCON, EL
7	MORELOS	AYALA	PALO BLANCO
7	MORELOS	COATLAN DEL RIO	COCOYOTLA
7	MORELOS	AYALA	CAMPO DEL CIMARRON (COLONIA LAS ARBOLEDAS)
7	MORELOS	COATLAN DEL RIO	TEZOQUIPA
7	MORELOS	MAZATEPEC	CUAHUCHICHINOLA
7	PUEBLA	AQUIXTLA	TERRERO, EL
7	PUEBLA	AQUIXTLA	TERRERO, EL
7	TLAXCALA	ATLANGATEPEC	RANCHO SANTA ELENA
		Vehículo a localidad inicial	Costo de la brigada
		Coche	\$ 47,829.22
BRIGADA	EDONOM	MUNICIPIO	LOCALIDAD
8	COLIMA	CUAUHTEMOC	SAN JOAQUIN
8	COLIMA	MANZANILLO	CENTRAL, LA
8	COLIMA	MANZANILLO	CENTRAL, LA
8	COLIMA	VILLA DE ALVAREZ	CHIVATO, EL (PROVIDENCIA)
8	COLIMA	VILLA DE ALVAREZ	LIMA, LA
8	JALISCO	JIOTLAN DE LOS DOLORES	CANCHOL
8	MEXICO	SAN JOSE DEL RINCON	BARRIO SAN DIEGO PUEBLO NUEVO
8	MICHOACAN DE OCAMP	COENEO	CORTIJO VIEJO
8	MICHOACAN DE OCAMP	COENEO	CORTIJO NUEVO
8	MICHOACAN DE OCAMP	TURICATO	SANABRIA (LAS CANOAS)
8	ZACATECAS	NOCHISTLAN DE MEJIA	MAGUEYES, LOS
		Vehículo a localidad inicial	Costo de la brigada
		Coche	\$ 33,368.14
BRIGADA	EDONOM	MUNICIPIO	LOCALIDAD
9	SINALOA	GUASAVE	SAN FERNANDO
9	SINALOA	FUERTE, EL	HORNILLOS, LOS
9	SINALOA	MAZATLAN	MARMOL DE SALCIDO (MARMOL)
9	SINALOA	AHOME	ESMERALDA, LA
9	SINALOA	BADIRAGUATO	RINCON DE LOS MONTES, EL
9	SINALOA	ELOTA	PUEBLO PIDER (LOS ARROYITOS)
9	SINALOA	FUERTE, EL	TETAROBITA
9	SINALOA	GUASAVE	GUAYPARIME
9	SINALOA	GUASAVE	ROBERTO BARRIOS
9	SINALOA	MAZATLAN	MARMOL DE SALCIDO (MARMOL)
9	SINALOA	SAN IGNACIO	SAN JAVIER
		Vehículo a localidad inicial	Costo de la brigada
		Avión	\$ 52,447.91

Tabla C.1 Resumen de brigadas empleadas y localidades a visitar (Continuación).



CONCLUSIONES

En este trabajo se hizo una agrupación de localidades y se realizaron recorridos en ellas de tal forma que se logró trazar rutas que cubren todos los sitios distribuidos geográficamente a lo largo y ancho de la República Mexicana, en un tiempo de 15 días, 16 cuando más. Se definió el número óptimo de brigadas a emplear y todo esto al menor costo posible, para lograr cubrir el total de las localidades.

Se aplicaron tres modelos al problema, lo cual resultó efectivo, otorgando la ubicación de puntos estratégicos mediante la solución al Problema de Localización de Plantas y de estos puntos se distribuyeron flujos (brigadas) a través de los arcos (carreteras) entre los puntos (localidades) de interés, esto se logra mediante el Problema de Flujo a Costo Mínimo; finalmente al resolver el Problema del Agente Viajero para cada una de estas agrupaciones resultantes, se obtuvo la ruta más adecuada para cada una de las brigadas.

Con los algoritmos empleados se obtiene una buena solución al problema de enviar viajeros a diferentes partes de la República Mexicana, y como puede observarse el trabajo no fue una mera aplicación de una técnica, fue más bien un proceso de solución, desarrollando elementos que fortalecieron y justificaron la toma de decisiones, a fin de lograr resultados satisfactorios y representativos de la realidad.

La forma en la que se desarrolla esta propuesta brinda significativas ventajas, tales como: los algoritmos pueden emplearse para problemas similares; el tiempo requerido para efectuar este proceso puede agilizar otras actividades vinculadas, al reducir el tiempo invertido en la designación de rutas; el trabajo reúne características de costos y distancias para la elección de localidades.

Desarrolla otras formas de dar solución al problema mediante el Problema del Agente Viajero en forma directa, considerando múltiples agentes, haciendo un proceso radial, es decir, todas las brigadas tienen el Distrito Federal como nodo inicial y nodo final.

Es de considerar que el Costo Total después de aplicar el programa WINQSB aumento un poco al obtenido por el algoritmo que resuelve el Problema de Localización de Planta y Flujo a Costo Mínimo, debido a la restricción de visitar las localidades más cercanas a puntos consecutivos, es decir, en el caso de Localización de Plantas, nos interesaban todas aquellas localidades cercanas a un punto determinado (Nodo Base), a partir de éste se generaron la zona de influencia de ese nodo, formándose ramificaciones, ver Figura 1; en cambio en el caso del Problema del Agente Viajero se busca un circuito de nodos donde la referencia no necesariamente es el Nodo Base, buscando el elemento más cercano con referencia al último nodo seleccionado en la ruta, ver Figura 2.; así el orden en el cual se visitan las localidades varía un poco los costos totales de cada brigada.

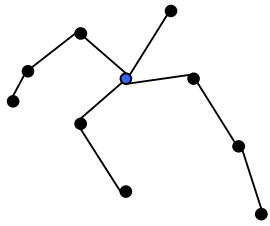


Figura 1. Zona de influencia del nodo base.

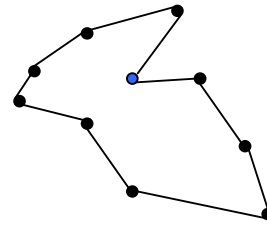


Figura 2. Ruta seleccionada al resolver el Problema del Agente Viajero.

FUTURAS INVESTIGACIONES

Hasta aquí hemos obtenido la solución a los modelos, por lo que ahora solo falta la implementación de las mismas en el caso práctico, es decir, el envío de las brigadas a las localidades destinadas. Cabe aclarar que no es el punto final del proyecto, puesto que deseamos mejorar siempre el desempeño del sistema, la investigación no termina hasta que se consiga mejorar o se logre mantener, es decir, se controle; considerando este proceso como un ciclo de mejora continua.

La implementación de estas soluciones permitieron analizar situaciones que en el modelo no se habían previsto y aunque este trabajo se centra en un modelo hecho a la medida, no sería muy complicado realizarle modificaciones para expandir las situaciones en las cuales se puede aplicar.

El desarrollo del trabajo permitió ver que existen detalles, en cuanto al proceso de solución que pueden mejorarse. O bien ampliar en investigaciones tales como los elementos de seguridad en carreteras para las brigadas, lo cual puede ser una variable de decisión para incluir o no a la localidad dentro de las posibles a ser visitadas por las brigadas. En el presente trabajo solamente se desarrolló un procedimiento para evaluar la accesibilidad y riesgo a las localidades por las carreteras existentes y es una parte importante en la que la metodología desarrollada, ayuda en la identificación de elementos de oportunidad, así, a pesar de haber considerado distancias radiales, es decir, no se considera las desviaciones o curvas que se deban seguir por las carreteras, el análisis de accesibilidad puede desarrollarse aún más, para incluir este factor de distancia.

Otro factor importante a considerar y que no se realizó en este trabajo, es el número de encuestas que las brigadas tendrán que aplicar por localidad, ya que existen localidades donde el número de encuestas es bajo y en otras puede llevar literalmente todo el día. Con esta metodología y modelos empleados la manipulación de estos datos puede realizarse mediante la manipulación de costos o bien, mediante resultados obtenidos estadísticamente.

ANEXO 1. Tablas de distancia

En este Anexo se muestran las distancias que existen de una localidad a otra, se muestran en forma de matriz, debido al gran tamaño de la tabla se ha segmentado en 24 tablas de la siguiente manera:

- Como título aparecen las localidades origen (renglones) y las localidades destino (columnas), con la siguiente distribución:

Localidades Origen	Localidades Destino
De	A
Chiapas	Distrito Federal, Chiapas, Colima, Durango, Guerrero.
	Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán de Ocampo, Morelos, Nuevo León, Oaxaca.
	Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz-Llave.
	Yucatán, Zacatecas.
Colima, Durango, Guerrero e Hidalgo	Distrito Federal, Chiapas, Colima, Durango, Guerrero.
	Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán de Ocampo, Morelos, Nuevo León, Oaxaca.
	Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz-Llave.
	Yucatán, Zacatecas.
Jalisco, México, Michoacán de Ocampo, Morelos, Nuevo León	Distrito Federal, Chiapas, Colima, Durango, Guerrero.
	Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán de Ocampo, Morelos, Nuevo León, Oaxaca.
	Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz-Llave.
	Yucatán, Zacatecas.
Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa (Rincón de los Montes, El)	Distrito Federal, Chiapas, Colima, Durango, Guerrero.
	Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán de Ocampo, Morelos, Nuevo León, Oaxaca.
	Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz-Llave.
	Yucatán, Zacatecas.
Sinaloa (Pueblo Pider), Tabasco, Tamaulipas, Veracruz-Llave	Distrito Federal, Chiapas, Colima, Durango, Guerrero.
	Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán de Ocampo, Morelos, Nuevo León, Oaxaca.
	Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz-Llave.
	Yucatán, Zacatecas.
Yucatán, Zacatecas	Distrito Federal, Chiapas, Colima, Durango, Guerrero.
	Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán de Ocampo, Morelos, Nuevo León, Oaxaca.
	Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz-Llave.
	Yucatán, Zacatecas.

- En la primera columna de la tabla aparece el número de localidades.
- En la segunda se muestra el año en que recibió el beneficio del programa.
- En la tercera columna se muestra si es una localidad de soporte.
- En la cuarta un color que asocia a las localidades de soporte con una localidad que recibió el beneficio en el año más reciente (2005). Por ejemplo: La localidad de Nubes, Lás, del municipio de Siltepec, en el estado de Chiapas y beneficiada en el año 2000, es soporte de la localidad de San José, del mismo municipio y estado, beneficiada en el 2005; ambas aparecen marcadas con color verde en esta columna.
- En la quinta columna se muestra la región, ya sea SUR, CENTRO o NORTE.
- En las columnas seis, siete y ocho se muestra el estado, el municipio y la localidad respectivamente.
- En las columnas nueve y diez se muestran la longitud y latitud de cada localidad, de acuerdo a datos históricos de las localidades, registrados en la página del INEGI.
- En el resto de las columnas se muestran las distancias, calculadas en forma radial mediante los datos de longitud y latitud, con la siguiente fórmula:

$$d^2 = (L_i - L_d)^2 + (l_i - l_d)^2$$

Donde:

d .- distancia radial

L_i .- Longitud de la localidad destino

L_d .- Longitud de la localidad destino

l_i .- latitud de la localidad destino

l_d .- latitud de la localidad destino

De Chiapas a Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz-Llave.

AÑO	SOPORTE	UNICACIÓN	EDONOM	MUNICIPIO	LOCALIDAD	LONGITUD	LATITUD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
64	2003		CENTRO	PUEBLA	AQUIXTLA	TERRERO, EL	-97.9542	19.7875	176.0142	832.3644	837.8519	875.4143	647.7042	795.3277	658.0164	902.7249	630.7922	902.3343	831.6617	694.0594	871.5017	668.0311	655.3812	790.4998	833.2235
65	2005		CENTRO	PUEBLA	AQUIXTLA	TERRERO, EL	-97.9542	19.7875	176.0142	832.3644	837.8519	875.4143	647.7042	795.3277	658.0164	902.7249	630.7922	902.3343	831.6617	694.0594	871.5017	668.0311	655.3812	790.4998	833.2235
66	2005		CENTRO	POTOSI	CORONA	TZAPIJUA	-98.8139	21.6264	323.6933	1066.2978	1072.8766	1105.8761	866.3531	999.5621	878.5228	1118.5571	868.1786	1118.0518	1066.7079	916.3793	1102.0656	889.9799	874.6024	994.3991	1054.4387
67	1999	SOPORTE	NORTE	SINALOA	GUASAVE	SAN FERNANDO	-108.6092	25.5581	1431.0568	2334.4713	2338.5200	2380.6348	2159.3606	2305.1904	2169.4540	2414.3614	2132.0565	2413.9802	2332.3947	2205.0241	2376.6679	2179.1752	2166.9809	2300.2348	2344.0077
68	2001	SOPORTE	NORTE	SINALOA	FUERTE, EL	HORNILLOS, LOS	-108.5078	26.4717	1488.6868	2386.8879	2391.4361	2431.8936	2205.5966	2347.6978	2216.2627	2460.4787	2184.3332	2460.0590	2385.2778	2252.5264	2427.9459	2226.4529	2213.4074	2342.6499	2391.7013
69	2003	SOPORTE	NORTE	SINALOA	MAZATLAN	MARMOL DE SALCIDO (MARMOL)	-106.6019	23.4842	1080.4263	1986.3785	1989.9297	2033.6223	1818.5270	1968.6156	1827.8971	2072.9705	1784.5216	2072.6359	1983.8476	1862.5424	2029.6433	1837.0313	1825.8922	1963.7971	2000.9456
70	2005		NORTE	SINALOA	AHOME	ESMERALDA, LA	-109.1403	25.8975	1509.6449	2413.1029	2417.1526	2459.2574	2237.8215	2363.4326	2247.9424	2492.6268	2210.6863	2492.4457	2411.0273	2263.5437	2455.2907	2257.6845	2245.4514	2378.4699	2422.5402
71	2005		NORTE	SINALOA	BADIRAGUATO	RINCON DE LOS MONTES, EL	-107.5417	25.2578	1300.8744	2202.2263	2206.4851	2247.9303	2024.8059	2169.5749	2035.0876	2279.8263	1999.7034	2279.4327	2200.3445	2070.8980	2243.9702	2044.9670	2032.4894	2164.5937	2209.9790
72	2005		NORTE	SINALOA	ELOTA	PUEBLO PIDER (LOS ARROYITOS)	-106.8456	23.87	1131.4632	2036.8721	2040.5767	2083.7986	1866.8677	2015.8510	1876.4432	2121.5425	1834.8004	2121.1949	2034.4802	1911.3600	2079.8224	1885.7455	1874.3065	2010.9944	2049.9684
73	2005		NORTE	SINALOA	FUERTE, EL	TETAROBITA	-108.4828	26.3869	1479.6816	2378.3035	2382.8184	2423.3901	2197.4244	2339.8002	2208.0514	2452.3321	2175.7452	2451.9150	2376.6620	2244.2693	2419.4408	2218.2096	2205.2225	2334.7586	2383.4403
74	2005		NORTE	SINALOA	GUASAVE	GUAYAPARIME	-108.7733	25.74	1460.8032	2363.9148	2368.0038	2409.9864	2188.2436	2333.7167	2198.3924	2443.2559	2161.4732	2442.8709	2361.8755	2234.0307	2406.0208	2208.1585	2195.8828	2328.7510	2373.0440
75	2005		NORTE	SINALOA	GUASAVE	ROBERTO BARRIOS	-108.6142	25.5272	1429.3885	2332.9422	2336.9729	2379.1453	2158.0580	2304.0138	2168.1306	2413.0533	2130.5400	2412.6735	2330.8491	2203.6746	2375.1779	2177.8348	2165.6712	2299.0617	2342.6482
76	2005		NORTE	SINALOA	MAZATLAN	MARMOL DE SALCIDO (MARMOL)	-106.6019	23.4842	1080.4263	1986.3785	1989.9297	2033.6223	1818.5270	1968.6156	1827.8971	2072.9705	1784.5216	2072.6359	1983.8476	1862.5424	2029.6433	1837.0313	1825.8922	1963.7971	2000.9456
77	2005		NORTE	SINALOA	SAN IGNACIO	SAN JAVIER	-106.5089	23.9192	1099.4692	2004.0107	2007.8722	2050.6123	1832.0893	1980.2023	1841.8303	2086.9091	1801.7623	2086.5509	2001.7618	1876.9673	2046.6396	1851.2705	1839.5863	1975.3189	2015.7230
78	1999	SOPORTE	SUR	TABASCO	TACOTALPA	JOSE MA. MORELOS Y P. (LOMA TRISTE 2A. SECC.)	-92.6133	17.5958	836.7899	254.5907	266.8247	257.8774	111.2598	77.0043	115.8116	208.0737	235.0272	207.3373	263.2731	118.2504	255.7135	120.5331	110.2267	71.7886	171.0459
79	2005		SUR	TABASCO	TACOTALPA	GRAN PODER	-92.6375	17.5242	835.8389	245.4401	257.6583	249.4031	105.1545	74.7775	108.7699	202.6609	227.3653	201.9493	254.0655	109.5037	247.1855	112.8109	103.5678	69.7743	163.1981
80	2005		NORTE	TAMAULIPAS	ALTAMIRA	MACLOVIO HERRERA (MIRADORES)	-98.0867	22.4992	450.0688	1088.7911	1096.6652	1123.5462	876.3504	993.3902	889.9878	1120.5566	898.6943	1119.9496	1090.6154	928.7108	1119.9127	902.5759	884.9265	988.0583	1062.8444
81	2005		NORTE	TAMAULIPAS	HIDALGO	NORIA, LA	-99.5703	24.2817	654.0742	1377.9178	1385.6991	1412.8706	1165.5780	1280.0519	1179.2665	1408.6276	1186.6322	1408.0042	1379.6355	1218.0012	1409.2349	1191.8814	1174.1637	1274.6950	1351.8171
82	2005		NORTE	TAMAULIPAS	MANTE, EL	NUEVA UNION, LA	-98.9375	22.5069	431.5429	1157.0080	1164.1715	1194.4860	950.6978	1075.9069	963.6231	1199.5210	961.8400	1198.9620	1158.0421	1002.0147	1190.7494	975.6629	959.1342	1070.6384	1138.5109
83	2005		CENTRO	TLAXCALA	ATLANGATEPEC	ELENA	-98.1292	19.5494	142.6264	831.2687	836.2620	875.6117	653.1732	804.2447	662.8004	907.8893	628.9410	907.5352	830.0820	698.0149	871.6710	672.2613	660.6125	799.5293	836.9202
84	1999	SOPORTE	SUR	VERACRUZ-Llave	PERLA, LA	CUMBRE DEL ESPAÑOL	-97.1464	18.9706	251.4316	689.9951	695.2557	733.7969	511.3938	664.2947	520.7917	765.8894	488.0241	765.5453	689.0684	555.8131	729.8651	530.1162	518.7429	659.6757	694.6627
85	1999	SOPORTE	SUR	VERACRUZ-Llave	UXPANAPA	CHUNIAPAN DE ARRIBA	-94.3811	17.4033	630.8074	303.4981	310.8984	342.0874	120.3071	283.8018	126.7235	370.5132	119.4488	370.2228	304.8052	159.6568	338.2657	134.5281	126.3227	280.0642	298.1463
86	1999	SOPORTE	SUR	VERACRUZ-Llave	UXPANAPA	HIDALGO AMAJAC	-94.4175	17.4069	626.3696	306.8236	314.1215	345.7400	124.8590	288.3638	131.2079	374.8666	121.1455	374.5796	308.0173	163.9749	341.9095	138.9211	130.8528	284.6242	302.3592
87	2005		SUR	VERACRUZ-Llave	ASTACINGA	ACATITLA	-97.1236	18.5561	261.5686	657.0490	661.6442	702.5164	489.1128	646.5313	497.2987	741.6534	454.4922	741.3656	655.4798	530.7348	698.5542	505.6517	496.0032	642.1325	668.4971
88	2005		SUR	VERACRUZ-Llave	CORDOBA	SAN ISIDRO PALOTAL	-96.9681	18.9467	274.0380	670.5402	675.9938	713.8583	489.7925	642.0734	499.3714	744.4623	468.9378	744.1093	669.8037	534.6368	709.9366	508.8514	497.2054	637.4351	673.6037
89	2005		SUR	VERACRUZ-Llave	MINATITLAN	JOSE GUADALUPE RODRIGUEZ (LA JOTA)	-94.3956	17.4467	627.3453	308.7851	316.2512	347.0998	123.1128	286.0549	130.0804	374.3333	125.1483	374.0322	310.1652	163.6215	343.2872	138.2733	129.3695	282.2457	302.3390

De Chiapas a Yucatán, Zacatecas.

AÑO	SOPORTE	UNICACIÓN	EDONOM	MUNICIPIO	LOCALIDAD	LONGITUD	LATITUD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
90	2000	SOPORTE	SUR	YUCATAN	UMAN	PETEC BILTUN	-89.6861	20.8269	1202.4312	762.4163	774.2293	739.0812	646.9706	540.7782	655.7411	623.3310	775.6652	622.3972	773.1083	662.0879	739.1261	662.8946	648.7057	539.3226	654.5301
91	2002	SOPORTE	SUR	YUCATAN	CHEMAX	CHULUTAN	-87.9619	20.5672	1409.7237	867.5554	878.2079	833.4817	798.6710	664.0437	804.3794	710.0764	923.2417	709.2710	878.5158	802.0577	834.5106	808.7311	798.5219	664.1849	760.2875
92	2003	SOPORTE	SUR	YUCATAN	CHACSINKIN	X-BOX	-89.005	20.2039	1274.9912	747.1725	758.3093	716.8423	664.5700	536.1789	670.9397	595.3034	790.4639	594.4385	758.1054	670.6210	717.5034	675.9294	664.8082	535.8610	638.9059
93	2003	SOPORTE	SUR	YUCATAN	TIZIMIN	CHAN TRES REYES	-87.6825	21.0003	1452.3211	930.7253	941.4587	897.1391	856.9946	725.3358	863.1723	773.8610	982.4840	773.0495	941.6864	861.9991	898.1270	867.9295	857.1262	725.3241	823.2299
94	2005	SOPORTE	SUR	YUCATAN	CHACSINKIN	CHACSINKIN	-89.0161	20.1725	1273.1802	743.2628	754.3897	712.8560	661.2441	532.4748	667.5603	591.2765	787.0443	590.4124	754.1972	667.1072	713.5236	672.5035	661.4500	532.1761	635.0100
95	2005	SOPORTE	SUR	YUCATAN	CHEMAX	LOL-BE	-87.9294	20.5022	1412.6826	864.5771	875.1677	830.0994	797.9706	662.1881	803.5120	706.5793	922.1858	705.7804	875.5358	800.7561	831.1672	807.7146	797.7232	662.4015	757.4855
96	2005	SOPORTE	SUR	YUCATAN	MERIDA	TEXAN CAMARA	-89.6667	20.7889	1203.9495	759.5753	771.3669	735.9607	645.4588	538.2247	654.1259	619.9379	774.0969	619.0060	770.2814	660.1804	736.0290	661.1867	647.1269	536.8144	651.6203
97	2005	SOPORTE	SUR	YUCATAN	TIZIMIN	EDEN, EL	-87.6786	21.0442	1453.7257	935.0565	945.8118	901.6175	860.4111	729.2637	866.6611	778.3876	986.0356	777.5739	946.0174	865.6751	902.5917	871.4825	860.5861	729.2234	827.5054
98	2001	SOPORTE	NORTE	ZACATECAS	SOMBRERETE	GUADALUPE	-103.6944	23.2658	772.0000	1665.5691	1670.2244	1710.4143	1484.8668	1629.0789	1495.3304	1739.8586	1463.0360	1739.4543	1664.0599	1531.3945	1706.4684	1505.3777	1492.6080	1624.0948	1670.5471
99	2002	SOPORTE	NORTE	ZACATECAS	GENERAL FRANCISCO R. MURGUIA	BOCAS, LAS	-103.0331	24.0172	785.3196	1656.9319	1662.4309	1699.5696	1466.3224	1603.7857	1477.7401	1720.2567	1455.3120	1719.7900	1656.2409	1514.8591	1695.6741	1488.5618	1474.3640	1598.6617	1653.8013
100	2005	SOPORTE	NORTE	ZACATECAS	CONCEPCION DEL ORO	MORELOS (SAN RAFAEL)	-101.2003	24.4347	717.8036	1525.0953	1531.9016	1563.6742	1321.1156	1446.4502	1333.8797	1570.3771	1327.7738	1569.8190	1525.7448	1372.1559	1559.9031	1345.7768	1329.5174	1441.1678	1509.0564
101	2005	SOPORTE	NORTE	ZACATECAS	GENERAL FRANCISCO R	PORVENIR, EL (EL PORVENIR DEL CARMEN)	-103.0572	24.0161	787.0651	1659.1646	1664.6501	1701.8396	1468.7008	1606.2684	1480.1047	1722.8620	1457.5194	1722.1961	1658.4602	1517.2095	1697.9431	1490.9152	1476.7383	1601.1461	1656.1613
102	2005	SOPORTE	NORTE	ZACATECAS	JIMENEZ DEL TEUL	POTRERO)	-103.7067	23.2372	770.7052	1664.7681	1669.3972	1709.6768	1484.3884	1628.7946	1494.8213	1739.3888	1462.2275	1738.9865	1663.2341	1530.8489	1705.7296	1504.8435	1492.1195	1623.8175	1669.9945
103	2005	SOPORTE	NORTE	ZACATECAS	MAZAPIL	BANDERITA DOS	-101.9967	24.1983	732.7866	1574.7577	1580.9472	1615.3632	1376.8630	1508.4009	1388.9953	1628.8643	1374.9349	1628.3499	1574.7629	1426.7873	1611.5255	1400.3921	1385.1066	1503.1879	1564.9420
104	2005	SOPORTE	NORTE	ZACATECAS	NOCHISTLAN DE MEJIA	MAGUEYES, LOS	-102.815	21.6164	556.8111	1460.9945	1464.8237	1507.7478	1291.8320	1442.7676	1301.1399	1546.2023	1258.8090	1545.8698	1458.7150	1335.7589	1503.7728	1310.2501	1299.1705	1437.9955	1474.1882

De Colima, Durango, Guerrero e Hidalgo a Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz-Llave.

AÑO	SOPORTE	UNICACIÓN	EDONOM	MUNICIPIO	LOCALIDAD	LONGITUD	LATITUD	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
64	2003		CENTRO	PUEBLA	AQUIXTLA	TERRERO, EL	-97.9542	19.7875	712.9216	812.8110	812.8110	718.9227	714.9791	955.2929	931.9536	962.0756	1009.2287	1054.1064	1120.2417	419.2436	391.3964	360.3022	423.7886	199.9369	220.8282	193.6291	217.6211
65	2005		CENTRO	PUEBLA	AQUIXTLA	TERRERO, EL	-97.9542	19.7875	712.9216	812.8110	812.8110	718.9227	714.9791	955.2929	931.9536	962.0756	1009.2287	1054.1064	1120.2417	419.2436	391.3964	360.3022	423.7886	199.9369	220.8282	193.6291	217.6211
66	2005		CENTRO	POTOSI	TAMPAMOLON	TZAPIJUA	-98.8139	21.6264	670.3111	767.0101	767.0101	673.5426	666.6066	740.3254	718.5582	746.5414	776.3106	874.2658	911.1419	603.4402	534.7411	574.0617	618.9841	72.1850	130.5260	71.1977	129.0334
67	1999		NORTE	SINALOA	GUASAVE	SAN FERNANDO	-108.6092	25.5581	998.7690	954.8892	954.8892	989.8442	984.4681	586.6083	605.2277	581.6332	613.6869	462.9123	414.5421	1563.8658	1451.6567	1622.3459	1598.1960	1331.6953	1292.0785	1341.0864	1295.4317
68	2001		NORTE	SINALOA	FUERTE, EL	HORNILLOS, LOS	-108.5078	26.4717	1083.3567	1046.0831	1046.0831	1074.5538	1068.5568	612.3643	633.6008	606.4438	613.2979	528.6437	440.9185	1636.4437	1523.5910	1690.2242	1670.4027	1372.5700	1337.7712	1381.6178	1341.0284
69	2003		SOPORTE	NORTE	SINALOA	MAZATLAN	MARMOL DE SALCIDO (MARMOL)	-106.6019	23.4842	641.5185	605.4057	605.4057	632.6823	626.8456	340.0333	346.9059	339.0694	441.1629	126.1188	231.8866	1204.0581	1092.0325	1263.9758	1238.4476	1003.8880	957.2702	1013.7121
70	2005		NORTE	SINALOA	AHOME	ESMERALDA, LA	-109.1403	25.8975	1073.3794	1027.0180	1027.0180	1064.4257	1059.2538	661.5802	680.7666	656.3945	681.7741	541.4469	488.9443	1641.0187	1528.9527	1700.1681	1675.4013	1409.6662	1370.4200	1419.0273	1373.7678
71	2005		NORTE	SINALOA	BADIRAGUATO	RINCON DE LOS MONTES, EL	-107.5417	25.2578	890.5213	855.7644	855.7644	881.7535	875.6235	448.3507	466.8820	443.4382	481.3353	336.2117	276.6263	1443.5155	1330.7552	1498.4329	1477.5516	1195.3383	1156.9949	1204.6551	1160.3212
72	2005		NORTE	SINALOA	ELOTA	ARROYITOS)	-106.8456	23.87	698.3852	662.0701	662.0701	689.5581	683.6840	356.2649	366.6670	354.1539	442.5444	166.9317	223.2490	1259.2990	1147.0920	1318.2034	1293.6259	1048.0258	1003.2931	1057.7483	1006.7251
73	2005		NORTE	SINALOA	FUERTE, EL	TETAROBITA	-108.4628	26.3869	1072.8499	1035.3227	1035.3227	1064.0410	1059.0694	605.1810	626.2494	599.3236	608.2100	518.8404	433.4085	1626.5723	1513.7449	1680.6205	1660.5541	1364.6717	1329.5289	1373.7458	1332.7934
74	2005		NORTE	SINALOA	GUASAVE	GUAYAPARIME	-108.7733	25.74	1029.2692	985.0858	985.0858	1020.3418	1014.9815	612.1738	631.2201	607.0443	634.8612	492.8202	439.6562	1594.3577	1482.1276	1652.6897	1628.6800	1359.8776	1320.7600	1369.2334	1324.1045
75	2005		NORTE	SINALOA	GUASAVE	ROBERTO BARRIOS	-108.6142	25.5272	996.1352	952.0009	952.0009	987.2066	981.8553	586.3003	604.8143	581.3622	614.2705	461.1841	414.3681	1561.6405	1449.4625	1620.2904	1595.9825	1330.6416	1290.8569	1340.0439	1294.2133
76	2005			NORTE	SINALOA	MAZATLAN	MARMOL DE SALCIDO (MARMOL)	-106.6019	23.4842	641.5185	605.4057	605.4057	632.6823	626.8456	340.0333	346.9059	339.0694	441.1629	126.1188	231.8866	1204.0581	1092.0325	1263.9758	1238.4476	1003.8880	957.2702	1013.7121
77	2005		NORTE	SINALOA	SAN IGNACIO	SAN JAVIER	-106.5089	23.9192	680.4716	649.7222	649.7222	671.7600	665.4382	313.8772	324.2176	311.8259	402.6125	131.4894	185.8420	1233.8319	1121.2604	1290.5742	1267.9901	1010.6893	967.1297	1020.3499	970.5432
78	1999		SUR	TABASCO	TACOTALPA	JOSE MA. MORELOS Y P. (LOMA TRISTE 2A. SECC.)	-92.6133	17.5958	1392.2667	1487.6606	1487.6606	1399.6851	1397.9613	1661.4921	1639.1619	1667.8872	1697.0965	1773.7728	1830.6579	875.3603	941.5919	774.6659	849.1312	898.6596	937.5931	889.5725	934.1976
79	2005		SUR	TABASCO	TACOTALPA	GRAN PODER	-92.6375	17.5242	1390.6585	1485.8533	1485.8533	1398.1109	1396.4526	1663.5087	1641.1212	1669.9247	1699.8466	1774.6839	1832.4848	871.4536	938.5695	770.8866	844.9987	900.3554	938.6837	891.3167	935.2977
80	2005		NORTE	TAMAULIPAS	ALTAMIRA	MACLOVIO HERRERA (MIRADORES)	-98.0867	22.4992	801.6372	896.2191	896.2191	804.2407	796.7795	781.3224	761.9680	786.7155	792.5463	943.3455	954.1507	729.0497	668.6381	688.6610	741.3269	208.1176	272.0724	203.4583	270.4387
81	2005		NORTE	TAMAULIPAS	HIDALGO	NORIA, LA	-99.5703	24.2617	805.2368	883.1580	883.1580	804.6147	795.2728	558.5495	544.3191	562.3292	535.7335	759.7358	725.8812	926.8866	842.1556	910.4589	946.8596	409.8842	437.7979	412.3231	438.5555
82	2005		NORTE	TAMAULIPAS	MANTE, EL	LA NUEVA UNION, LA	-98.9375	22.5069	712.3434	804.4206	804.4206	714.2910	706.3563	680.7851	660.7542	686.4130	700.1889	837.9150	853.5201	710.1496	636.0841	684.1327	726.9867	180.5889	224.3172	181.2079	223.9851
83	2005		CENTRO	TLAXCALA	ATLANGATEPEC	ELENA	-98.1292	19.5494	689.0756	788.8149	788.8149	695.3418	691.7727	956.6393	933.0143	963.5344	1015.3464	1047.6678	1119.6451	382.6955	354.9653	325.7512	387.7867	213.1888	222.3678	208.3074	219.4473
84	1999	SOPORTE	SUR	VERACRUZ-Llave	PERLA, LA	CUMBRE DEL ESPAÑOL	-97.1464	18.9706	811.7454	909.8281	909.8281	818.6007	815.9188	1097.4020	1073.9195	1104.2385	1152.5520	1189.7612	1261.2851	403.4937	415.3327	318.2618	396.0337	342.6046	362.4409	335.8159	359.3552
85	1999	SOPORTE	SUR	VERACRUZ-Llave	UXPANAPA	CHUNIAPAN DE ARRIBA	-94.3811	17.4033	1179.2309	1273.1654	1273.1654	1186.8892	1185.6533	1490.5152	1467.3460	1497.2257	1538.5351	1586.1459	1656.1084	653.5117	721.2895	552.8584	627.3703	728.0120	756.7233	719.8829	753.5089
86	1999	SOPORTE	SUR	VERACRUZ-Llave	UXPANAPA	HIDALGO AMAJAC	-94.4175	17.4069	1174.6909	1268.6142	1268.6142	1182.3511	1181.1194	1486.5797	1463.3977	1493.2951	1534.8147	1581.9298	1652.1018	649.0436	716.7381	548.3728	622.9386	724.1955	752.7020	716.0880	749.4918
87	2005		SUR	VERACRUZ-Llave	ASTACINGA	ACATITLA	-97.1236	18.5561	818.6423	915.3381	915.3381	825.8512	823.7756	1132.3810	1108.6580	1139.3137	1191.5704	1217.0814	1294.3817	374.0194	398.8556	262.9135	362.9519	385.0674	398.6865	378.9175	395.7802
88	2005		SUR	VERACRUZ-Llave	CORDOBA	SAN ISIDRO PALOTAL	-96.9661	18.9467	834.3567	932.3886	932.3886	841.2249	838.5616	1116.9532	1093.5487	1123.7589	1170.6715	1211.0968	1281.3414	418.8823	434.6053	331.0870	409.9838	359.7954	382.0961	352.6849	378.9599
89	2005		SUR	VERACRUZ-Llave	MINATITLAN	JOSE GUADALUPE RODRIGUEZ (LA JOTA)	-94.3956	17.4467	1176.3951	1270.4708	1270.4708	1184.0334	1182.7562	1485.8721	1462.7126	1482.5754	1533.6212	1582.0038	1651.5720	652.3062	719.3571	551.5461	626.3671	723.2163	752.2175	715.0610	748.9964

De Colima, Durango, Guerrero e Hidalgo a Yucatán, Zacatecas.

AÑO	SOPORTE	UNICACIÓN	EDONOM	MUNICIPIO	LOCALIDAD	LONGITUD	LATITUD	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
90	2000	SUR	YUCATAH	UMAH	PETEC BILTUN	-89.6861	20.6269	1752.2777	1852.2839	1852.2839	1758.1166	1753.8954	1846.8552	1828.4792	1851.8813	1841.5253	2010.4262	2019.2306	1331.4073	1368.9565	1231.5749	1312.3309	1153.5075	1214.7398	1143.3096	1211.2749
91	2002	SUR	YUCATAH	CHEMAX	CHULUTAN	-87.9619	20.5672	1963.2911	2063.0972	2063.0972	1969.3218	1965.3537	2063.4872	2045.2707	2068.4566	2056.1845	2227.9480	2235.7273	1522.9619	1567.5197	1422.0868	1501.7764	1369.6263	1430.0655	1359.4287	1426.5871
92	2003	SUR	YUCATAH	CHACSINKIN	X-BOX	-89.005	20.2039	1830.2036	1929.8376	1929.8376	1836.3602	1832.5694	1948.9505	1930.1166	1954.1280	1947.2688	2107.6431	2121.6007	1395.2115	1430.3744	1284.3136	1363.9796	1242.7086	1301.8505	1232.5228	1288.1548
93	2003	SUR	YUCATAH	TIZIMIN	CHAH TRES REYES	-87.6825	21.0003	2003.1109	2103.0984	2103.0984	2008.9689	2004.7679	2085.6815	2067.9252	2090.4578	2074.2324	2254.5809	2257.4234	1573.1398	1614.9084	1472.5666	1553.6758	1403.1256	1464.9546	1392.9313	1461.4986
94	2005	SUR	YUCATAH	CHACSINKIN	CHACSINKIN	-89.0161	20.1725	1828.5780	1928.1906	1928.1906	1834.7483	1830.9769	1948.6809	1929.8133	1953.8698	1947.2974	2107.0270	2121.3470	1382.7128	1428.1270	1281.7910	1381.4147	1241.6689	1300.4886	1231.4879	1296.9916
95	2005	SUR	YUCATAH	CHEMAX	LOL-BE	-87.9294	20.5022	1966.6850	2066.4546	2066.4546	1972.7443	1968.8154	2069.3343	2051.0621	2074.3222	2062.4871	2233.2473	2241.6195	1524.3827	1569.5385	1423.4490	1503.0338	1374.0632	1434.2894	1363.8665	1430.8080
96	2005	SUR	YUCATAH	MERIDA	TEXAN CAMARA	-89.6667	20.7889	1754.1670	1854.1569	1854.1569	1760.0254	1755.8298	1850.3604	1831.9486	1855.3983	1845.3234	2013.5754	2022.7614	1331.8983	1369.8643	1231.9941	1312.7053	1156.0557	1217.1443	1145.8576	1213.6770
97	2005	SUR	YUCATAH	TIZIMIN	EDEN, EL	-87.6786	21.0442	2004.1898	2104.1929	2104.1929	2010.0294	2005.8040	2085.0119	2067.3305	2089.8033	2073.2285	2254.3443	2256.7351	1575.4089	1616.8425	1474.8777	1555.0348	1403.5940	1465.5560	1393.4010	1462.1025
98	2001	SOPORTE	NORTE	ZACATECAS	SOMBRERETE																					
					GUADALUPE	-103.6944	23.2658	497.7057	522.8635	522.8635	491.4685	482.0197	151.4585	128.2436	158.7558	277.6599	237.6539	288.1182	949.9411	837.6015	989.7417	982.0617	655.1275	616.8564	664.5302	620.1555
					GENERAL FRANCISCO R. MURGUIA																					
99	2002	SOPORTE	NORTE	ZACATECAS	MORELOS (SAN RAFAEL)	-103.0331	24.0172	596.3306	633.0469	633.0469	591.0658	581.2488	136.2529	116.5036	142.0674	201.3803	328.9300	308.9316	991.7220	882.0150	1019.9649	1022.0076	631.1106	605.3259	639.6016	608.3096
100	2005		NORTE	ZACATECAS	ORO	-101.2003	24.4347	712.1594	774.0949	774.0949	709.4145	699.4899	354.8976	341.6133	358.4730	337.4954	563.4278	521.6403	967.0803	867.7663	971.8445	992.5116	507.5415	507.5105	513.5776	509.5726
					PORVENIR, EL (EL CARMEN)																					
101	2005		NORTE	ZACATECAS	GENERAL FRANCISCO R	-103.0572	24.0161	595.8164	632.0895	632.0895	590.5152	580.7080	133.5247	113.6456	139.3834	200.3005	325.9786	306.1565	992.9043	883.1156	1021.4091	1023.2369	633.4723	607.4751	641.9797	610.4652
					SAN CIPRIANO (EL PUJO DEL POTRERO)																					
102	2005		NORTE	ZACATECAS	JIMENEZ DEL TEUL	-103.7067	23.2372	494.1591	519.0807	519.0807	487.9014	478.4630	154.4516	131.3779	161.7249	281.2347	236.3918	289.5078	947.7683	835.3814	987.8881	979.9337	655.0323	616.3972	664.4581	619.7039
103	2005		NORTE	ZACATECAS	MAZAPIL	-101.9967	24.1983	647.5566	700.5457	700.5457	643.8104	633.8090	257.1432	241.7505	261.4536	265.8646	459.9859	427.6962	964.3973	859.6073	979.9446	992.2177	547.5439	534.2729	554.9535	536.8415
					BANDERITA DOS																					
104	2005		NORTE	ZACATECAS	NOCHISTLAN DE MEJIA	-102.815	21.6164	309.7503	369.2188	369.2188	306.2100	296.2154	382.8755	358.7489	390.2917	495.6220	411.6792	514.9230	717.7201	605.0779	761.2241	750.1969	489.7364	436.0073	499.8750	439.5178

De Jalisco, México, Michoacán de Ocampo, Morelos, Nuevo León a Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán de Ocampo, Morelos, Nuevo León, Oaxaca.

AÑO	SOPORTE	UNICACIÓN	EDONOM	MUNICIPIO	LOCALIDAD	LONGITUD	LATITUD	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	
33	2002	SOPORTE	CENTRO	HIDALGO	TEPEHUACAN DE GUERRERO	TENANGO	-98.9292	21.0594	547.4342	547.4342	378.7630	380.9664	402.7081	300.8114	294.7995	283.8252	296.2086	303.9637	351.2687	340.3106	448.0612	444.0830	459.5978	347.3920
34	2004		CENTRO	HIDALGO	ZIMAPAN	DEBHO, EL	-99.4228	20.7756	476.8867	476.8867	308.1105	310.2878	334.0184	271.9178	252.1459	255.6379	254.4050	263.4780	361.1052	349.7677	465.6760	460.3557	486.5692	358.3725
35	2005		CENTRO	HIDALGO	TEPEHUACAN DE GUERRERO	COYUTLA	-98.8475	21.0567	556.6536	556.6536	387.9211	390.1101	409.9579	300.7282	296.8899	283.7164	298.1552	305.6664	356.4068	345.5279	451.9466	448.1615	462.0876	352.3952
36	2005		CENTRO	HIDALGO	ZIMAPAN	RINCON, EL	-99.395	20.7708	479.8585	479.8585	311.0644	313.2340	336.0027	270.5979	251.6192	254.2580	253.8251	262.8245	362.6676	351.3373	466.9522	461.6916	487.3999	359.8817
37	2005		NORTE	JALISCO	JILOTLAN DE LOS DOLORES	CANCHOL	-102.9489	19.2997	0.0000	0.0000	168.8245	166.6936	216.0155	505.6763	441.6778	504.3527	445.8291	452.7900	629.4695	621.4992	729.6962	720.1680	784.6669	632.2206
38	2005		CENTRO	MEXICO	SAN JOSE DEL RINCON	BARRIO SAN DIEGO PUEBLO NUEVO	-102.9489	19.2997	0.0000	0.0000	168.8245	166.6936	216.0155	505.6763	441.6778	504.3527	445.8291	452.7900	629.4695	621.4992	729.6962	720.1680	784.6669	632.2206
39	2003	SOPORTE	SUR	MICHOACAN DE OACAMP	COENEO	CORTIJO VIEJO	-101.6908	19.7981	168.8245	168.8245	0.0000	2.5151	129.5403	370.9999	308.2861	365.8362	312.7336	321.6190	502.4692	493.0604	609.6867	600.8541	657.6957	503.9837
40	2005		SUR	MICHOACAN DE OACAMP	COENEO	CORTIJO NUEVO SANABRIA (LAS CANOAS)	-101.7028	19.7819	166.6936	166.6936	2.5151	0.0000	128.2992	371.6071	308.7996	366.5502	313.2435	322.0840	504.8951	495.4946	612.0769	603.2382	660.1363	506.4179
41	2005		SUR	MICHOACAN DE OACAMP	TURICATO	AYALA	-101.2781	18.8453	216.0155	216.0155	129.5403	128.2992	0.0000	291.6964	228.2488	291.8934	232.2090	238.4234	601.6205	591.3454	711.5443	703.3458	753.5475	602.1311
42	2001	SOPORTE	CENTRO	MORELOS	AYALA	PALO BLANCO	-98.9483	18.6483	505.6763	505.6763	370.9999	371.6071	291.6964	0.0000	64.0804	17.0174	59.8656	53.3456	632.6935	621.3390	737.5487	732.2716	756.3746	630.1100
43	2004		CENTRO	MORELOS	COATLAN DEL RIO	COCOYOTLA	-99.4508	18.7547	441.6778	441.6778	308.2861	308.7996	228.2488	64.0804	0.0000	63.9332	4.4696	14.6797	606.6502	595.3063	714.2058	708.2479	738.2147	604.6600
44	2005		CENTRO	MORELOS	AYALA	CAMPO DEL CIMARRON (COLONIA LAS ARBOLEDAS)	-98.9392	18.7844	504.3527	504.3527	365.8362	366.5502	291.8934	17.0174	63.9332	0.0000	60.2814	56.4715	616.5821	605.2318	721.1703	715.9484	739.6585	613.9455
45	2005		CENTRO	MORELOS	COATLAN DEL RIO	TEZOQUIPA	-99.42	18.7364	445.8291	445.8291	312.7336	313.2435	232.2090	59.8656	4.4696	60.2814	0.0000	10.5744	609.5331	598.1857	716.9508	711.0326	740.6489	607.5070
46	2005		CENTRO	MORELOS	MAZATEPEC	CUAHUICHINOLA	-99.3756	18.6642	452.7900	452.7900	321.6190	322.0840	238.4234	53.3456	14.6797	56.4715	10.5744	0.0000	619.3515	608.0005	726.6033	720.7329	749.9006	617.2843
47	1999	SOPORTE	NORTE	NUEVO LEON	DOCTOR ARROYO	SAN JOSE DE FLORES	-100.2356	23.5536	629.4695	629.4695	502.4692	504.8951	601.6205	632.6935	606.6502	616.5821	609.5331	619.3515	0.0000	11.3627	110.6319	103.2509	155.8098	6.6587
48	2000	SOPORTE	NORTE	NUEVO LEON	MIER Y NORIEGA	SAN ANTONIO DE ALAMITOS	-100.2158	23.4647	621.4992	621.4992	493.0604	495.4946	591.3454	621.3390	595.3063	605.2318	598.1857	608.0005	11.3627	0.0000	121.4900	114.2928	164.7466	10.9233
49	2004	SOPORTE	NORTE	NUEVO LEON	GALEANA	PRESITA DE BERLANGA, LA	-100.1517	24.4364	729.6962	729.6962	609.6867	612.0769	711.5443	737.5487	714.2058	721.1703	716.9508	726.6033	110.6319	121.4900	0.0000	9.9967	66.5125	111.1764
50	2005		NORTE	NUEVO LEON	GALEANA	MARGARITAS	-100.2094	24.3808	720.1680	720.1680	600.8541	603.2382	703.3458	732.2716	708.2479	715.9484	711.0326	720.7329	103.2509	114.2928	9.9967	0.0000	76.0725	104.2251
51	2005		NORTE	NUEVO LEON	LINARES	SAN FRANCISCO (SAN FRANCISCO TENAMAXTLA)	-99.6714	24.6678	784.6669	784.6669	657.6957	660.1363	753.5475	756.3746	738.2147	739.6585	740.6489	749.9006	155.8098	164.7466	66.5125	76.0725	0.0000	153.8319
52	2005		NORTE	NUEVO LEON	MIER Y NORIEGA	PALOMAS, LAS (LAJILLAS)	-100.1828	23.5458	632.2206	632.2206	503.9837	506.4179	602.1311	630.1100	604.6600	613.9455	607.5070	617.2843	6.6587	10.9233	111.1764	104.2251	153.8319	0.0000
53	1998	SOPORTE	SUR	OAXACA	SANTIAGO TILANTONGO	BUENAVISTA	-97.3439	17.3133	741.8783	741.8783	624.6556	624.9573	526.7198	260.3907	318.4770	270.7293	314.0166	304.3853	858.0469	846.9488	955.2055	951.4370	962.3777	854.4126
54	2000	SOPORTE	SUR	OAXACA	SAN FRANCISCO JALTEPETONGO	SAN FRANCISCO JALTEPETONGO	-97.2639	17.3844	748.4139	748.4139	629.0457	629.3975	532.9340	262.7211	321.9666	272.3775	317.4983	308.0558	854.2907	843.2306	950.6961	947.0504	957.0099	850.5732
55	2000		SUR	OAXACA	SAN PABLO ETLA	SAN PABLO ETLA	-96.76	17.1444	817.5906	817.5906	698.5833	698.9483	602.2849	331.2619	391.2180	340.2581	386.7484	377.4013	909.5954	898.6737	1003.3212	1000.1123	1006.4260	905.6156
56	2001	SOPORTE	SUR	OAXACA	SAN PEDRO MOLINOS	SAN PEDRO MOLINOS	-97.5431	17.1014	728.0432	728.0432	617.2089	617.3674	514.2569	260.7241	314.9400	272.8044	310.5420	300.4654	872.2340	861.0495	971.2407	967.1602	980.5949	868.8178
57	2003	SOPORTE	SUR	OAXACA	SAN PABLO TIJALTEPEC	SAN ISIDRO ALLENDE	-97.4869	17.0111	738.8229	738.8229	629.2529	629.3889	525.4259	273.7876	327.6400	285.9571	323.2519	313.1361	885.3333	874.1537	984.2085	980.1537	993.3450	881.9031
58	2005		SUR	OAXACA	CUYAMECALCO VILLA DE ZARAGOZA	CIENEGA, LA (GUADALUPE LA CIENEGA)	-96.8361	17.9903	779.9153	779.9153	646.2884	646.9906	564.3436	276.0025	339.8565	280.4574	335.5296	327.7862	813.3832	802.6397	904.3422	901.5173	905.0521	809.1343
59	2005		SUR	OAXACA	SAN ANDRES CABECERA	VILLA ALTA (SAN COSME LA PAZ)	-97.7686	16.8861	712.9843	712.9843	609.4409	609.4433	501.4408	264.5628	313.6709	278.2349	309.4061	299.0033	886.9316	875.6740	987.7599	983.3525	999.4247	883.7524
60	2005		SUR	OAXACA	SAN MIGUEL CHIMALAP	SAN ANTONIO	-94.1917	16.6528	1141.3379	1141.3379	1014.5250	1015.1268	925.4266	643.5252	706.5718	649.2465	702.1568	693.7053	1144.4370	1134.4792	1223.0402	1221.9496	1211.2842	1139.3731
61	2005		SUR	OAXACA	SAN PABLO ETLA	SAN PABLO ETLA	-96.76	17.1444	817.5906	817.5906	698.5833	698.9483	602.2849	331.2619	391.2180	340.2581	386.7484	377.4013	909.5954	898.6737	1003.3212	1000.1123	1006.4260	905.6156
62	2005		SUR	OAXACA	SAN PABLO TIJALTEPE	BUENA VISTA LA PAZ	-97.5078	17.0667	733.7572	733.7572	623.2620	623.4155	520.0629	266.8899	321.1035	278.9487	316.7064	306.6256	877.9284	866.7495	976.7989	972.7434	985.9595	874.4965
63	2005		SUR	OAXACA	SANTIAGO TILANTONGO	PROGRESO, EL	-97.3167	17.3239	744.6388	744.6388	626.9517	627.2647	529.4078	262.1727	320.5451	272.3471	316.0822	306.4934	858.2815	847.1939	955.2266	951.4935	962.1476	854.6235

De Jalisco, México, Michoacán de Ocampo, Morelos, Nuevo León a Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz-Llave.

	AÑO	SOPORTE	UNICACIÓN	EDONOM	MUNICIPIO	LOCALIDAD	LONGITUD	LATITUD	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
64	2003	SOPORTE	CENTRO	PUEBLA	AQUIXTLA	TERRERO, EL	-97.9542	19.7875	626.0892	626.0892	466.1694	467.6652	431.0184	188.6273	226.8553	175.3907	225.0261	226.0199	549.3324	538.5787	641.5148	638.3902	645.4432	545.1113
65	2005		CENTRO	PUEBLA	AQUIXTLA	TERRERO, EL	-97.9542	19.7875	626.0892	626.0892	466.1694	467.6652	431.0184	188.6273	226.8553	175.3907	225.0261	226.0199	549.3324	538.5787	641.5148	638.3902	645.4432	545.1113
66	2005		CENTRO	POTOSI	CORONA	TZAPUJA	-98.8139	21.6264	591.9297	591.9297	425.2597	427.6082	463.5664	371.9174	366.9706	354.9042	368.3920	376.1409	298.7753	288.4203	388.2696	385.2177	394.2290	294.1197
67	1999	SOPORTE	NORTE	SINALOA	GUASAVE	SAN FERNANDO	-108.6092	25.5581	1052.7505	1052.7505	1123.1044	1123.2498	1240.1056	1481.8204	1423.3393	1472.9372	1427.7854	1437.6074	1074.1815	1079.2141	1064.3731	1058.1780	1120.5727	1080.8144
68	2001	SOPORTE	NORTE	SINALOA	FUERTE, EL	HORNILLOS, LOS	-108.5078	26.4717	1132.0565	1132.0565	1190.1624	1190.5091	1311.0221	1541.0898	1484.4598	1531.2774	1488.8655	1498.9255	1094.3456	1100.4069	1072.9612	1067.6421	1125.1408	1100.8821
						MARMOL DE SALCIDO																		
69	2003	SOPORTE	NORTE	SINALOA	MAZATLAN	(MARMOL)	-106.6019	23.4842	692.9858	692.9858	766.0763	766.0963	880.9501	1129.4727	1069.6163	1121.4626	1074.0807	1083.6780	794.2886	796.7153	813.4296	805.3163	877.1478	800.8655
70	2005		NORTE	SINALOA	AHOME	ESMERALDA, LA	-109.1403	25.8975	1128.7895	1128.7895	1201.1576	1201.2822	1317.6370	1560.3512	1501.7880	1551.5026	1506.2357	1516.0431	1148.7657	1154.0219	1136.1105	1130.1466	1191.2330	1155.3839
71	2005		NORTE	SINALOA	BADIRAGUATO	RINCON DE LOS MONTES, EL	-107.5417	25.2578	938.5251	938.5251	998.3796	998.6670	1118.3199	1352.5194	1295.0307	1343.1421	1299.4561	1309.4197	935.9563	940.9370	927.6329	921.2768	984.6313	942.5925
72	2005					PUEBLO PIDER (LOS ARROYITOS)	-106.8456	23.87	749.2901	749.2901	819.5351	819.6170	935.6342	1181.1379	1121.7698	1172.8133	1126.2287	1135.9154	825.5889	828.6591	838.0961	830.3623	900.5498	832.2154
73	2005		NORTE	SINALOA	FUERTE, EL	TETAROBITA	-108.4828	26.3869	1121.7912	1121.7912	1180.5451	1180.8804	1301.2083	1531.9884	1475.2368	1522.2330	1479.6455	1489.6922	1087.9216	1093.9042	1067.4698	1062.0753	1120.0112	1094.4683
74	2005		NORTE	SINALOA	GUASAVE	GUAYPARIME	-108.7733	25.74	1083.3138	1083.3138	1153.3660	1153.5208	1270.5332	1511.6882	1453.3186	1502.7406	1457.7627	1467.6007	1099.5109	1104.7018	1087.8319	1081.7805	1143.3786	1106.1338
75	2005		NORTE	SINALOA	GUASAVE	ROBERTO BARRIOS	-108.6142	25.5272	1050.3143	1050.3143	1121.1223	1121.2602	1237.9666	1480.0893	1421.5454	1471.2405	1425.9926	1435.8052	1073.8977	1078.8935	1064.4918	1058.2679	1120.8181	1080.5327
						MARMOL DE SALCIDO																		
76	2005		NORTE	SINALOA	MAZATLAN	(MARMOL)	-106.6019	23.4842	692.9858	692.9858	766.0763	766.0963	880.9501	1129.4727	1069.6163	1121.4626	1074.0807	1083.6780	794.2886	796.7153	813.4296	805.3163	877.1478	800.8655
77	2005		NORTE	SINALOA	SAN IGNACIO	SAN JAVIER	-106.5089	23.9192	727.5960	727.5960	790.9795	791.1595	909.1512	1149.8323	1091.0997	1141.1462	1095.5490	1105.3440	783.9670	787.1541	795.7265	788.0147	858.1243	790.5998
						JOSE MA. MORELOS Y P. (LOMA TRISTE 2A. SECC.)																		
78	1999	SOPORTE	SUR	TABASCO	TACOTALPA	SECC.)	-92.6133	17.5958	1306.8447	1306.8447	1165.3355	1166.3161	1092.1774	801.1700	865.1929	803.0115	861.0244	854.1099	1206.9558	1198.2013	1269.9596	1270.6683	1246.5103	1201.1712
79	2005		SUR	TABASCO	TACOTALPA	GRAN PODER	-92.6375	17.5242	1305.3519	1305.3519	1164.5454	1165.5074	1090.5036	799.7098	863.7591	801.7482	859.5734	852.5724	1210.1108	1201.3029	1273.7559	1274.3967	1250.7286	1204.3506
						MACLOVIO HERRERA																		
80	2005		NORTE	TAMAULIPAS	ALTAMIRA	(MIRADORES)	-98.0867	22.4992	726.1443	726.1443	561.8987	564.3092	605.2460	492.3054	497.1858	475.4949	498.0350	504.7423	298.6242	291.6559	353.2405	353.8856	335.0862	292.2889
81	2005		NORTE	TAMAULIPAS	HIDALGO	NORIA, LA	-99.5703	24.2817	750.9848	750.9848	618.7651	621.2324	710.9081	707.0779	689.6939	690.3321	692.0699	701.2441	123.0458	129.9008	75.0576	80.6851	49.7927	119.4484
82	2005		NORTE	TAMAULIPAS	MANTE, EL	NUEVA UNION, LA	-98.9375	22.5069	640.7401	640.7401	481.8640	484.3468	542.1659	481.3898	472.4736	464.4085	474.2327	482.5099	208.0358	199.2771	284.4149	282.5476	284.7115	202.3254
83	2005		CENTRO	TLAXCALA	ATLANGATEPEC	ELENA	-98.1292	19.5494	602.0984	602.0984	445.4170	446.7747	402.5488	151.9226	192.3921	138.9979	190.3163	190.7231	564.4560	553.4983	659.8376	656.2470	666.9130	560.5538
84	1999	SOPORTE	SUR	VERACRUZ-LLAVE	PERLA, LA	CUMBRE DEL ESPAÑOL	-97.1464	18.9706	725.0667	725.0667	576.2690	577.3842	515.6961	228.3676	288.7494	224.8677	285.1487	280.7234	689.5250	678.9603	778.1766	775.6267	777.4454	685.0540
85	1999	SOPORTE	SUR	VERACRUZ-LLAVE	UXPANAPA	CHUNIAPAN DE ARRIBA	-94.3811	17.4033	1094.7646	1094.7646	959.6313	960.4277	879.0553	590.5817	654.5666	594.1861	650.2669	642.6495	1059.3444	1049.6243	1134.9769	1134.2242	1121.1513	1054.1058
86	1999	SOPORTE	SUR	VERACRUZ-LLAVE	UXPANAPA	HIDALGO AMAJAC	-94.4175	17.4069	1090.2338	1090.2338	955.1765	955.9705	874.5185	586.0828	650.0634	589.7105	645.7623	638.1369	1055.8922	1046.1556	1131.7538	1130.9728	1118.1201	1050.6654
87	2005		SUR	VERACRUZ-LLAVE	ASTACINGA	ACATITLA	-97.1236	18.5561	732.6449	732.6449	590.4834	591.4023	519.5578	227.9348	291.3901	228.2928	287.3740	281.2766	734.4748	723.7641	825.1657	822.3502	826.0785	730.1844
88	2005		SUR	VERACRUZ-LLAVE	CORDOBA	SAN ISIDRO PALOTAL	-96.9661	18.9467	747.8951	747.8951	598.9340	600.0532	538.1015	250.0800	310.9082	246.9897	307.2637	302.6614	704.7747	694.3144	791.8380	789.5111	789.5228	700.1853
						JOSE GUADALUPE RODRIGUEZ (LA JOTA)																		
89	2005		SUR	VERACRUZ-LLAVE	MINATITLAN	(LA JOTA)	-94.3956	17.4467	1091.8392	1091.8392	956.2375	957.0453	876.1904	587.4316	651.4415	590.9031	647.1508	639.5882	1054.1782	1044.4718	1129.6454	1128.9110	1115.7108	1048.9302

De Jalisco, México, Michoacán de Ocampo, Morelos, Nuevo León a Yucatán, Zacatecas.

	AÑO	SOPORTE	UNICACIÓN	EDONOM	MUNICIPIO	LOCALIDAD	LONGITUD	LATITUD	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
90	2000	SOPORTE	SUR	YUCATAN	UMAN	PETEC BILTUN	-89.6861	20.8269	1665.5626	1665.5626	1503.1618	1504.8272	1467.1631	1187.0605	1245.3449	1182.1796	1242.0637	1238.5795	1359.3769	1354.2477	1381.1313	1385.7034	1334.7191	1352.7560
91	2002	SOPORTE	SUR	YUCATAN	CHEMAX	CHULUTAN	-87.9619	20.5672	1876.4102	1876.4102	1715.4639	1717.0728	1675.1225	1391.3815	1451.0494	1387.4402	1447.6124	1443.5968	1575.9069	1570.9177	1595.5358	1600.3225	1547.8300	1569.2766
92	2003	SOPORTE	SUR	YUCATAN	CHACSINKIN	X-BOX	-89.005	20.2039	1743.2548	1743.2548	1583.4537	1585.0159	1540.5097	1255.5870	1315.6699	1251.9509	1312.1806	1307.9882	1462.0924	1456.5890	1487.5059	1491.8006	1442.5427	1455.5022
93	2003	SOPORTE	SUR	YUCATAN	TIZIMIN	CHAN TRES REYES	-87.6825	21.0003	1916.3729	1916.3729	1754.0595	1755.7250	1717.3235	1435.7924	1494.6698	1431.3049	1491.3262	1487.6260	1598.1564	1593.5589	1613.6059	1618.7258	1564.1197	1591.5075
94	2005		SUR	YUCATAN	CHACSINKIN	CHACSINKIN	-89.0161	20.1725	1741.6236	1741.6236	1581.9491	1583.5065	1538.7068	1253.6186	1313.7651	1250.0313	1310.2679	1306.0483	1461.8909	1456.3593	1487.6076	1491.8772	1442.7836	1455.3034
95	2005		SUR	YUCATAN	CHEMAX	LOL-BE	-87.9294	20.5022	1879.7859	1879.7859	1719.0787	1720.6782	1678.1256	1394.0075	1453.8165	1390.1693	1450.3625	1446.2885	1581.7789	1576.7449	1601.8669	1606.6179	1554.3498	1575.1513
96	2005		SUR	YUCATAN	MERIDA	TEXAN CAMARA	-89.6667	20.7889	1667.4321	1667.4321	1505.1766	1506.8358	1468.7588	1188.3422	1246.7389	1183.5323	1243.4453	1239.9196	1362.9124	1357.7534	1384.9700	1389.5183	1338.6848	1356.2935
97	2005		SUR	YUCATAN	TIZIMIN	EDEN, EL	-87.6786	21.0442	1917.4704	1917.4704	1755.0210	1756.6922	1718.6698	1437.3976	1496.1836	1432.8498	1492.8506	1489.1855	1597.5509	1592.9890	1612.6291	1617.7777	1562.9921	1590.9008
98	2001	SOPORTE		NORTE	ZACATECAS	SOMBRERETE GENERAL FRANCISCO R.	-103.6944	23.2658	503.4646	503.4646	499.6420	500.6483	628.5003	826.1031	772.6705	815.1796	776.9672	787.3229	433.0012	434.6890	465.4801	456.4893	531.5025	439.4877
99	2002	SOPORTE		NORTE	ZACATECAS	MURGUA CONCEPCION DEL ORO	-103.0331	24.0172	588.6356	588.6356	552.3597	553.8355	681.3679	841.6317	794.2121	828.8816	798.2638	808.8258	353.7680	358.1733	363.2596	355.1853	427.1781	360.4257
100	2005			NORTE	ZACATECAS	GENERAL FRANCISCO R	-101.2003	24.4347	676.7523	676.7523	581.6768	583.8455	697.3851	774.6397	741.4727	759.2624	744.7917	755.0457	162.9972	172.4241	130.8205	123.8046	192.9453	168.5584
101	2005			NORTE	ZACATECAS	PORVENIR, EL (EL PORVENIR DEL CARMEN)	-103.0572	24.0161	588.5597	588.5597	553.1481	554.6132	682.2102	843.3466	795.7946	830.6297	799.8525	810.4128	356.7124	361.0980	366.2548	358.1849	430.1563	363.3702
102	2005			NORTE	ZACATECAS	SAN CIPRIANO (EL PUJO DEL POTRERO)	-103.7067	23.2372	500.2461	500.2461	497.3300	498.3219	626.1129	824.7228	771.1313	813.8574	775.4336	785.7795	434.8398	436.4386	468.0656	459.0474	534.1334	441.3143
103	2005			NORTE	ZACATECAS	MAZAPIL BANDERITA DOS	-101.9967	24.1983	622.5740	622.5740	550.2813	552.1961	673.8156	789.9723	749.7312	775.6907	753.4313	763.9420	233.9691	240.2919	232.0857	224.1379	295.9520	240.4931
104	2005			NORTE	ZACATECAS	HOCHISTLAN DE MEJIA	-102.815	21.6164	289.5072	289.5072	266.7015	267.6435	395.3258	608.1317	551.0139	598.8609	555.4205	565.4810	402.4467	397.8962	483.9157	473.9304	546.5625	407.1570

De Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa (Rincón de los Montes, El) a Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala.

AÑO	SOPORTE	UNICACIÓN	EDONOM	MUNICIPIO	LOCALIDAD	LONGITUD	LATITUD	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
64	2003	CENTRO	PUEBLA	AQUIXTLA	TERRERO, EL	-97.9542	19.7875	317.9259	311.9279	361.8407	339.0122	351.2477	264.0633	362.7102	610.9630	361.8407	343.9775	317.4752	0.0000	0.0000	253.2489	1511.7192	1558.5009	1173.3030	1590.1566	1377.1083
65	2005	CENTRO	PUEBLA	AQUIXTLA	TERRERO, EL	-97.9542	19.7875	317.9259	311.9279	361.8407	339.0122	351.2477	264.0633	362.7102	610.9630	361.8407	343.9775	317.4752	0.0000	0.0000	253.2489	1511.7192	1558.5009	1173.3030	1590.1566	1377.1083
66	2005	CENTRO	POTOSI	TAMPAMOLON	TZAPUJA	-98.8139	21.6264	568.4839	563.4421	615.0771	586.3660	599.1191	516.3939	605.5941	847.0765	615.0771	591.7325	568.3385	253.2489	253.2489	0.0000	1316.8007	1352.0396	998.8706	1394.1399	1179.3448
67	1999	SOPORTE	NORTE	SINALOA	SAN FERNANDO	-108.6092	25.5581	1741.6192	1744.4832	1813.0346	1737.5511	1749.9686	1746.0541	1731.9338	2114.1411	1813.0346	1743.6790	1743.5792	1511.7192	1511.7192	1316.8007	0.0000	114.6780	360.0776	78.6326	138.3475
68	2001	SOPORTE	NORTE	SINALOA	FUERTE, EL	-108.5078	26.4717	1801.4731	1803.6117	1871.3960	1799.3906	1812.0441	1799.9768	1795.8710	2165.7550	1871.3960	1805.5511	1803.2607	1558.5009	1558.5009	1352.0396	114.6780	0.0000	442.0984	106.5752	193.5507
69	2003	SOPORTE	NORTE	SINALOA	MAZATLAN	-106.6019	23.4842	1388.0631	1391.5081	1460.5437	1382.5095	1394.7394	1397.9136	1375.5125	1767.3341	1460.5437	1388.6034	1390.1565	1173.3030	1173.3030	998.8706	360.0776	442.0984	0.0000	436.9616	250.4134
70	2005	NORTE	SINALOA	AHOME	ESMERALDA, LA	-109.1403	25.8975	1820.1018	1822.9992	1891.5775	1815.9191	1828.3194	1824.6864	1810.1436	2192.7648	1891.5775	1822.0442	1822.0700	1590.1566	1590.1566	1394.1399	78.6326	106.5752	436.9616	0.0000	214.8120
71	2005	NORTE	SINALOA	BADIRAGUATO	RINCON DE LOS MONTES, EL	-107.5417	25.2578	1612.7495	1615.2249	1683.4002	1609.7968	1622.3665	1614.2747	1605.4400	1981.5132	1683.4002	1615.9459	1614.6168	1377.1083	1377.1083	1179.3448	138.3475	193.5507	250.4134	214.8120	0.0000
72	2005	NORTE	SINALOA	ELOTA	ARROYITOS	-106.8456	23.87	1440.2434	1443.4784	1512.3583	1435.2519	1447.5581	1448.2632	1428.8195	1817.3873	1512.3583	1441.3603	1442.2884	1220.6057	1220.6057	1040.3725	304.5702	385.1694	58.9296	362.0178	193.6970
73	2005	NORTE	SINALOA	FUERTE, EL	TETAROBITA	-108.4628	26.3869	1792.3626	1794.5470	1862.3858	1790.1566	1802.7966	1791.2472	1786.5087	2157.2103	1862.3858	1796.3155	1794.1611	1550.2224	1550.2224	1344.5440	104.5943	11.0296	431.5128	102.2566	183.3776
74	2005	NORTE	SINALOA	GUASAVE	GUAYAPARIME	-108.7733	25.74	1771.5535	1774.3709	1842.8776	1787.6058	1780.0380	1775.5646	1762.1035	2143.5015	1842.8776	1773.7361	1773.5027	1540.5622	1540.5622	1344.3204	30.5633	97.1084	390.6236	49.6241	165.0078
75	2005	NORTE	SINALOA	GUASAVE	ROBERTO BARRIOS MARMOL DE SANCID	-108.6142	25.5272	1739.8493	1742.7394	1811.3148	1735.7094	1748.1177	1744.4980	1730.0162	2112.6490	1811.3148	1741.8358	1741.8155	1510.4363	1510.4363	1315.9491	3.9051	118.5784	357.7551	80.2629	137.9587
76	2005	NORTE	SINALOA	MAZATLAN	(MARMOL)	-106.6019	23.4842	1388.0631	1391.5081	1460.5437	1382.5095	1394.7394	1397.9136	1375.5125	1767.3341	1460.5437	1388.6034	1390.1565	1173.3030	1173.3030	998.8706	360.0776	442.0984	0.0000	436.9616	250.4134
77	2005	NORTE	SINALOA	SAN IGNACIO	SAN JAVIER	-106.5089	23.9192	1409.4529	1412.4230	1481.0884	1405.2106	1417.6185	1415.4022	1399.6025	1784.1318	1481.0884	1411.3367	1411.4358	1185.2181	1185.2181	1001.7149	332.3614	404.4683	55.4958	410.7133	210.9291
78	1999	SOPORTE	SUR	TABASCO	TACOTALPA	-92.6133	17.5958	591.2276	580.7947	520.3866	618.1129	612.3765	529.1184	649.2283	229.3834	520.3866	614.1813	587.7624	720.2363	720.2363	922.6394	2229.1663	2271.1857	1893.4920	2307.3663	2093.4062
79	2005	SUR	TABASCO	TACOTALPA	GRAN PODER	-92.6375	17.5242	587.7463	577.4399	516.4894	614.2775	608.3744	527.0231	645.0724	222.2945	516.4894	610.2796	584.2982	720.8958	720.8958	925.0215	2230.4636	2272.9238	1894.1963	2308.6968	2094.8198
80	2005	NORTE	TAMAULIPAS	ALTAMIRA	MACLOVIO HERRERA (MIRADORES)	-98.0867	22.4992	653.5811	646.3116	688.2482	676.8204	688.7566	583.7539	701.3979	876.4260	688.2482	681.5804	652.7628	338.7076	338.7076	141.7298	1367.1008	1391.3643	1069.4159	1442.7155	1228.7591
81	2005	NORTE	TAMAULIPAS	HIDALGO	NORIA, LA	-99.5703	24.2617	912.6517	907.3218	956.9681	930.8108	943.5648	855.8155	949.6389	1164.5226	956.9681	936.1786	912.4320	595.8328	595.8328	344.4463	1138.8552	1148.0031	882.8664	1210.8239	1001.9171
82	2005	NORTE	TAMAULIPAS	MANTE, EL	RAHCHO SANTA ELENA	-98.9375	22.5069	677.7545	672.3119	722.0617	696.4509	709.1218	621.4804	716.2377	940.1848	722.0617	701.7500	677.4954	360.7621	360.7621	110.9257	1265.2343	1292.3677	963.9308	1341.3180	1126.9632
83	2005	CENTRO	TLAXCALA	ATLANGATEPEC	ELENA	-98.1292	19.5494	295.6728	290.8733	345.2581	314.0367	326.6521	252.7033	335.2974	609.8340	345.2581	319.2890	295.5719	36.8650	36.8650	272.8374	1507.1101	1556.3851	1185.4568	1585.6564	1373.3546
84	1999	SOPORTE	SUR	VERACRUZ-LLAVE	CUMBRE DEL ESPAÑOL	-97.1464	18.9706	208.2230	198.4320	232.8756	238.3900	248.1250	128.2801	271.3941	468.5033	232.8756	241.7665	206.5333	143.3278	143.3278	391.2252	1649.3958	1698.4755	1307.1493	1727.9454	1515.6383
85	1999	SOPORTE	SUR	VERACRUZ-LLAVE	CHUNIAPAN DE ARRIBA	-94.3811	17.4033	369.8010	359.6576	298.5372	396.2761	390.5479	314.9122	427.5122	96.5658	298.5372	392.3320	366.3710	535.8963	535.8963	763.8183	2045.9396	2094.2839	1702.9478	2124.4842	1912.0617
86	1999	SOPORTE	SUR	VERACRUZ-LLAVE	UXPANAPA	-94.4175	17.4069	365.2760	355.1198	294.0728	391.7991	386.1002	310.3917	423.0924	98.2063	294.0728	387.8661	361.8441	531.8739	531.8739	760.2258	2041.7772	2090.2208	1698.8829	2120.3251	1907.9331
87	2005	SUR	VERACRUZ-LLAVE	ASTACINGA	HIDALGO AMAJAC	-97.1236	18.5561	157.4653	147.2222	181.8676	188.8797	198.0070	79.1776	223.3440	436.0898	181.8676	191.8959	155.6019	185.3071	185.3071	437.2530	1678.1900	1729.8411	1332.7680	1758.8058	1545.4263
88	2005	SUR	VERACRUZ-LLAVE	CORDOBA	ACATITLA	-96.9661	18.9467	209.1582	198.4175	226.3152	241.2063	250.0682	120.4149	275.8820	449.1131	226.3152	244.0857	207.1269	161.8618	161.8618	406.0870	1670.4063	1718.9184	1328.7517	1748.9366	1536.4555
89	2005	SUR	VERACRUZ-LLAVE	MINATITLAN	SAN ISIDRO PALOTAL	-94.3956	17.4467	368.1978	357.9253	297.3770	395.0290	389.4718	311.9313	426.5783	102.2592	297.3770	391.1527	364.7500	531.3978	531.3978	758.7785	2041.6812	2089.8398	1698.9210	2120.2190	1907.7372
					JOSE GUADALUPE RODRIGUEZ (LA JOTA)																					

De Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa (Rincón de los Montes, El) a Veracruz-Llave, Yucatán, Zacatecas.

AÑO	SOPORTE	UNICACIÓN	EDONOM	MUNICIPIO	LOCALIDAD	LONGITUD	LATITUD	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71		
90	2000	SOPORTE	SUR	YUCATAN	UMAH	PETEC BILTUN	-89.6861	20.6269	1051.1283	1038.3652	994.9401	1084.8263	1083.3979	959.6477	1121.8207	766.2521	994.9401	1062.7173	1047.4926	1039.6233	1039.6233	1143.1182	2433.4615	2451.4705	2136.2472	2508.1365	2295.1766	
91	2002	SOPORTE	SUR	YUCATAN	CHEMAX	CHULUTAN	-87.9619	20.5672	1238.8692	1226.5437	1177.7638	1271.1227	1268.4279	1152.8522	1306.8087	917.9019	1177.7638	1268.4661	1235.2298	1250.4002	1250.4002	1360.2981	2650.0940	2666.9948	2353.7759	2724.5565	2511.8366	
92	2003	SOPORTE	SUR	YUCATAN	CHACSINKIN	X-BOX	-89.1005	20.2039	1101.0680	1088.7447	1040.0629	1133.3324	1130.8646	1015.2868	1169.0516	784.2073	1040.0629	1130.8655	1087.4267	1117.6846	1117.6846	1236.5317	2535.3406	2555.6784	2233.1573	2610.5187	2396.8973	
93	2003	SOPORTE	SUR	YUCATAN	TIZIMIN	CHAH TRES REYES	-87.6525	21.0003	1290.1157	1277.6372	1230.4178	1322.8544	1320.5411	1202.1339	1358.9716	976.5420	1230.4178	1320.3629	1286.4738	1290.3695	1290.3695	1390.9167	2671.9600	2686.2776	2380.5956	2745.9471	2533.8730	
94	2005		SUR	YUCATAN	CHACSINKIN	CHACSINKIN	-89.0161	20.1725	1098.4814	1066.1735	1037.3418	1130.6975	1127.9930	1012.8743	1166.3738	780.8554	1037.3418	1128.0348	1094.8425	1116.1258	1116.1258	1235.7301	2535.0402	2555.5620	2232.5176	2610.2554	2396.6953	
95	2005		SUR	YUCATAN	CHEMAX	LOL-BE	-87.9294	20.5022	1240.0753	1227.7876	1178.6389	1272.2089	1269.4221	1154.5190	1307.7860	917.0650	1178.6389	1269.5130	1236.4370	1253.8398	1253.8398	1365.1429	2655.9394	2673.1398	2359.0471	2730.4763	2517.6785	
96	2005		SUR	YUCATAN	MERIDA	TEXAN CAMARA	-89.6667	20.7889	1051.3645	1038.6215	994.9121	1084.9951	1083.5020	960.1638	1121.9312	764.8228	994.9121	1082.8577	1047.7277	1041.4454	1041.4454	1145.9518	2438.9627	2455.1536	2139.3762	2511.6774	2298.6710	
97	2005		SUR	YUCATAN	TIZIMIN	EDEN, EL	-87.6786	21.0442	1292.5324	1280.0357	1233.0164	1325.3298	1323.0649	1204.3176	1361.4995	979.9979	1233.0164	1322.8593	1288.8905	1291.5061	1291.5061	1391.1057	2671.2754	2685.3619	2380.3614	2745.1082	2533.2066	
98	2001	SOPORTE	NORTE	ZACATECAS	SOMBRERETE	ESTANCIA DE GUADALUPE	-103.6944	23.2658	1085.8969	1087.1939	1153.9695	1086.4501	1099.3811	1079.4715	1086.2879	1444.3466	1153.9695	1092.6252	1087.4733	837.3469	837.3469	837.3469	642.3105	676.5692	721.5086	363.7533	754.5866	540.4982
99	2002	SOPORTE	NORTE	ZACATECAS	GENERAL FRANCISCO R. MURGUIA	BOCAS, LAS	-103.0331	24.0172	1096.9358	1096.7119	1160.8930	1101.6020	1114.7857	1078.4558	1105.8266	1435.5463	1160.8930	1107.7310	1098.1286	824.5833	824.5833	605.0088	721.7313	748.5108	450.1715	797.2110	583.3856	
100	2005		NORTE	ZACATECAS	CONCEPCION DEL ORO	MORELOS (SAN RAFAEL)	-101.2003	24.4347	1010.3493	1007.3898	1064.9375	1022.3420	1035.5533	970.9964	1034.4912	1306.5501	1064.9375	1028.1834	1010.8087	707.2050	707.2050	459.7678	934.8784	946.4203	684.2419	1007.2421	797.7714	
101	2005		NORTE	ZACATECAS	GENERAL FRANCISCO R	PORVENIR, EL (EL PORVENIR DEL CARMEN)	-103.0572	24.0161	1098.7792	1098.5840	1162.8209	1103.3666	1116.5470	1080.5175	1107.5047	1437.7701	1162.8209	1109.4972	1099.9795	826.8083	826.8083	607.5591	718.8704	745.8246	447.1776	794.3785	580.5238	
102	2005		NORTE	ZACATECAS	JIMENEZ DEL TEUL	POTRERO)	-103.7067	23.2372	1084.5825	1085.9243	1152.7645	1085.0143	1097.9354	1078.5189	1084.7238	1443.5731	1152.7645	1091.1896	1086.1700	836.8191	836.8191	642.6406	676.6978	722.2194	362.5090	754.7674	540.7909	
103	2005		NORTE	ZACATECAS	MAZAPIL	BANDERITA DOS	-101.9967	24.1983	1036.6994	1035.0230	1096.0221	1045.2873	1058.5564	1007.1469	1053.7741	1354.3628	1096.0221	1051.2960	1037.5098	746.4290	746.4290	510.5127	842.2190	860.3972	581.3978	916.0803	704.2932	
104	2005		NORTE	ZACATECAS	NOCHISTLAN DE MEJIA	MAGUEYES, LOS	-102.815	21.6164	868.3815	870.8418	939.0974	865.9454	878.6078	872.3714	862.9181	1241.3093	939.0974	872.1064	870.2368	647.9239	647.9239	499.1674	874.2775	933.4462	526.7838	952.8803	744.3882	

De Sinaloa (Pueblo Pider), Tabasco, Tamaulipas, Veracruz-Llave a Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz-Llave.

AÑO	SOPORTE	UNICACIÓN	EDONOM	MUNICIPIO	LOCALIDAD	LONGITUD	LATITUD	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	
64	2003	SOPORTE	CENTRO	PUEBLA	AQUIXTLA	TERRERO, EL	-97.9542	19.7875	1220.6057	1550.2224	1540.5622	1510.4363	1173.3030	1185.2181	720.2363	720.8958	338.7076	595.8328	360.7621	36.8650	143.3278	535.8963	531.8739	185.3071	161.8618	531.3978
65	2005		CENTRO	PUEBLA	AQUIXTLA	TERRERO, EL	-97.9542	19.7875	1220.6057	1550.2224	1540.5622	1510.4363	1173.3030	1185.2181	720.2363	720.8958	338.7076	595.8328	360.7621	36.8650	143.3278	535.8963	531.8739	185.3071	161.8618	531.3978
66	2005		CENTRO	SAN LUIS POTOSÍ	TAMPAMOLÓN	TZAPUJA	-98.8139	21.6264	1040.3725	1344.5440	1344.3204	1315.9491	998.8706	1001.7149	922.6394	925.0215	141.7298	344.4463	110.9257	272.8374	391.2252	763.8183	760.2258	437.2530	406.0870	758.7785
67	1999	SOPORTE	NORTE	SINALOA	GUASAVE	SAN FERNANDO	-108.6092	25.5581	304.5702	104.5943	30.5633	3.9051	360.0776	332.3814	2229.1663	2230.4636	1367.1008	1138.8552	1265.2343	1507.1101	1649.3958	2045.9396	2041.7772	1678.1900	1670.4063	2041.6812
68	2001	SOPORTE	NORTE	SINALOA	FUERTE, EL	HORNILLOS, LOS	-108.5078	26.4717	385.1694	11.0296	97.1084	118.5784	442.0984	404.4683	2271.1857	2272.9238	1391.3643	1148.0031	1292.3677	1556.3851	1698.4755	2094.2839	2090.2208	1729.8411	1718.9184	2089.8398
69	2003	SOPORTE	NORTE	SINALOA	MAZATLÁN	(MARMOL)	-106.6019	23.4842	58.9296	431.5128	390.6236	357.7551	0.0000	55.4958	1893.4920	1894.1983	1069.4159	882.8664	963.9308	1165.4568	1307.1493	1702.9478	1698.6829	1332.7680	1328.7517	1698.9210
70	2005		NORTE	SINALOA	AHOME	ESMERALDA, LA	-109.1403	25.8975	382.0178	102.2566	49.8241	80.2629	436.9616	410.7133	2307.3663	2308.6968	1442.7155	1210.8239	1341.3180	1585.6864	1727.9454	2124.4842	2120.3251	1756.8058	1748.9366	2120.2190
71	2005		NORTE	SINALOA	BADIRAGUATO	RINCON DE LOS MONTES, EL	-107.5417	25.2578	193.6970	183.3776	165.0078	137.9587	250.4134	210.9291	2093.4062	2094.8198	1228.7591	1001.9171	1126.9632	1373.3546	1515.6383	1912.0617	1907.9331	1545.4263	1536.4555	1907.7372
72	2005		NORTE	SINALOA	EL OTO	ARROYITOS)	-106.8456	23.87	0.0000	374.5876	335.0589	302.3722	56.9296	42.4518	1940.4607	1941.3241	1106.0368	909.0978	1001.1408	1213.6967	1355.6608	1751.8585	1747.6216	1382.2440	1377.1031	1747.7638
73	2005		NORTE	SINALOA	FUERTE, EL	TETAROBITA	-108.4828	26.3869	374.5876	0.0000	88.4694	108.4993	431.5128	394.2370	2263.3177	2265.0242	1384.7094	1142.4957	1285.4658	1547.9363	1690.0586	2085.9587	2081.8864	1721.2546	1710.5426	2081.5250
74	2005		NORTE	SINALOA	GUASAVE	GUAYAPARIME	-108.7733	25.74	335.0589	88.4694	0.0000	33.1480	390.6236	362.5010	2257.6342	2258.9775	1393.1872	1162.4652	1291.6787	1536.1875	1678.4802	2075.0080	2070.8542	1707.5053	1699.4419	2070.7322
75	2005		NORTE	SINALOA	GUASAVE	ROBERTO BARRIOS	-108.6142	25.5272	302.3722	108.4993	33.1480	0.0000	357.7551	330.4994	2228.0100	2229.2917	1366.6292	1138.9405	1264.6753	1505.7382	1648.0199	2044.5671	2040.4014	1676.7199	1669.0493	2040.3156
76	2005		NORTE	SINALOA	MAZATLÁN	(MARMOL)	-106.6019	23.4842	58.9296	431.5128	390.6236	357.7551	0.0000	55.4958	1893.4920	1894.1983	1069.4159	882.8664	963.9308	1165.4568	1307.1493	1702.9478	1698.6829	1332.7680	1328.7517	1698.9210
77	2005		NORTE	SINALOA	SAN IGNACIO	SAN JAVIER	-106.5089	23.9192	42.4518	394.2370	362.5010	330.4994	55.4958	0.0000	1904.6338	1905.6088	1065.5593	866.8205	960.8786	1179.0344	1321.1602	1717.5778	1713.3658	1348.5705	1342.4633	1713.4262
78	1999	SOPORTE	SUR	TABASCO	TACOTALPA	JOSE MA. MORELOS Y P. (LOMA TRISTE 2A. SECC.)	-92.6133	17.5958	1940.4607	2263.3177	2257.6342	2228.0100	1893.4920	1904.6338	0.0000	9.4290	916.7863	1203.7682	998.9489	730.0341	590.9733	221.8494	226.3172	575.3047	568.5943	223.1314
79	2005		SUR	TABASCO	TACOTALPA	GRAN PODER MACLOVIO HERRERA	-92.6375	17.5242	1941.3241	2265.0242	2258.9775	2229.2917	1894.1983	1905.6088	9.4290	0.0000	920.5387	1207.8110	1002.0826	730.2312	590.7518	218.0489	222.5494	574.2883	568.4367	219.5485
80	2005		NORTE	TAMAULIPAS	ALTAMIRA	(MIRADORES)	-98.0867	22.4992	1106.0368	1384.7094	1393.1872	1366.6292	1069.4159	1065.5593	916.7863	920.5387	0.0000	289.3283	106.1477	368.0468	455.5803	786.0657	783.0392	506.3911	464.7267	780.6247
81	2005		NORTE	TAMAULIPAS	HIDALGO	NORIA, LA	-99.5703	24.2817	909.0978	1142.4957	1162.4652	1138.9405	882.8664	866.8205	1203.7682	1207.8110	289.3283	0.0000	235.0721	617.1562	728.3411	1074.9418	1071.8536	776.7957	740.6423	1069.5315
82	2005		NORTE	TAMAULIPAS	MANTE, EL	NUEVA UNIÓN, LA	-98.9375	22.5069	1001.1408	1285.4658	1291.6787	1264.6753	963.9308	960.8786	998.9489	1002.0826	106.1477	235.0721	0.0000	362.5013	494.5399	853.5387	850.1849	542.3573	507.7086	848.2979
83	2005		CENTRO	TLAXCALA	ATLANGATEPEC	ELENA	-98.1292	19.5494	1213.6967	1547.9363	1536.1875	1505.7382	1165.4568	1179.0344	730.0341	730.2312	368.0468	617.1562	382.5013	0.0000	142.2946	538.8295	534.6688	176.3395	163.4294	534.5828
84	1999	SOPORTE	SUR	VERACRUZ-Llave	PERLA, LA	CUMBRE DEL ESPAÑOL	-97.1464	18.9706	1355.6608	1690.0586	1678.4802	1648.0199	1307.1493	1321.1602	590.9733	590.7518	455.5803	728.3411	494.5399	142.2946	0.0000	396.5494	392.3816	51.7900	22.6905	392.3245
85	1999	SOPORTE	SUR	VERACRUZ-Llave	UXPANAPA	CHUNIAPAN DE ARRIBA	-94.3811	17.4033	1751.8585	2085.9587	2075.0080	2044.5671	1702.9478	1717.5778	221.8494	218.0489	786.0657	1074.9418	853.5387	538.8295	396.5494	0.0000	4.5633	371.1447	375.6062	5.7087
86	1999	SOPORTE	SUR	VERACRUZ-Llave	UXPANAPA	HIDALGO AMAJAC	-94.4175	17.4069	1747.6216	2081.8864	2070.8542	2040.4014	1698.6829	1713.3658	226.3172	222.5494	783.0392	1071.8536	850.1849	534.6688	392.3816	4.5633	0.0000	366.7868	371.4820	5.6674
87	2005		SUR	VERACRUZ-Llave	ASTACINGA	ACATITLA	-97.1236	18.5561	1382.2440	1721.2546	1707.5053	1676.7199	1332.7680	1348.5705	575.3047	574.2883	506.3911	776.7957	542.3573	176.3395	51.7900	371.1447	366.7868	0.0000	52.5426	367.4040
88	2005		SUR	VERACRUZ-Llave	CORDOBA	SAN ISIDRO PALOTAL	-96.9661	18.9467	1377.1031	1710.5426	1699.4419	1669.0493	1328.7517	1342.4633	568.5943	568.4367	464.7267	740.6423	507.7086	163.4294	22.6905	375.6062	371.4820	52.5426	0.0000	371.2960
89	2005		SUR	VERACRUZ-Llave	MINATITLÁN	JOSE GUADALUPE RODRIGUEZ (LA JOTA)	-94.3956	17.4467	1747.7638	2081.5250	2070.7322	2040.3156	1698.9210	1713.4262	223.1314	219.5485	780.6247	1069.5315	848.2979	534.5828	392.3245	5.7087	5.6674	367.4040	371.2960	0.0000

De Sinaloa (Pueblo Pider), Tabasco, Tamaulipas, Veracruz-Llave a Yucatán, Zacatecas.

AÑO	SOPORTE	UNICACIÓN	EDONOM	MUNICIPIO	LOCALIDAD	LONGITUD	LATITUD	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
90	2000	SUR	YUCATAN	UMAN	PETEC BILTUN	-89.8861	20.8269	2174.1734	2445.4613	2458.8863	2433.1347	2136.2472	2133.9268	543.9255	552.5853	1068.5992	1306.2797	1173.0542	1065.3263	959.1052	724.9245	728.3354	970.1658	938.0340	723.2165
91	2002	SUR	YUCATAN	CHEMAX	CHULUTAN	-87.9619	20.5672	2391.6391	2661.0914	2675.3710	2649.7874	2353.7759	2351.3565	688.5955	695.9736	1285.9321	1520.5663	1390.5035	1274.7831	1163.0161	892.8324	896.7103	1170.2012	1141.3857	892.0792
92	2003	SUR	YUCATAN	CHACSINKIN	X-BOX	-89.005	20.2039	2272.2496	2549.4885	2561.1220	2534.9297	2233.1573	2232.3860	555.4428	563.1490	1168.6334	1412.8658	1272.0235	1141.2340	1027.2857	796.2569	760.0810	1033.5052	1005.5121	755.3808
93	2003	SUR	YUCATAN	TIZIMIN	CHAN TRES REYES	-87.8825	21.0003	2417.3917	2680.5894	2696.8519	2671.7519	2380.5856	2376.7900	747.5380	755.1188	1311.3993	1538.5514	1416.8660	1315.8103	1207.5376	948.5617	952.3535	1216.6763	1186.1938	947.6107
94	2005	SUR	YUCATAN	CHACSINKIN	CHACSINKIN	-89.0161	20.1725	2271.8854	2549.3572	2560.8482	2534.6229	2232.5176	2231.8485	552.0307	559.7139	1168.2580	1412.9905	1271.5661	1139.5788	1025.3363	753.2242	757.0576	1031.3750	1003.5399	752.3694
95	2005	SUR	YUCATAN	CHEMAX	LOL-BE	-87.9294	20.5022	2397.0413	2667.2131	2681.2709	2655.6327	2359.0471	2356.7999	687.7059	695.0069	1291.4549	1526.9132	1395.9265	1278.0378	1165.6543	892.9302	896.8323	1172.4558	1143.9729	892.2345
96	2005	SUR	YUCATAN	MERIDA	TEXAN CAMARA	-89.8667	20.7889	2177.3885	2449.1300	2462.4152	2436.6295	2139.3782	2137.1685	542.0600	550.6854	1071.9066	1310.1339	1176.2902	1067.0220	960.3232	724.1059	727.5388	971.1104	939.2062	722.4376
97	2005	SUR	YUCATAN	TIZIMIN	EDEN, EL	-87.6786	21.0442	2417.0680	2679.6928	2696.1313	2671.0754	2380.3614	2376.4380	751.0621	758.6741	1311.1114	1537.5727	1416.4322	1317.0566	1209.1732	951.5925	955.3720	1218.5310	1187.8634	950.6142
98	2001	NORTE	ZACATECAS	SOMBRERETE	GUADALUPE	-103.6944	23.2658	400.2959	713.0833	704.8159	675.5154	363.7533	360.4670	1552.9117	1554.3209	706.1075	529.8913	600.9621	834.8768	976.9771	1372.9322	1368.8513	1008.5802	997.4694	1368.5217
99	2002	NORTE	ZACATECAS	GENERAL FRANCISCO R. MURGUIA	BOCAS, LAS	-103.0331	24.0172	475.9910	741.3841	747.6892	721.3162	450.1715	433.8032	1526.9715	1529.1153	645.5046	433.2675	544.5895	827.6344	967.3419	1358.6550	1354.7766	1003.8558	986.4375	1353.9334
100	2005	NORTE	ZACATECAS	CONCEPCION DEL ORO	MORELOS (SAN RAFAEL)	-101.2003	24.4347	707.8063	940.6216	958.7174	934.9253	684.2419	665.4010	1369.5307	1372.7627	457.3786	204.2480	370.8599	719.9018	848.8117	1221.9966	1218.5162	892.4926	864.7623	1216.8529
101	2005	NORTE	ZACATECAS	GENERAL FRANCISCO R	PORVENIR, EL (EL PORVENIR DEL CARMEN)	-103.0572	24.0161	472.9813	738.6827	744.8496	718.4503	447.1776	430.7939	1529.4600	1531.5936	648.3394	436.2758	547.3642	829.7672	969.5374	1360.9617	1357.0799	1005.9729	988.6586	1356.2446
102	2005	NORTE	ZACATECAS	JIMENEZ DEL TEUL	POTRERO)	-103.7067	23.2372	399.4787	713.7564	705.0097	675.6225	362.5090	359.7995	1552.6573	1554.0432	707.1545	532.2437	601.9271	834.1802	976.3106	1372.3354	1368.2488	1007.7559	996.8407	1367.9351
103	2005	NORTE	ZACATECAS	MAZAPIL	BANDERITA DOS	-101.9967	24.1963	606.3199	854.0122	867.0321	842.0625	581.3978	564.0050	1431.4011	1434.1008	531.8671	302.8895	436.1068	754.4438	889.6703	1273.3139	1269.6293	930.1022	907.2705	1268.3626
104	2005	NORTE	ZACATECAS	HOCHISTLAN DE MEJIA	MAGUEYES, LOS	-102.815	21.6164	576.1086	924.2276	903.9980	872.6321	526.7838	543.0560	1368.0115	1368.5103	600.0626	523.8597	496.3390	638.9370	780.4383	1176.1687	1171.9066	806.1809	802.1111	1172.1377

De Yucatán, Zacatecas a Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán de Ocampo, Morelos, Nuevo León, Oaxaca.

	AÑO	SOPORTE	UNICACIÓN	EDONOM	MUNICIPIO	LOCALIDAD	LONGITUD	LATITUD	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104
					TEPEHUACAN DE GUERRERO	TENANGO	-98.9292	21.0594	1153.5075	1369.6263	1242.7066	1403.1256	1241.6699	1374.0632	1156.0557	1403.5940	655.1275	631.1106	507.5415	633.4723	655.0323	547.5439	489.7364
33	2002	SOPORTE	CENTRO	HIDALGO	ZIMAPAN	DEDHO, EL	-99.4228	20.7756	1214.7398	1430.0655	1301.6505	1464.9546	1300.4886	1434.2894	1217.1443	1465.5560	616.8564	605.3259	507.5105	607.4751	616.3972	534.2729	436.0073
34	2004	SOPORTE	CENTRO	HIDALGO	TEPEHUACAN DE GUERRERO	COYUTLA	-98.8475	21.0567	1143.3096	1359.4287	1232.5228	1392.9313	1231.4879	1363.8665	1145.8576	1393.4010	664.5302	639.6016	513.5776	641.9797	664.4581	554.9535	499.8750
35	2005		CENTRO	HIDALGO	ZIMAPAN	RINCON, EL	-99.395	20.7708	1211.2749	1426.5871	1298.1548	1461.4986	1296.9916	1430.8080	1213.6770	1462.1025	620.1555	608.3096	509.5726	610.4652	619.7039	536.8415	439.5178
36	2005		CENTRO	HIDALGO	JILOTLAN DE LOS DOLORES	CANCHOL	-102.9489	19.2997	1665.5626	1876.4102	1743.2548	1916.3729	1741.6236	1879.7859	1667.4321	1917.4704	503.4646	588.6356	676.7523	588.5597	500.2461	622.5740	289.5072
37	2005		NORTE	JALISCO	SAN JOSE DEL RINCON	BARRIO SAN DIEGO PUEBLO NUEVO	-102.9489	19.2997	1665.5626	1876.4102	1743.2548	1916.3729	1741.6236	1879.7859	1667.4321	1917.4704	503.4646	588.6356	676.7523	588.5597	500.2461	622.5740	289.5072
38	2005		CENTRO	MEXICO	SAN JOSE DEL RINCON	BARRIO SAN DIEGO PUEBLO NUEVO	-102.9489	19.2997	1665.5626	1876.4102	1743.2548	1916.3729	1741.6236	1879.7859	1667.4321	1917.4704	503.4646	588.6356	676.7523	588.5597	500.2461	622.5740	289.5072
39	2003	SOPORTE	SUR	MICHOACAN DE OCAMP	COENEEO	CORTIJO VIEJO	-101.6908	19.7981	1503.1618	1715.4639	1583.4537	1754.0595	1581.9491	1719.0787	1505.1766	1755.0210	499.6420	552.3597	581.6768	553.1481	497.3300	550.2813	266.7015
40	2005		SUR	MICHOACAN DE OCAMP	COENEEO	CORTIJO NUEVO SANABRIA (LAS CANOAS)	-101.7028	19.7819	1504.8272	1717.0728	1585.0159	1755.7250	1583.5065	1720.6782	1506.8358	1756.6922	500.6483	553.8355	583.8455	554.6132	498.3219	552.1961	267.6435
41	2005		SUR	MICHOACAN DE OCAMP	TURICATO	PALO BLANCO	-101.2781	18.8453	1467.1631	1675.1225	1540.5097	1717.3235	1538.7068	1678.1256	1468.7588	1718.6698	628.5003	681.3679	697.3851	682.2102	626.1129	673.8156	395.3258
42	2001	SOPORTE	CENTRO	MORELOS	AYALA	COCOVOTLA	-98.9483	18.6483	1187.0605	1391.3815	1255.5870	1435.7924	1253.6186	1394.0075	1188.3422	1437.3976	826.1031	841.6317	774.6397	843.3466	824.7228	789.9723	608.1317
43	2004	SOPORTE	CENTRO	MORELOS	COATLAN DEL RIO	COCOVOTLA	-99.4508	18.7547	1245.3449	1451.0494	1315.6699	1494.6698	1313.7651	1453.8165	1246.7389	1496.1836	772.6705	794.2121	741.4727	795.7946	771.1313	749.7312	551.0139
44	2005		CENTRO	MORELOS	AYALA	CAMPO DEL CIMARRON (COLONIA LAS ARBOLEDAS)	-98.9392	18.7844	1182.1796	1387.4402	1251.9509	1431.3049	1250.0313	1390.1693	1183.5323	1432.8498	815.1796	828.8816	759.2624	830.6297	813.8574	775.6907	598.8609
45	2005		CENTRO	MORELOS	COATLAN DEL RIO	TEZOQUIPA	-99.42	18.7364	1242.0637	1447.6124	1312.1806	1491.3262	1310.2679	1450.3625	1243.4453	1492.8506	776.9672	798.2638	744.7917	799.8525	775.4336	753.4313	555.4205
46	2005		CENTRO	MORELOS	MAZATEPEC	CUAHUICHICINOLA	-99.3756	18.6642	1238.5795	1443.5968	1307.9882	1487.6260	1306.0483	1446.2885	1239.9196	1489.1855	787.3229	808.8258	755.0457	810.4128	785.7795	763.9420	565.4810
47	1999	SOPORTE	NORTE	NUEVO LEON	DOCTOR ARROYO	SAN JOSE DE FLORES	-100.2356	23.5536	1359.3769	1575.9069	1462.0924	1598.1564	1461.8909	1581.7789	1362.9124	1597.5509	433.0012	353.7680	162.9972	356.7124	434.8398	233.9691	402.4467
48	2000	SOPORTE	NORTE	NUEVO LEON	MIER Y NORIEGA	SAN ANTONIO DE ALAMITOS	-100.2150	23.4647	1354.2477	1570.9177	1450.5090	1593.5509	1450.3593	1570.7449	1357.7534	1592.9090	434.0090	350.1733	172.4241	361.0900	436.4306	240.2919	397.0902
49	2004	SOPORTE	NORTE	NUEVO LEON	GALEANA	BRESITA DE BERLANGA, LA	-100.1517	24.4364	1381.1313	1595.5358	1487.5059	1613.6059	1487.6076	1601.8669	1384.9700	1612.6291	465.4801	363.2596	130.8205	366.2548	468.0656	232.0857	483.9157
50	2005		NORTE	NUEVO LEON	GALEANA	MARGARITAS	-100.2094	24.3808	1385.7034	1600.3225	1491.8006	1618.7258	1491.8772	1606.6179	1389.5183	1617.7777	456.4893	355.1853	123.8046	358.1849	459.0474	224.1379	473.9304
51	2005		NORTE	NUEVO LEON	LINARES	SAN FRANCISCO (SAN FRANCISCO TENAMAXTLA)	-99.6714	24.6678	1334.7191	1547.8300	1442.5427	1564.1197	1442.7836	1554.3498	1338.6848	1562.9921	531.5025	427.1781	192.9453	430.1563	534.1334	295.9520	546.5625
52	2005		NORTE	NUEVO LEON	LINARES	PALOMAS, LAS (LAJILLAS)	-99.6714	24.6678	1334.7191	1547.8300	1442.5427	1564.1197	1442.7836	1554.3498	1338.6848	1562.9921	531.5025	427.1781	192.9453	430.1563	534.1334	295.9520	546.5625
53	2005		NORTE	NUEVO LEON	LINARES	PALOMAS, LAS (LAJILLAS)	-100.1828	23.5458	1352.7560	1569.2766	1455.5022	1591.5075	1455.3034	1575.1513	1356.2935	1590.9008	439.4877	360.4257	168.5584	363.3702	441.3143	240.4931	407.1570
54	1998	SOPORTE	SUR	OAXACA	SANTIAGO TILANTONGO	BUENAVISTA	-97.3439	17.3133	1051.1283	1238.8692	1101.0680	1290.1157	1098.4814	1240.0753	1051.3645	1292.5324	1085.8969	1096.9358	1010.3493	1098.7792	1084.5825	1036.6994	868.3815
55	2000	SOPORTE	SUR	OAXACA	SAN FRANCISCO JALTEPETONGO	SAN FRANCISCO JALTEPETONGO	-97.2639	17.3844	1038.3652	1226.5437	1088.7447	1277.6372	1086.1735	1227.7876	1038.6215	1280.0357	1087.1939	1096.7119	1007.3858	1098.5840	1085.9243	1035.0230	870.8418
56	2000	SOPORTE	SUR	OAXACA	SAN PABLO ETLA	SAN PABLO ETLA	-96.76	17.1444	994.9401	1177.7638	1040.0629	1230.4178	1037.3418	1178.6369	994.9121	1233.0164	1153.9695	1160.8930	1064.9375	1162.8209	1152.7645	1096.0221	939.0974
57	2001	SOPORTE	SUR	OAXACA	SAN PEDRO MOLINOS	SAN PEDRO MOLINOS	-97.5431	17.1014	1084.8263	1271.1227	1133.3324	1322.8544	1130.6975	1272.2089	1084.9951	1325.3298	1086.4501	1101.6020	1022.3420	1103.3666	1085.0143	1045.2873	865.9454
58	2003	SOPORTE	SUR	OAXACA	SAN PABLO TIJALTEPEC	ALLENDE	-97.4869	17.0111	1083.3979	1268.4279	1130.6646	1320.5411	1127.9930	1269.4221	1083.5020	1323.0649	1099.3811	1114.7857	1035.5533	1116.5470	1097.9354	1058.5564	878.6078
59	2005		SUR	OAXACA	CUYAMECALCO VILLA DE ZARAGOZA	CIENEGA, LA (GUADALUPE LA CIENEGA)	-96.8361	17.9903	959.6477	1152.8522	1015.2668	1202.1339	1012.8743	1154.5190	960.1638	1204.3176	1079.4715	1078.4556	970.9964	1080.5175	1078.5189	1007.1469	872.3714
60	2005		SUR	OAXACA	SAN ANDRES CABECERA	VILLA ALTA (SAN COSME LA PAZ)	-97.7686	16.8861	1121.8207	1306.8087	1169.0516	1358.9716	1166.3738	1307.7860	1121.9312	1361.4995	1086.2879	1105.8266	1034.4912	1107.5047	1084.7238	1053.7741	862.9181
61	2005		SUR	OAXACA	SAN MIGUEL CHIMALAP	SAN ANTONIO	-94.1917	16.6528	766.2521	917.9018	784.2073	976.5420	780.8554	917.0650	764.8228	979.9979	1444.3466	1435.5463	1306.5501	1437.7701	1443.5731	1354.3628	1241.3093
62	2005		SUR	OAXACA	SAN PABLO ETLA	SAN PABLO ETLA	-96.76	17.1444	994.9401	1177.7638	1040.0629	1230.4178	1037.3418	1178.6369	994.9121	1233.0164	1153.9695	1160.8930	1064.9375	1162.8209	1152.7645	1096.0221	939.0974
63	2005		SUR	OAXACA	SAN PABLO TIJALTEPE	BUENA VISTA LA PAZ	-97.5078	17.0667	1082.7173	1268.4661	1130.6855	1320.3629	1128.0348	1269.5130	1082.8577	1322.8593	1092.6252	1107.7310	1028.1834	1109.4972	1091.1896	1051.2960	872.1064
64	2005		SUR	OAXACA	SANTIAGO TILANTONGO	PROGRESO, EL	-97.3167	17.3239	1047.4926	1235.2298	1097.4287	1286.4738	1094.8425	1236.4370	1047.7277	1288.8905	1087.4733	1098.1286	1010.8087	1099.9795	1086.1700	1037.5098	870.2368

De Yucatán, Zacatecas a Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz-Llave.

AÑO	SOPORTE	UNICACIÓN	EDONOM	MUNICIPIO	LOCALIDAD	LONGITUD	LATITUD	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104
64	2003	CENTRO	PUEBLA	AQUIXTLA	TERRERO, EL	-97.9542	19.7875	1039.6233	1250.4002	1117.6846	1290.3695	1116.1258	1253.8398	1041.4454	1291.5061	837.3469	824.5833	707.2050	826.8083	836.8191	746.4290	647.9239
65	2005	CENTRO	PUEBLA	AQUIXTLA	TERRERO, EL	-97.9542	19.7875	1039.6233	1250.4002	1117.6846	1290.3695	1116.1258	1253.8398	1041.4454	1291.5061	837.3469	824.5833	707.2050	826.8083	836.8191	746.4290	647.9239
66	2005	CENTRO	POTOSI	CORONA	TZAPUJA	-98.8139	21.6264	1143.1182	1360.2981	1236.5317	1390.9167	1235.7301	1365.1429	1145.9518	1391.1057	642.3105	605.0088	459.7678	607.5591	642.6406	510.5127	499.1674
67	1999	SOPORTE	NORTE	SINALOA	GUASAVE	-108.6092	25.5581	2433.4615	2650.0840	2535.3406	2671.9600	2535.0402	2655.9394	2436.9627	2671.2754	676.5892	721.7313	934.8784	718.8704	676.6978	842.2190	874.2775
68	2001	SOPORTE	NORTE	SINALOA	FUERTE, EL	-108.5078	26.4717	2451.4705	2666.9948	2555.6784	2686.2776	2555.5620	2673.1398	2455.1536	2685.3619	721.5086	748.5108	946.4203	745.8246	722.2194	860.3972	933.4462
69	2003	SOPORTE	NORTE	SINALOA	MAZATLAN	-106.6019	23.4842	2136.2472	2353.7759	2233.1573	2380.5856	2232.5176	2359.0471	2139.3782	2380.3614	363.7533	450.1715	684.2419	447.1776	362.5090	581.3978	526.7838
70	2005	NORTE	SINALOA	AHOME	ESMERALDA, LA	-109.1403	25.8975	2508.1365	2724.5565	2610.5187	2745.8471	2610.2554	2730.4763	2511.6774	2745.1082	754.5866	797.2110	1007.2421	794.3785	754.7674	916.0803	952.8803
71	2005	NORTE	SINALOA	BADIRAGUATO	MONTES, EL	-107.5417	25.2578	2295.1766	2511.8386	2396.9973	2533.8730	2396.6953	2517.6785	2298.6710	2533.2066	540.4992	583.3856	797.7714	580.5238	540.7909	704.2932	744.3882
72	2005	NORTE	SINALOA	ELOTA	PUEBLO PIDER (LOS ARROYITOS)	-106.8456	23.87	2174.1734	2391.6391	2272.2496	2417.3917	2271.6854	2397.0413	2177.3885	2417.0680	400.2959	475.9910	707.8063	472.9813	399.4787	606.3199	576.1086
73	2005	NORTE	SINALOA	FUERTE, EL	TETAROBITA	-108.4828	26.3869	2445.4613	2661.0914	2549.4885	2680.5894	2549.3572	2667.2131	2449.1300	2679.6928	713.0833	741.3841	940.6216	738.6827	713.7564	854.0122	924.2276
74	2005	NORTE	SINALOA	GUASAVE	GUAYPARIME	-108.7733	25.74	2458.8863	2675.3710	2561.1220	2696.8519	2560.8482	2681.2709	2462.4152	2696.1313	704.8159	747.6892	958.7174	744.8496	705.0097	867.0321	903.9980
75	2005	NORTE	SINALOA	GUASAVE	ROBERTO BARRIOS	-108.6142	25.5272	2433.1347	2649.7874	2534.9297	2671.7519	2534.6229	2655.6327	2436.6295	2671.0754	675.5154	721.3162	934.9253	718.4503	675.6225	842.0625	872.6321
76	2005	NORTE	SINALOA	MAZATLAN	MARMOL DE SALCIDO (MARMOL)	-106.6019	23.4842	2136.2472	2353.7759	2233.1573	2380.5856	2232.5176	2359.0471	2139.3782	2380.3614	363.7533	450.1715	684.2419	447.1776	362.5090	581.3978	526.7838
77	2005	NORTE	SINALOA	SAN IGNACIO	SAN JAVIER	-106.5089	23.9192	2133.9268	2351.3565	2232.3860	2376.7900	2231.8485	2356.7999	2137.1685	2376.4380	360.4670	433.8032	665.4010	430.7939	359.7995	564.0050	543.0560
78	1999	SOPORTE	SUR	TABASCO	TACOTALPA	-92.8133	17.5958	543.9255	688.5955	555.4428	747.5380	552.0307	687.7059	542.0600	751.0621	1552.9117	1526.9715	1369.5307	1529.4600	1552.6573	1431.4011	1368.0115
79	2005	SUR	TABASCO	TACOTALPA	GRAN PODER	-92.6375	17.5242	552.5853	695.9736	563.1490	755.1188	559.7139	695.0069	550.6854	758.6741	1554.3209	1529.1153	1372.7627	1531.5936	1554.0432	1434.1008	1368.5103
80	2005	NORTE	TAMAULIPAS	ALTAMIRA	MACLOVIO HERRERA (MIRADORES)	-98.0867	22.4992	1068.5992	1285.9321	1168.6334	1311.3993	1168.2580	1291.4549	1071.9066	1311.1114	706.1075	645.5046	457.3786	648.3394	707.1545	531.8671	600.0826
81	2005	NORTE	TAMAULIPAS	HIDALGO	NORIA, LA	-99.5703	24.2817	1306.2797	1520.5663	1412.8658	1538.5514	1412.9905	1526.9132	1310.1339	1537.5727	529.8913	433.2675	204.2480	436.2758	532.2437	302.8895	523.8597
82	2005	NORTE	TAMAULIPAS	MANTE, EL	NUEVA UNION, LA	-98.9375	22.5069	1173.0542	1390.5035	1272.0235	1416.6660	1271.5661	1395.9265	1176.2902	1416.4322	600.9621	544.5895	370.8599	547.3642	601.9271	436.1068	496.3390
83	2005	CENTRO	TLAXCALA	ATLANGATEPEC	RANCHO SANTA ELENA	-98.1292	19.5494	1065.3263	1274.7831	1141.2340	1315.8103	1139.5788	1278.0378	1067.0220	1317.0566	834.8768	827.6344	719.9018	829.7672	834.1802	754.4438	638.9370
84	1999	SOPORTE	SUR	VERACRUZ-Llave	PERLA, LA	-97.1464	18.9706	959.1052	1163.0161	1027.2857	1207.5376	1025.3363	1165.6543	960.3232	1209.1732	976.9771	967.3419	848.8117	969.5374	976.3106	889.6703	780.4363
85	1999	SOPORTE	SUR	VERACRUZ-Llave	UXPANAPA	-94.3811	17.4033	724.9245	892.8324	756.2569	948.5617	753.2242	892.9302	724.1059	951.5925	1372.9322	1358.6550	1221.9966	1360.9617	1372.3354	1273.3139	1176.1687
86	1999	SOPORTE	SUR	VERACRUZ-Llave	UXPANAPA	-94.4175	17.4069	728.3354	896.7103	760.0810	952.3535	757.0576	896.8323	727.5388	955.3720	1368.8513	1354.7766	1218.5162	1357.0799	1368.2488	1269.6293	1171.9066
87	2005	SUR	VERACRUZ-Llave	ASTACINGA	ACATITLA	-97.1236	18.5561	970.1658	1170.2012	1033.5052	1216.6763	1031.3750	1172.4558	971.1104	1218.5310	1008.5802	1003.8556	892.4926	1005.9729	1007.7559	930.1022	806.1809
88	2005	SUR	VERACRUZ-Llave	CORDOBA	SAN ISIDRO PALOTAL	-96.9661	18.9467	938.0340	1141.3857	1005.5121	1186.1938	1003.5399	1143.9729	939.2062	1187.8634	997.4694	986.4375	864.7623	988.6586	996.8407	907.2705	802.1111
89	2005	SUR	VERACRUZ-Llave	MINATITLAN	JOSE GUADALUPE RODRIGUEZ (LA JOTA)	-94.3956	17.4467	723.2165	892.0792	755.3808	947.6107	752.3694	892.2345	722.4376	950.6142	1368.5217	1353.9334	1216.8529	1356.2446	1367.9351	1268.3626	1172.1377

De Yucatán, Zacatecas a Yucatán, Zacatecas.

AÑO	SOPORTE	UNICACIÓN	EDONOM	MUNICIPIO	LOCALIDAD	LONGITUD	LATITUD	ETEC BILTC	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104
90	2000	SOPORTE	SUR	YUCATAN	UMAN	PETEC BILTUN	-89.6861	20.8269	0.0000	217.5326	115.1574	250.8978	116.8422	222.8731	5.3228	251.9129	1773.9251	1712.0409	1505.3438	1714.9335	1774.8289	1592.3881	1640.8829
91	2002	SOPORTE	SUR	YUCATAN	CHEMAX	CHULUTAN	-87.9619	20.5672	217.5326	0.0000	137.8013	64.3002	140.4350	9.0664	214.4769	69.2136	1991.4070	1928.8745	1720.6213	1931.7748	1992.3198	1808.5935	1857.6477
92	2003	SOPORTE	SUR	YUCATAN	CHACSINKIN	X-BOX	-89.005	20.2039	115.1574	137.8013	0.0000	192.5977	4.1549	139.2537	110.1876	195.8902	1871.9963	1813.8138	1610.4065	1816.4794	1872.7743	1695.6855	1731.8847
93	2003	SOPORTE	SUR	YUCATAN	TIZIMIN	CHAN TRES REYES	-87.6825	21.0003	250.8978	64.3002	192.5977	0.0000	195.8227	69.3568	248.9441	5.4984	2017.4948	1951.7322	1740.0202	1954.6560	2018.5178	1829.8243	1889.4515
94	2005		SUR	YUCATAN	CHACSINKIN	CHACSINKIN	-89.0161	20.1725	116.8422	140.4350	4.1549	195.8227	0.0000	141.6760	111.8112	199.1730	1871.4445	1813.3098	1610.3875	1816.1733	1872.2141	1695.5182	1730.9104
95	2005		SUR	YUCATAN	CHEMAX	LOL-BE	-87.9294	20.5022	222.8731	9.0664	139.2537	69.3568	141.6760	0.0000	219.6721	74.5067	1996.7876	1934.6490	1726.8000	1937.5465	1997.6865	1814.5629	1862.2800
96	2005		SUR	YUCATAN	MERIDA	TEXAN CAMARA	-89.6667	20.7889	5.3228	214.4769	110.1876	248.9441	111.8112	219.6721	0.0000	250.0663	1777.1278	1715.5018	1509.0757	1718.3924	1778.0225	1595.9794	1643.5898
97	2005		SUR	YUCATAN	TIZIMIN	EDEN, EL	-87.6786	21.0442	251.9129	69.2136	195.8902	5.4984	199.1730	74.5067	250.0663	0.0000	2017.2168	1951.1611	1739.1516	1954.0869	2018.2500	1829.1131	1889.7229
98	2001	SOPORTE	NORTE	ZACATECAS	SOMBRETE	ESTANCIA DE GUADALUPE	-103.6944	23.2658	1773.9251	1991.4070	1871.9963	2017.4948	1871.4445	1996.7876	1777.1278	2017.2168	0.0000	124.8768	343.6343	122.8065	3.8840	241.6473	233.1946
99	2002	SOPORTE	NORTE	ZACATECAS	GENERAL FRANCISCO R. MURGUIA	BOCAS, LAS MORELOS (SAN RAFAEL)	-103.0331	24.0172	1712.0409	1928.8745	1813.8138	1951.7322	1813.3098	1934.6490	1715.5018	1951.1611	124.8768	0.0000	234.5123	3.0098	128.5748	131.2575	300.7503
100	2005		NORTE	ZACATECAS	CONCEPCION DEL ORO	PORVENIR, EL (EL PORVENIR DEL CARMEN)	-101.2003	24.4347	1505.3438	1720.6213	1610.4065	1740.0202	1610.3875	1726.8000	1509.0757	1739.1516	343.6343	234.5123	0.0000	237.4749	346.5476	103.6414	405.2221
101	2005		NORTE	ZACATECAS	GENERAL FRANCISCO R	SAN CIPRIANO (EL PUJO DEL POTRERO)	-103.0572	24.0161	1714.9335	1931.7748	1816.4794	1954.6560	1816.1733	1937.5465	1718.3924	1954.0869	122.8065	3.0098	237.4749	0.0000	126.5246	134.2434	300.9007
102	2005		NORTE	ZACATECAS	JIMENEZ DEL TEUL	MAGUEYES, LOS	-103.7067	23.2372	1774.8289	1992.3198	1872.7743	2018.5178	1872.2141	1997.6865	1778.0225	2018.2500	3.8840	128.5748	346.5476	126.5246	0.0000	244.7217	230.7880
103	2005		NORTE	ZACATECAS	MAZAPIL	BANDERITA DOS	-101.9967	24.1983	1592.3881	1808.5935	1695.6855	1829.8243	1695.5182	1814.5629	1595.9794	1829.1131	241.6473	131.2575	103.6414	134.2434	244.7217	0.0000	337.9013
104	2005		NORTE	ZACATECAS	HOCHISTLAN DE MEJIA	MAGUEYES, LOS	-102.815	21.6164	1640.8829	1857.6477	1731.8847	1889.4515	1730.9104	1862.2800	1643.5898	1889.7229	233.1946	300.7503	405.2221	300.9007	230.7880	337.9013	0.0000

ANEXO 2. Tablas de costos

En este Anexo se muestran las distancias que existen de una localidad a otra, se muestrane n forma de matriz, debido al gran tamaño de la tabla se há segmentado em 24 tablas de la siguiente manera:

- Como título aparecen las localidades origen (renglones) y las localidades destino (columnas), com la siguiente distribución:

Localidades Origen	Localidades Destino
De	A
Chiapas	Distrito Federal, Chiapas, Colima, Durango, Guerrero, Hidalgo y Jalisco.
	México, Michoacán de Ocampo, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa (Rincón de los Montes, El)
	Sinaloa (Pueblo Pider), Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz-Llave, Yucatán, Zacatecas.
Colima, Durango, Guerrero e Hidalgo	Distrito Federal, Chiapas, Colima, Durango, Guerrero, Hidalgo y Jalisco.
	México, Michoacán de Ocampo, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa (Rincón de los Montes, El)
	Sinaloa (Pueblo Pider), Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz-Llave, Yucatán, Zacatecas.
Jalisco, México, Michoacán de Ocampo, Morelos, Nuevo León	Distrito Federal, Chiapas, Colima, Durango, Guerrero, Hidalgo y Jalisco.
	México, Michoacán de Ocampo, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa (Rincón de los Montes, El)
	Sinaloa (Pueblo Pider), Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz-Llave, Yucatán, Zacatecas.
Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa (Rincón de los Montes, El)	Distrito Federal, Chiapas, Colima, Durango, Guerrero, Hidalgo y Jalisco.
	México, Michoacán de Ocampo, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa (Rincón de los Montes, El)
	Sinaloa (Pueblo Pider), Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz-Llave, Yucatán, Zacatecas.
Sinaloa (Pueblo Pider), Tabasco, Tamaulipas, Veracruz-Llave	Distrito Federal, Chiapas, Colima, Durango, Guerrero, Hidalgo y Jalisco.
	México, Michoacán de Ocampo, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa (Rincón de los Montes, El)
	Sinaloa (Pueblo Pider), Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz-Llave, Yucatán, Zacatecas.
Yucatán, Zacatecas	Distrito Federal, Chiapas, Colima, Durango, Guerrero, Hidalgo y Jalisco.
	México, Michoacán de Ocampo, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa (Rincón de los Montes, El)
	Sinaloa (Pueblo Pider), Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz-Llave, Yucatán, Zacatecas.

- En la primera columna de la tabla aparece el número de localidades.
- En las columnas dos, tres y cuatro se muestra el estado, el municipio y la localidad respectivamente.
- En las columnas cinco y seis se muestran la longitud y latitud de cada localidad, de acuerdo a datos históricos de las localidades, registrados en la página del INEGI.
- En el resto de las columnas se muestran los costos de las brigadas en campo, calculados, de la siguiente manera:

Los costos están integrados a partir de los datos mostrados en las Tablas 2.8 y 2.10 de la siguiente manera:

Para transporte terrestre:

Hospedaje (H) + Alimentación (A) + Distancia (D) * Precio de Gasolina por Kilómetro(G) + Equipo adicional (EA) = Costo de brigadas en campo (c_{ij})

Para transporte aéreo:

Hospedaje (H) + Alimentación (A) + Distancia (D) + Equipo adicional (EA) = Costo de brigadas en campo (c_{ij})

De Chiapas a México, Michoacán de Ocampo, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa (Rincón de los Montes, El)

38	MEXICO	SAN JOSE DEL RINCON	BARRIO SAN DIEGO PUEBLO NUEVO	-102.9489	19.2997	\$ 8,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00
39	MICHOACAN DE OCAMP	COENE0	CORTIJO VIEJO	-101.6908	19.7981	\$ 3,867.80	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00
40	MICHOACAN DE OCAMP	COENE0	CORTIJO NUEVO SANABRIA (LAS CAHOAS)	-101.7028	19.7819	\$ 3,868.52	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00
41	DE OCAMP	TURICATO	PALO BLANCO	-101.2781	18.8453	\$ 3,816.11	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00
42	MORELOS	AYALA	COCOVOTLA	-98.9483	18.6483	\$ 3,646.55	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$13,600.00	\$ 8,600.00	\$13,600.00	\$ 8,600.00	\$13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00
43	MORELOS	COATLAN DEL RIO	CAMPO DEL CIMARRON (COLONIA LAS ARBOLEDAS)	-99.4508	18.7547	\$ 3,642.44	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$ 8,600.00	\$13,600.00	\$ 8,600.00	\$13,600.00	\$ 8,600.00	\$13,600.00	\$ 8,600.00	\$13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$13,600.00
44	MORELOS	AYALA	TEZOQUIPA	-98.9392	18.7844	\$ 3,635.46	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$13,600.00	\$ 8,600.00	\$13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00
45	MORELOS	COATLAN DEL RIO	CUAHUCHICHINOLA	-99.42	18.7364	\$ 3,641.75	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$ 8,600.00	\$13,600.00	\$ 8,600.00	\$13,600.00	\$ 8,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$ 8,600.00	\$13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$13,600.00
46	MORELOS	MAZATEPEC	SAN JOSE DE FLORES	-99.3756	18.6642	\$ 3,645.32	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$ 8,600.00	\$13,600.00	\$ 8,600.00	\$13,600.00	\$ 8,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$13,600.00
47	NEW LEON	DOCTOR ARROYO	SAN ANTONIO DE ALAMITOS	-100.2356	23.5536	\$ 8,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00
48	NEW LEON	MIER Y NORIEGA	PRESITA DE BERLANGA, LA	-100.2158	23.4647	\$ 8,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00
49	NEW LEON	GALEANA	MARGARITAS	-100.1517	24.4364	\$ 8,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00
50	NEW LEON	GALEANA	SAN FRANCISCO (SAN FRANCISCO	-100.2094	24.3808	\$ 8,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00
51	NEW LEON	LINEARES	TENAMAXTLA PALOMAS, LAS (LAJILLAS)	-99.6714	24.6678	\$ 8,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00
52	NEW LEON	MIER Y NORIEGA	SANTIAGO	-100.1828	23.5458	\$ 8,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00
53	OAXACA	TILANTONGO	BUENAVISTA SAN FRANCISCO	-97.3439	17.3133	\$ 3,855.48	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,937.06	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00
54	OAXACA	JALTEPETONGO	JALTEPETONGO	-97.2639	17.3844	\$ 3,856.58	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,931.14	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00
55	OAXACA	SAN PABLO ETLA	SAN PABLO ETLA	-96.76	17.1444	\$ 3,911.46	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,938.16	\$ 8,600.00	\$ 3,940.43	\$ 8,600.00	\$ 3,875.38	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,960.61	\$ 8,600.00	\$ 3,943.61	\$ 3,941.85	\$ 8,600.00
56	OAXACA	SAN PEDRO MOLINOS	SAN PEDRO MOLINOS	-97.5431	17.1014	\$ 3,857.48	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,952.19	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00
57	OAXACA	TIJALTEPEC	SAN ISIDRO ALLENDE CIENEGA, LA (GUADALUPE LA CIENEGA)	-97.4869	17.0111	\$ 3,868.18	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,945.02	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00
58	OAXACA	CUYAMECALCO	VILLA DE ZARAGOZA SAN ANDRES	-96.8361	17.9903	\$ 3,859.53	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,954.05	\$ 8,600.00	\$ 3,959.31	\$ 8,600.00	\$ 3,914.64	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,964.99	\$ 3,959.09	\$ 8,600.00
59	OAXACA	CABECERA SAN MIGUEL	VILLA ALTA (SAN COSME LA PAZ)	-97.7686	16.8861	\$ 3,861.63	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00
60	OAXACA	CHIMALAP	SAN ANTONIO	-94.1917	16.6528	\$ 8,600.00	\$ 3,780.26	\$ 3,784.67	\$ 3,816.89	\$ 3,697.55	\$ 3,819.22	\$ 3,692.43	\$ 3,861.41	\$ 3,618.69	\$ 3,861.37	\$ 3,779.63	\$ 3,701.10	\$ 3,813.66	\$ 3,690.01	\$ 3,697.19	\$ 3,817.45
61	OAXACA	SAN PABLO ETLA	SAN PABLO ETLA	-96.76	17.1444	\$ 3,911.46	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,938.16	\$ 8,600.00	\$ 3,940.43	\$ 8,600.00	\$ 3,875.38	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,960.61	\$ 8,600.00	\$ 3,943.61	\$ 3,941.85	\$ 8,600.00
62	OAXACA	TIJALTEPE	BUENA VISTA LA PAZ	-97.5078	17.0667	\$ 3,862.48	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,948.04	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00
63	OAXACA	TILANTONGO	PROGRESO, EL	-97.3167	17.3239	\$ 3,856.75	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,934.67	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00
64	PUEBLA	AQUIXTLA	TERRERO, EL	-97.9542	19.7875	\$ 3,743.25	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$13,600.00	\$ 8,600.00	\$13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00
65	PUEBLA	AQUIXTLA	TERRERO, EL	-97.9542	19.7875	\$ 3,743.25	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$13,600.00	\$ 8,600.00	\$13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00
66	SAN LUIS	CORONA	TZAPUJA	-98.8139	21.6264	\$ 3,863.43	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$ 8,600.00	\$13,600.00	\$ 8,600.00	\$13,600.00	\$ 8,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$13,600.00
67	POTOSI	GUASAVE	SAN FERNANDO	-108.6092	25.5581	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00
68	SINALOA	FUERTE, EL	HORNILLOS, LOS MARMOL DE SALCIDO	-108.5078	26.4717	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00
69	SINALOA	MAZATLAN	(MARMOL)	-106.6019	23.4842	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00
70	SINALOA	AHOME	ESMERALDA, LA RINCON DE LOS	-109.1403	25.8975	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00
71	SINALOA	BADIRAGUATO	MONTE, EL	-107.5417	25.2578	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00

De Chiapas a Sinaloa (Pueblo Pider), Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz-Llave, Yucatán, Zacatecas.

72	SINALOA	ELOTA	PUEBLO PIDER (LOS ARROYITOS)	-106.8456	23.87	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	
73	SINALOA	FUERTE, EL	TETAROBITA	-108.4828	26.3869	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	
74	SINALOA	GUASAVE	GUAYPARIME	-108.7733	25.74	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	
75	SINALOA	GUASAVE	ROBERTO BARRIOS MARMOL DE SANCIDO (MARMOL)	-108.6142	25.5272	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	
76	SINALOA	MAZATLAN	SAN JAVIER	-106.6019	23.4842	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	
77	SINALOA	SAN IGNACIO	JOSE MA. MORELOS Y P. (LOMA TRISTE 2A. SECC.)	-106.5089	23.9192	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	
78	TABASCO	TACOTALPA	MACLOVIO HERRERA (MIRADORES)	-92.6133	17.5958	\$ 8,600.00	\$ 3,807.19	\$ 3,817.15	\$ 3,809.87	\$ 3,690.55	\$ 3,662.67	\$ 3,694.25	\$ 3,769.34	\$ 3,791.27	\$ 3,768.74	\$ 3,814.26	\$ 3,696.24	\$ 3,808.11	\$ 3,698.09	\$ 3,689.71	\$ 3,658.42	\$ 3,739.20
79	TABASCO	TACOTALPA	GRAN PODER	-92.6375	17.5242	\$ 8,600.00	\$ 3,799.75	\$ 3,809.69	\$ 3,802.97	\$ 3,685.58	\$ 3,660.86	\$ 3,688.52	\$ 3,764.93	\$ 3,785.04	\$ 3,764.35	\$ 3,806.77	\$ 3,689.12	\$ 3,801.17	\$ 3,691.81	\$ 3,684.29	\$ 3,656.78	\$ 3,732.82
80	TAMAULIPAS	ALTAMIRA	NORIA, LA	-98.0867	22.4992	\$ 8,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	
81	TAMAULIPAS	HIDALGO	NUEVA UNION, LA	-99.5703	24.2817	\$ 8,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	
82	TAMAULIPAS	MANTE, EL	RANCHO SANTA ELENA	-98.9375	22.5069	\$ 3,951.20	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	
83	TLAXCALA	ATLANGATEPEC	CUMBE DEL ESPAÑOL	-98.1292	19.5494	\$ 3,716.07	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	
84	VERACRUZ-Llave	PERLA, LA	CHUNIAPAN DE ARRIBA	-97.1464	18.9706	\$ 3,804.62	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	
85	VERACRUZ-Llave	UXPANAPA	HIDALGO AMAJAC	-94.3811	17.4033	\$ 8,600.00	\$ 3,847.00	\$ 3,853.02	\$ 3,878.40	\$ 3,697.91	\$ 3,830.97	\$ 3,703.13	\$ 3,901.54	\$ 3,697.21	\$ 3,901.30	\$ 3,848.06	\$ 3,729.93	\$ 3,875.29	\$ 3,709.48	\$ 3,702.81	\$ 3,827.93	\$ 3,842.64
86	VERACRUZ-Llave	UXPANAPA	ACATITLA	-94.4175	17.4069	\$ 8,600.00	\$ 3,849.70	\$ 3,855.64	\$ 3,881.38	\$ 3,701.61	\$ 3,834.68	\$ 3,706.78	\$ 3,905.08	\$ 3,698.59	\$ 3,904.85	\$ 3,850.68	\$ 3,733.45	\$ 3,878.26	\$ 3,713.06	\$ 3,706.49	\$ 3,831.64	\$ 3,846.07
87	VERACRUZ-Llave	ASTACINGA	SAN ISIDRO PALOTAL	-97.1236	18.5561	\$ 3,812.87	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	
88	VERACRUZ-Llave	CORDOBA	JOSE GUADALUPE RODRIGUEZ (LA JOTA)	-96.9661	18.9467	\$ 3,823.02	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	
89	VERACRUZ-Llave	MINATITLAN	PETEC BILTUN	-94.3956	17.4467	\$ 8,600.00	\$ 3,851.30	\$ 3,857.38	\$ 3,882.48	\$ 3,700.19	\$ 3,832.80	\$ 3,705.86	\$ 3,904.65	\$ 3,701.85	\$ 3,904.40	\$ 3,852.42	\$ 3,733.16	\$ 3,879.38	\$ 3,712.53	\$ 3,705.29	\$ 3,829.70	\$ 3,846.05
90	YUCATAN	UMAN	CHILUTAN	-89.6861	20.8269	\$ 13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	
91	YUCATAN	CHEMAX	X-BOX	-87.9619	20.5672	\$ 13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	
92	YUCATAN	CHACSINKIN	CHAN TRES REYES	-89.005	20.2039	\$ 13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	
93	YUCATAN	TIZIMIN	CHACSINKIN	-87.6825	21.0003	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	
94	YUCATAN	CHACSINKIN	LOL-BE	-89.0161	20.1725	\$ 13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	
95	YUCATAN	CHEMAX	TEXAN CAMARA	-87.9294	20.5022	\$ 13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	
96	YUCATAN	MERIDA	EDEN, EL	-89.6667	20.7889	\$ 13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	
97	YUCATAN	TIZIMIN	ESTANCIA DE GUADALUPE	-87.6786	21.0442	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	
98	ZACATECAS	SOMBRERETE	BOCAS, LAS MORELOS (SAN RAFAEL)	-103.6944	23.2658	\$ 8,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	
99	ZACATECAS	GENERAL FRANCISCO R. MURGUIA	PORVENIR, EL (EL PORVENIR DEL CARMEN)	-103.0331	24.0172	\$ 8,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	
100	ZACATECAS	CONCEPCION DEL ORO	SAN CIPRIANO (EL PUJO DEL POTRERO)	-101.2003	24.4347	\$ 8,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	
101	ZACATECAS	GENERAL FRANCISCO R	MANDERITA DOS	-103.0572	24.0161	\$ 8,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	
102	ZACATECAS	JIMENEZ DEL TEUL	NOCHISTLAN DE MEJIA	-103.7067	23.2372	\$ 8,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	
103	ZACATECAS	MAZAPIL	MAGUEYES, LOS	-101.9967	24.1983	\$ 8,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	
104	ZACATECAS	MEJIA		-102.815	21.6164	\$ 8,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	

De Colima, Durango, Guerrero e Hidalgo a Sinaloa (Pueblo Pider), Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz-Llave, Yucatán, Zacatecas.

[illegible]

De Jalisco, México, Michoacán de Ocampo, Morelos, Nuevo León a México, Michoacán de Ocampo, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa (Rincón de los Montes, El).

		BARRIO SAN DIEGO PUEBLO NUEVO																		
38	MEXICO MICHOACAN	SAN JOSE DEL RINCON	PUEBLO NUEVO	-102.9489	19.2997	\$ -	\$ -	\$ 3,737.40	\$ 3,735.66	\$ 3,775.80	\$ 8,600.00	\$ 3,959.45	\$ 8,600.00	\$ 3,962.83	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00
39	DE OCAMP MICHOACAN	COENEO	CORTIJO VIEJO	-101.6908	19.7981	\$ 3,737.40	\$ 3,737.40	\$ -	\$ 3,602.05	\$ 3,705.42	\$ 3,901.93	\$ 3,850.89	\$ 3,897.73	\$ 3,854.51	\$ 3,861.74	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00
40	DE OCAMP MICHOACAN	COENEO	CORTIJO NUEVO SANABRIA (LAS CANAOS)	-101.7028	19.7819	\$ 3,735.66	\$ 3,735.66	\$ 3,602.05	\$ -	\$ 3,704.41	\$ 3,902.43	\$ 3,851.31	\$ 3,898.31	\$ 3,854.93	\$ 3,862.12	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00
41	DE OCAMP MICHOACAN	TURICATO	AYALA	-101.2781	18.8453	\$ 3,775.80	\$ 3,775.80	\$ 3,705.42	\$ 3,704.41	\$ -	\$ 3,837.39	\$ 3,785.76	\$ 3,837.55	\$ 3,788.98	\$ 3,794.04	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00
42	MORELOS	AYALA	PALO BLANCO	-98.9463	18.6483	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,901.93	\$ 3,902.43	\$ 3,837.39	\$ -	\$ 3,652.15	\$ 3,613.85	\$ 3,648.72	\$ 3,643.41	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00
43	MORELOS	COATLAN DEL RIO	COCOVOTLA CAMPO DEL CIMARRON (COLONIA LAS ARBOLEDAS)	-99.4508	18.7547	\$ 3,959.45	\$ 3,959.45	\$ 3,850.89	\$ 3,851.31	\$ 3,785.76	\$ 3,652.15	\$ -	\$ 3,652.03	\$ 3,603.84	\$ 3,611.95	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00
44	MORELOS	AYALA	TEZOUQUIPA	-98.9392	18.7844	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,897.73	\$ 3,898.31	\$ 3,837.55	\$ 3,613.85	\$ 3,652.03	\$ -	\$ 3,649.06	\$ 3,645.96	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00
45	MORELOS	COATLAN DEL RIO	CUAHUICHICHOLA	-99.42	18.7364	\$ 3,962.83	\$ 3,962.83	\$ 3,854.51	\$ 3,854.93	\$ 3,788.98	\$ 3,648.72	\$ 3,603.64	\$ 3,649.06	\$ -	\$ 3,608.61	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00
46	MORELOS	MAZATEPEC	SAN JOSE DE FLORES	-99.3756	18.6642	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,861.74	\$ 3,862.12	\$ 3,794.04	\$ 3,643.41	\$ 3,611.95	\$ 3,645.96	\$ 3,608.61	\$ -	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00
47	NEW LEO	DOCTOR ARROYO	SAN ANTONIO DE ALAMITOS	-100.2356	23.5536	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ -	\$ 3,609.25	\$ 3,690.04	\$ 3,684.03	\$ 3,726.80
48	NEW LEO	MIER Y NORIEGA	PRESITA DE BERLANGA, LA	-100.2158	23.4647	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,609.25	\$ -	\$ 3,698.87	\$ 3,693.02	\$ 3,734.08
49	NEW LEO	GALEANA	MARGARITAS	-100.1517	24.4364	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,690.04	\$ 3,698.87	\$ -	\$ 3,608.14	\$ 3,654.13
50	NEW LEO	GALEANA	SAN FRANCISCO (SAN FRANCISCO TENAMAXTLA)	-100.2094	24.3808	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,684.03	\$ 3,693.02	\$ 3,608.14	\$ -	\$ 3,661.91
51	NEW LEO	LINARES	PALOMAS, LAS (LA JILLAS)	-99.6714	24.6678	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,726.80	\$ 3,734.08	\$ 3,654.13	\$ 3,661.91	\$ -
52	NEW LEO	MIER Y NORIEGA	SANTIAGO SAN FRANCISCO	-100.1828	23.5458	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,605.42	\$ 3,608.89	\$ 3,690.48	\$ 3,684.82	\$ -
53	OAXACA	TILANTONGO	BUENAVISTA	-97.3439	17.3133	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,811.92	\$ 3,859.19	\$ 3,820.33	\$ 3,855.56	\$ 3,847.72	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 8,600.00
54	OAXACA	SAN FRANCISCO	JALTEPETONGO	-97.2639	17.3844	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,813.81	\$ 3,862.03	\$ 3,821.67	\$ 3,858.39	\$ 3,850.71	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 8,600.00
55	OAXACA	SAN PABLO ETLA	SAN PABLO ETLA	-96.76	17.1444	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,869.59	\$ 3,918.39	\$ 3,876.91	\$ 3,914.75	\$ 3,907.14	\$ 13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00
56	OAXACA	SAN PEDRO MOLINOS	SAN PEDRO MOLINOS	-97.5431	17.1014	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,812.19	\$ 3,856.31	\$ 3,822.02	\$ 3,852.73	\$ 3,844.53	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 8,600.00
57	OAXACA	TIJALTEPEC	SAN ISIDRO ALLENDE CIENEGA, LA (GUADALUPE LA CIENEGA)	-97.4869	17.0111	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,822.82	\$ 3,866.64	\$ 3,832.72	\$ 3,863.07	\$ 3,854.84	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 8,600.00
58	OAXACA	CUYAMECALCO	VILLA DE ZARAGOZA	-96.8361	17.9903	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,824.62	\$ 3,876.59	\$ 3,828.25	\$ 3,873.07	\$ 3,866.76	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 8,600.00
59	OAXACA	SAN ANDRES CABECERA SAN MIGUEL	VILLA ALTA (SAN COSME LA PAZ)	-97.7666	16.8861	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,815.31	\$ 3,855.28	\$ 3,826.44	\$ 3,851.81	\$ 3,843.34	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 8,600.00
60	OAXACA	CHIMALAP	SAN ANTONIO	-94.1917	16.6528	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00
61	OAXACA	SAN PABLO ETLA	SAN PABLO ETLA	-96.76	17.1444	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,869.59	\$ 3,918.39	\$ 3,876.91	\$ 3,914.75	\$ 3,907.14	\$ 13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00
62	OAXACA	TIJALTEPEC	BUENA VISTA LA PAZ	-97.5078	17.0667	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,817.20	\$ 3,861.33	\$ 3,827.02	\$ 3,857.75	\$ 3,849.54	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 8,600.00
63	OAXACA	TILANTONGO	PROGRESO, EL	-97.3167	17.3239	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,813.37	\$ 3,860.87	\$ 3,821.65	\$ 3,857.24	\$ 3,849.44	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 8,600.00
64	PUEBLA	AQUIXTLA	TERRERO, EL	-97.9542	19.7875	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,950.78	\$ 3,753.51	\$ 3,784.62	\$ 3,742.74	\$ 3,783.13	\$ 3,783.94	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00
65	PUEBLA	AQUIXTLA	TERRERO, EL	-97.9542	19.7875	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,950.78	\$ 3,753.51	\$ 3,784.62	\$ 3,742.74	\$ 3,783.13	\$ 3,783.94	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00
66	POTOSI	CORONA	TZAPUJA	-98.8139	21.6264	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,946.09	\$ 3,948.00	\$ 8,600.00	\$ 3,902.68	\$ 3,898.65	\$ 3,888.83	\$ 3,899.81	\$ 3,906.12	\$ 3,843.15	\$ 3,834.73	\$ 3,915.99	\$ 3,913.50	\$ 3,920.84
67	SINALOA	GUASAVE	SAN FERNANDO	-108.6092	25.5581	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00
68	SINALOA	FUERTE, EL	HORNILLOS, LOS MARMOL DE SANCIDO	-108.5078	26.4717	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00
69	SINALOA	MAZATLAN	(MARMOL)	-106.6019	23.4842	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00
70	SINALOA	AHOME	ESMERALDA, LA RINCON DE LOS MONTES, EL	-109.1403	25.8975	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00
71	SINALOA	BADIRAGUATO	MONTES, EL	-107.5417	25.2578	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00

De Jalisco, México, Michoacán de Ocampo, Morelos, Nuevo León a Sinaloa (Pueblo Pider), Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz-Llave, Yucatán, Zacatecas.

72	SINALOA	ELOTA	PUEBLO PIDER (LOS ARROYITOS)	-106.8456	23.87	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 13,600.00	\$ 8,600.00
73	SINALOA	FUERTE, EL	TETAROBITA	-108.4828	26.3869	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00
74	SINALOA	GUASAVE	GUAYPARIME	-108.7733	25.74	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00
75	SINALOA	GUASAVE	ROBERTO BARRIOS MARMOL DE SANCIDIO (MARMOL)	-108.6142	25.5272	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00
76	SINALOA	MAZATLAN	SAN JAVIER	-106.6019	23.4942	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00
77	SINALOA	SAN IGNACIO	JOSE MA. MORELOS Y P. (LOMA TRISTE 2A. SECC.)	-106.5089	23.9192	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00
78	TABASCO	TACOTALPA	GRAN PODER	-92.6133	17.5958	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00
79	TABASCO	TACOTALPA	MACLOVIO HERRERA (MIRADORES)	-92.6375	17.5242	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00
80	TAMAULIPAS	ALTAMIRA	NORIA, LA	-98.0867	22.4992	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,843.03	\$ 3,837.36	\$ 3,887.48	\$ 3,888.00	\$ 3,872.70	\$ 3,837.87
81	TAMAULIPAS	HIDALGO	NUEVA UNION, LA	-99.5703	24.2817	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,700.14	\$ 3,705.72	\$ 3,661.08	\$ 3,665.66	\$ 3,640.52	\$ 3,697.21
82	TAMAULIPAS	MANTE, EL	RANCHO SANTA ELENA	-98.9375	22.5069	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,769.31	\$ 3,762.18	\$ 3,831.47	\$ 3,829.95	\$ 3,831.71	\$ 3,764.66
83	TLAXCALA	ATLANGATEPEC	CUMBRE DEL ESPAÑOL	-98.1292	19.5494	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,962.50	\$ 3,963.60	\$ 3,927.61	\$ 3,723.64	\$ 3,756.58	\$ 3,713.12	\$ 3,754.89	\$ 3,755.22	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00
84	VERACRUZ-Llave	PERLA, LA	CHUNIAPAN DE ARRIBA	-97.1464	18.9706	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,785.85	\$ 3,834.99	\$ 3,783.01	\$ 3,832.06	\$ 3,828.46	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00
85	VERACRUZ-Llave	UXPANAPA	HIDALGO AMAJAC	-94.3811	17.4033	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00
86	VERACRUZ-Llave	UXPANAPA	ACATITLA	-94.4175	17.4069	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00
87	VERACRUZ-Llave	ASTACINGA	SAN ISIDRO PALOTAL	-97.1236	18.5561	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,785.50	\$ 3,837.14	\$ 3,785.79	\$ 3,833.88	\$ 3,828.91	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00
88	VERACRUZ-Llave	CORDOBA	JOSE GUADALUPE RODRIGUEZ (LA JOTA)	-96.9661	18.9467	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,803.52	\$ 3,853.03	\$ 3,801.01	\$ 3,850.06	\$ 3,846.32	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00
89	YUCATAN	MINATITLAN	PETEC BILTUN	-94.3956	17.4467	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00
90	YUCATAN	CHACMAX	CHULUTAN	-89.6861	20.8269	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00
91	YUCATAN	CHACMAX	X-BOX	-87.9619	20.5672	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00
92	YUCATAN	CHACMAX	CHACMAX	-89.005	20.2039	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00
93	YUCATAN	CHACMAX	CHACMAX	-87.6825	21.0003	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00
94	YUCATAN	CHACMAX	LOL-BE	-89.0161	20.1725	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00
95	YUCATAN	CHACMAX	TEXAN CAMARA	-87.9294	20.5022	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00
96	YUCATAN	CHACMAX	EDEN, EL	-89.6667	20.7889	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00
97	YUCATAN	CHACMAX	ESTANCIA DE GUADALUPE	-87.6786	21.0442	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00	\$ 13,600.00
98	ZACATECAS	SOMBRERETE	BOCAS, LAS	-103.6944	23.2658	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,952.39	\$ 3,953.77	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,957.67
99	ZACATECAS	GENERAL FRANCISCO R. MURGUIA	BOCAS, LAS	-103.0331	24.0172	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,887.91	\$ 3,891.49	\$ 3,895.63	\$ 3,889.06	\$ 3,947.65	\$ 3,893.33
100	ZACATECAS	CONCEPCION DEL ORO	RAFAEL	-101.2003	24.4347	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,732.65	\$ 3,740.32	\$ 3,706.47	\$ 3,700.76	\$ 3,757.03	\$ 3,737.18
101	ZACATECAS	GENERAL FRANCISCO R	PORVENIR, EL (EL PORVENIR DEL CARMEN)	-103.0572	24.0161	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,890.31	\$ 3,893.87	\$ 3,898.07	\$ 3,891.50	\$ 3,950.08	\$ 3,895.72
102	ZACATECAS	JIMENEZ DEL TEUL	SAN CIPRIANO (EL PUJO DEL POTRERO)	-103.7067	23.2372	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,953.89	\$ 3,955.19	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,959.16
103	ZACATECAS	MAZAPIL	BANDERITA DOS	-101.9967	24.1983	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,790.41	\$ 3,795.56	\$ 3,788.88	\$ 3,782.41	\$ 3,840.86	\$ 3,795.72
104	ZACATECAS	NOCHISTLAN DE MEJIA	MAGUEYES, LOS	-102.815	21.6164	\$ 3,835.61	\$ 3,835.61	\$ 3,817.05	\$ 3,817.82	\$ 3,921.73	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,927.53	\$ 3,923.82	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 3,931.36

De Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa (Rincón de los Montes, El) a México, Michoacán de Ocampo, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa (Rincón de los Montes, El).

[illegible]

De Sinaloa (Pueblo Pider), Tabasco, Tamaulipas, Veracruz-Llave a México, Michoacán de Ocampo, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa (Rincón de los Montes, El).

38	MEXICO	SAN JOSE DEL RINCON	BARRO SAN DIEGO		-102.9489	19.2997	\$ 8,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$13,600.00
39	MICHOACAN	COENE0	CORTIJO NUEVO		-101.6908	19.7981	\$ 8,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$13,600.00
40	MICHOACAN	COENE0	CORTIJO NUEVO SANABRIA (LAS CANOAS)		-101.7028	19.7819	\$ 8,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$13,600.00
41	MICHOACAN	TURICATO	PALO BLANCO		-101.2781	18.8453	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$ 8,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00
42	MORELOS	AYALA	COCOVOTLA		-98.9483	18.6483	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00
43	MORELOS	COATLAN DEL RIO	CAMPO DEL CIMARRON (COLONIA LAS ARBOLEDAS)		-99.4508	18.7547	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00
44	MORELOS	AYALA	TEZOQUIPA		-98.9392	18.7844	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00
45	MORELOS	COATLAN DEL RIO	CUAHUICHICINOLA		-99.42	18.7364	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00
46	MORELOS	DOCTOR ARROYO	SAN JOSE DE FLORES		-98.3756	18.6642	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00
47	NEW LION	MIER Y NORIEGA	SAN ANTONIO DE		-100.2396	23.5536	\$ 8,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00
48	NEW LION	MIER Y NORIEGA	ALAMITOS		-100.2158	23.4647	\$ 8,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00
49	NEW LION	GALEANA	BERLANGA, LA		-100.1517	24.4364	\$ 8,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00
50	NEW LION	GALEANA	MARGARITAS		-100.2094	24.3808	\$ 8,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00	\$ 8,600.00
51	NEW LION	LINARES	TENAMAXTLA		-99.6714	24.6678	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$ 8,60												

De Sinaloa (Pueblo Pider), Tabasco, Tamaulipas, Veracruz-Llave a Sinaloa (Pueblo Pider), Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz-Llave, Yucatán, Zacatecas.

[illegible]

De Yucatán, Zacatecas a México, Michoacán de Ocampo, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa (Rincón de los Montes, El).

[illegible]

Zacatecas.

			PUEBLO PIDER (LOS ARROYITOS)																			
72	SINALOA	ELOTA	-106.8456	23.87	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$3,925.77	\$8,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$3,925.11	\$8,600.00	\$8,600.00
73	SINALOA	FUERTE, EL	-108.4828	26.3869	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$13,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$13,600.00
74	SINALOA	GUASAVE	-108.7733	25.74	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$13,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$13,600.00
75	SINALOA	GUASAVE	-108.6142	25.5272	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$13,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00
			ROBERTO BARRIOS MARMOL DE SALCIDO (MARMOL)																			
76	SINALOA	MAZATLAN	-106.6019	23.4842	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$3,896.04	\$8,600.00	\$8,600.00	\$3,963.93	\$3,895.02	\$8,600.00	\$8,600.00	
77	SINALOA	SAN IGNACIO	-106.5089	23.9192	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$3,893.36	\$3,953.04	\$8,600.00	\$3,950.60	\$3,892.82	\$8,600.00	\$8,600.00	
			JOSE MA. MORELOS Y P. (LOMA TRISTE 2A. SECC.)																			
78	TABASCO	TACOTALPA	-92.8133	17.5958	\$8,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00
79	TABASCO	TACOTALPA	-92.6375	17.5242	\$8,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00
			MACLOVIO HERRERA (MIRADORES)																			
80	TAMAULIPAS	ALTAMIRA	-98.0867	22.4992	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00
81	TAMAULIPAS	HIDALGO	-99.5703	24.2817	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$8,600.00	\$3,952.61	\$3,766.22	\$3,955.06	\$8,600.00	\$3,846.50	\$8,600.00	\$8,600.00
82	TAMAULIPAS	MANTE, EL	-98.9375	22.5069	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$3,901.82	\$8,600.00	\$8,600.00	\$3,954.92	\$8,600.00	\$8,600.00
			NUEVA UNION, LA RANCHO SANTA ELENA																			
83	TLAXCALA	ATLANGATEPEC	-98.1292	19.5494	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00
			CUMBRE DEL ESPAÑOL																			
84	VERACRUZ-LLAVE	PERLA, LA	-97.1464	18.9706	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$8,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00
			CHUNIAPAN DE ARRIBA																			
85	VERACRUZ-LLAVE	UXPANAPA	-94.3811	17.4033	\$8,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$13,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00
86	VERACRUZ-LLAVE	UXPANAPA	-94.4175	17.4069	\$8,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$13,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00
87	VERACRUZ-LLAVE	ASTACINGA	-97.1236	18.5561	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$8,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$8,600.00
88	VERACRUZ-LLAVE	CORDOBA	-96.9661	18.9467	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$8,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$8,600.00
			JOSE GUADALUPE RODRIGUEZ (LA JOTA)																			
89	VERACRUZ-LLAVE	MINATITLAN	-94.3956	17.4467	\$8,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$13,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$8,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00
90	YUCATAN	UMAH	-89.6861	20.8269	\$ -	\$ 3,777.04	\$ 3,693.72	\$ 3,804.19	\$ 3,695.09	\$ 3,781.38	\$ 3,604.33	\$ 3,805.02	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00
91	YUCATAN	CHENAX	-87.9619	20.5672	\$ 3,777.04	\$ -	\$ 3,712.15	\$ 3,652.33	\$ 3,714.29	\$ 3,807.38	\$ 3,774.55	\$ 3,656.33	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00
92	YUCATAN	CHACSINKIN	-89.005	20.2039	\$ 3,693.72	\$ 3,712.15	\$ -	\$ 3,756.74	\$ 3,603.38	\$ 3,713.33	\$ 3,689.67	\$ 3,759.42	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00
93	YUCATAN	TIZIMIN	-87.6625	21.0003	\$ 3,804.19	\$ 3,652.33	\$ 3,756.74	\$ -	\$ 3,759.37	\$ -	\$ 3,656.45	\$ 3,802.60	\$ 3,604.47	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	
94	YUCATAN	CHACSINKIN	-89.0161	20.1725	\$ 3,695.09	\$ 3,714.29	\$ 3,603.38	\$ 3,759.37	\$ -	\$ 3,715.30	\$ 3,691.00	\$ 3,762.09	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00
95	YUCATAN	CHENAX	-87.9294	20.5022	\$ 3,781.38	\$ 3,607.38	\$ 3,713.33	\$ 3,656.45	\$ 3,715.30	\$ -	\$ 3,778.78	\$ 3,660.64	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00
96	YUCATAN	MERIDA	-89.6667	20.7889	\$ 3,604.33	\$ 3,774.55	\$ 3,689.67	\$ 3,802.60	\$ 3,691.00	\$ 3,778.78	\$ -	\$ 3,803.51	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00
97	YUCATAN	TIZIMIN	-87.6786	21.0442	\$ 3,805.02	\$ 3,656.33	\$ 3,759.42	\$ 3,604.47	\$ 3,762.09	\$ 3,660.64	\$ 3,803.51	\$ -	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00
			ESTANCIA DE GUADALUPE																			
98	ZACATECAS	SOMBRETERE	-103.6944	23.2658	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$ -	\$ 3,701.63	\$ 3,879.66	\$ 3,699.94	\$ 3,603.16	\$ 3,796.66	\$ 3,789.78	
99	ZACATECAS	GENERAL FRANCISCO R. MURGUIA	-103.0331	24.0172	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$ 3,701.63	\$ -	\$ 3,790.85	\$ 3,602.45	\$ 3,704.64	\$ 3,706.82	\$ 3,844.76	
100	ZACATECAS	CONCEPCION DEL ORO	-101.2003	24.4347	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$ 3,879.66	\$ 3,790.85	\$ -	\$ 3,793.27	\$ 3,882.03	\$ 3,684.35	\$ 3,929.78	
			PORVENIR, EL (EL PORVENIR DEL CARMEN)																			
101	ZACATECAS	GENERAL FRANCISCO R	-103.0572	24.0161	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$ 3,699.94	\$ 3,602.45	\$ 3,793.27	\$ -	\$ 3,702.97	\$ 3,709.25	\$ 3,844.88	
102	ZACATECAS	JIMENEZ DEL TEUL	-103.7067	23.2372	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$ 3,603.16	\$ 3,704.64	\$ 3,882.03	\$ 3,702.97	\$ -	\$ 3,799.16	\$ 3,787.82	
103	ZACATECAS	MAZAPIL	-101.9967	24.1983	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$ 3,796.66	\$ 3,706.82	\$ 3,684.35	\$ 3,709.25	\$ 3,799.16	\$ -	\$ 3,875.00	
			NOCHISTLAN DE																			
104	ZACATECAS	MEJIA	-102.815	21.6164	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$13,600.00	\$ 3,789.78	\$ 3,844.76	\$ 3,929.78	\$ 3,844.88	\$ 3,787.82	\$ 3,875.00	\$ -	

ANEXO 3. MATRIZ DE ADYACENCIA

Para cada una de las matrices mostradas en este anexo se tiene la siguiente configuración:

- Columna 1: Muestra el número consecutivo de las localidades.
- Columna 2: Contiene el año en el cual la localidad recibió el servicio de del PROSSAPYS. El periodo abarca desde 1998 hasta 2005.
- Columna 3: Indica si la localidad es de soporte o no. Localidad es de la misma Entidad Federativa y además a menos de 10 Km.
- Columna 4: Se presenta un código de colores, únicamente para aquellas localidades que son de soporte y su correspondiente localidad del año 2005. Aquellas localidades que se encuentren en la misma Entidad Federativa y tengan el mismo color, quiere decir que cumplen con la característica de estar a menos de 10 Km. de distancia entre sí.
- Columna 5: Muestra la ubicación teórica de la Entidad Federativa respecto al centro de la República Mexicana. Esta ubicación puede ser al Sur, al Centro o al Norte del país.
- Columna 6: Proporciona la Entidad Federativa en la cual se encuentra la localidad a visitar por una brigada.
- Columna 7: Contiene el Municipio en el cual se encuentra la localidad a visitar por una brigada.
- Columna 8: Muestra la localidad a ser visitada por alguna de las brigadas.

En cada una de las matrices de adyacencia mostradas se cumple que:

Solo se muestra en la primera columna el número consecutivo, de tal forma que las localidades se ubican con la Tabla de configuración para las matrices de adyacencia; en la segunda columna se muestra el código de color.

En el intervalo medio (la mayor parte de la matriz), se muestra valores de 0 o 1, es decir, indican si la localidad destino (columna) fue seleccionada (1) o no (0), con respecto a la localidad origen (renglón), Los 1's se han marcado con gris para una mejor identificación en la matriz.

Leyendo la matriz de derecha a izquierda, la cuarta y quinta columnas contienen un signo de = y un valor numérico el cual que es un número entero entre 0 y el número de brigadas según sea el caso (6, 7, 8, 9 ó 10). Representa la demanda de brigadas por parte de ese conjunto de localidades.

Al final de cada renglón se muestra el símbolo menor igual que ($\leq$), junto a un número representado por "ii", el cual que es un número entero entre 0 y 15 o 16; su presentación es la siguiente:

$= ii \leq 15$ para los casos de 7, 8, 9 y 10 brigadas y

$= ii \leq 16$ para el caso especial de 6 brigadas.

Esto significa el número de días que requiere la brigada para cubrir ese conjunto de localidades mostradas por los 1's en ese renglón.

Así mismo al final de cada columna se muestra el símbolo igual ($=$), junto a un número el cual representa la demanda de brigadas por parte de la localidad, este número debe ser exactamente igual a 1, ya que esto significa que la localidad debe ser visitada una vez y únicamente por una brigada.

Configuración para las matrices de adyacencia.

	AÑO	SOPORTE	UNICACIÓN	EDONOM	MUNICIPIO	LOCALIDAD
1			CENTRO	DF	Cd. De México	Cd. De México
2	2000	SOPORTE	SUR	CHIAPAS	MAPASTEPEC	GRAL. NICOLAS BRAVO
3	2000	SOPORTE	SUR	CHIAPAS	MAPASTEPEC	NUEVA COSTA RICA
4	2000	SOPORTE	SUR	CHIAPAS	SILTEPEC	NUBES, LAS
5	2000	SOPORTE	SUR	CHIAPAS	TECPATAN	NUEVO VICENTE GUERRERO
6	2001	SOPORTE	SUR	CHIAPAS	CHILON	SALTO DEL TIGRE
7	2003	SOPORTE	SUR	CHIAPAS	TECPATAN	NUCUPAC
8	2004	SOPORTE	SUR	CHIAPAS	INDEPENDENCIA, LA	MIRADOR
9	2005		SUR	CHIAPAS	CINTALAPA	FLOR DE CHIAPAS
10	2005		SUR	CHIAPAS	INDEPENDENCIA, LA	UNION, LA
11	2005		SUR	CHIAPAS	MAPASTEPEC	SAN JOSE
12	2005		SUR	CHIAPAS	SAN FERNANDO	PORTILLO, EL
13	2005		SUR	CHIAPAS	SILTEPEC	SAN JOSE
14	2005		SUR	CHIAPAS	TECPATAN	EDEN, EL (AGUA ESCONDIDA)
15	2005		SUR	CHIAPAS	TECPATAN	PORVENIR, EL
16	2005		SUR	CHIAPAS	TUMBALA	PROGRESO AGUA AZUL
17	2005		SUR	CHIAPAS	TZIMOL	NUEVA LIBERTAD
18	1998	SOPORTE	NORTE	COLIMA	CUAUHTEMOC	SAN JOAQUIN
19	2002	SOPORTE	NORTE	COLIMA	MANZANILLO	CENTRAL, LA
20	2005		NORTE	COLIMA	MANZANILLO	CENTRAL, LA
21	2005		NORTE	COLIMA	VILLA DE ALVAREZ	CHIVATO, EL (PROVIDENCIA)
22	2005		NORTE	COLIMA	VILLA DE ALVAREZ	LIMA, LA
23	2001	SOPORTE	NORTE	DURANGO	GUADALUPE VICTORIA	GENERAL CALIXTO CONTRERAS (COLORADA)
24	2005		NORTE	DURANGO	GUADALUPE VICTORIA	DOS DE ABRIL
25	2005		NORTE	DURANGO	GUADALUPE VICTORIA	GENERAL ALVARO OBREGON
26	2005		NORTE	DURANGO	LERDO	JUAN E. GARCIA
27	2005		NORTE	DURANGO	PUEBLO NUEVO	MESA DE SAN PEDRO
28	2005		NORTE	DURANGO	SANTIAGO PAPASQUIAR	SAN JOSE DE FAVELAS (FAVELAS)
29	2005		SUR	GUERRERO	ACAPULCO DE JUAREZ	APALANI
30	2005		SUR	GUERRERO	GENERAL HELIODORO CASTILLO	JUNTAS, LAS
31	2005		SUR	GUERRERO	MALINALTEPEC	RANCHO VIEJO
32	2005		SUR	GUERRERO	SAN MARCOS	TECOMATE PESQUERIA
33	2002	SOPORTE	CENTRO	HIDALGO	TEPEHUACAN DE GUERRERO	TENANGO
34	2004	SOPORTE	CENTRO	HIDALGO	ZIMAPAN	DEDHO, EL
35	2005		CENTRO	HIDALGO	TEPEHUACAN DE GUERRERO	COYUTLA
36	2005		CENTRO	HIDALGO	ZIMAPAN	RINCON, EL
37	2005		NORTE	JALISCO	JILOTLAN DE LOS DOLORES	CANCHOL
38	2005		CENTRO	MEXICO	SAN JOSE DEL RINCON	BARRIO SAN DIEGO PUEBLO NUEVO
39	2003	SOPORTE	SUR	MICHOACAN DE OCAMP	COENEO	CORTIJO VIEJO
40	2005		SUR	MICHOACAN DE OCAMP	COENEO	CORTIJO NUEVO
41	2005		SUR	MICHOACAN DE OCAMP	TURICATO	SANABRIA (LAS CANOAS)
42	2001	SOPORTE	CENTRO	MORELOS	AYALA	PALO BLANCO
43	2004	SOPORTE	CENTRO	MORELOS	COATLAN DEL RIO	COCYOTLA
44	2005		CENTRO	MORELOS	AYALA	CAMPO DEL CIMARRON (COLOHIA LAS ARBOLEDAS)
45	2005		CENTRO	MORELOS	COATLAN DEL RIO	TEZOQUIPA
46	2005		CENTRO	MORELOS	MAZATEPEC	CUAHUCHICHINOLA
47	1999	SOPORTE	NORTE	NUEVO LEON	DOCTOR ARROYO	SAN JOSE DE FLORES
48	2000	SOPORTE	NORTE	NUEVO LEON	MIER Y NORIEGA	SAN ANTONIO DE ALAMITOS
49	2004	SOPORTE	NORTE	NUEVO LEON	GALEANA	PRESITA DE BERLANGA, LA
50	2005		NORTE	NUEVO LEON	GALEANA	MARGARITAS
51	2005		NORTE	NUEVO LEON	LINARES	SAN FRANCISCO (SAN FRANCISCO TENAMAXTLE)
52	2005		NORTE	NUEVO LEON	MIER Y NORIEGA	PALOMAS, LAS (LAJILLAS)
53	1998	SOPORTE	SUR	OAXACA	SANTIAGO TILANTONGO	BUENAVISTA
54	2000	SOPORTE	SUR	OAXACA	SAN FRANCISCO JALTEPETONGO	SAN FRANCISCO JALTEPETONGO
55	2000	SOPORTE	SUR	OAXACA	SAN PABLO ETLA	SAN PABLO ETLA
56	2001	SOPORTE	SUR	OAXACA	SAN PEDRO MOLINOS	SAN PEDRO MOLINOS
57	2003	SOPORTE	SUR	OAXACA	SAN PABLO TIJALTEPEC	SAN ISIDRO ALLENDE
58	2005		SUR	OAXACA	CUYAMECALCO VILLA DE ZARAGOZA	CIENEGA, LA (GUADALUPE LA CIENEGA)
59	2005		SUR	OAXACA	SAN ANDRES CABECERA	VILLA ALTA (SAN COSME LA PAZ)
60	2005		SUR	OAXACA	SAN MIGUEL CHIMALAP	SAN ANTONIO
61	2005		SUR	OAXACA	SAN PABLO ETLA	SAN PABLO ETLA
62	2005		SUR	OAXACA	SAN PABLO TIJALTEPE	BUENA VISTA LA PAZ
63	2005		SUR	OAXACA	SANTIAGO TILANTONGO	PROGRESO, EL
64	2003	SOPORTE	CENTRO	PUEBLA	AQUIXTLA	TERRERO, EL
65	2005		CENTRO	PUEBLA	AQUIXTLA	TERRERO, EL
66	2005		CENTRO	SAN LUIS POTOSI	TAMPAMOLON CORONA	TZAPUJA
67	1999	SOPORTE	SUR	TABASCO	TACOTALPA	JOSE MA. MORELOS Y P. (LOMA TRISTE 2A. SECC.)
68	2005		SUR	TABASCO	TACOTALPA	GRAN PODER
69	2005		NORTE	TAMAULIPAS	ALTAMIRA	MACLOVIO HERRERA (MIRADORES)
70	2005		NORTE	TAMAULIPAS	HIDALGO	NORIA, LA
71	2005		NORTE	TAMAULIPAS	MANTE, EL	NUEVA UNION, LA
72	2005		CENTRO	TLAXCALA	ATLANGATEPEC	RANCHO SANTA ELENA
73	1999	SOPORTE	SUR	VERACRUZ-LLAVE	PERLA, LA	CUMBRE DEL ESPAÑOL
74	1999	SOPORTE	SUR	VERACRUZ-LLAVE	UXPANAPA	CHUNIAPAN DE ARRIBA
75	1999	SOPORTE	SUR	VERACRUZ-LLAVE	UXPANAPA	HIDALGO AMAJAC
76	2005		SUR	VERACRUZ-LLAVE	ASTACINGA	ACATITLA
77	2005		SUR	VERACRUZ-LLAVE	CORDOBA	SAN ISIDRO PALOTAL
78	2005		SUR	VERACRUZ-LLAVE	MINATITLAN	JOSE GUADALUPE RODRIGUEZ (LA JOTA)
79	2000	SOPORTE	SUR	YUCATAN	UMAN	PETEC BILTUN
80	2002	SOPORTE	SUR	YUCATAN	CHEMAX	CHULUTAN
81	2003	SOPORTE	SUR	YUCATAN	CHACSINKIN	X-BOX
82	2003	SOPORTE	SUR	YUCATAN	TIZIMIN	CHAN TRES REYES
83	2005		SUR	YUCATAN	CHACSINKIN	CHACSINKIN
84	2005		SUR	YUCATAN	CHEMAX	LOL-BE
85	2005		SUR	YUCATAN	MERIDA	TEXAN CAMARA
86	2005		SUR	YUCATAN	TIZIMIN	EDEN, EL
87	2001	SOPORTE	NORTE	ZACATECAS	SOMBRERETE	ESTANCIA DE GUADALUPE
88	2002	SOPORTE	NORTE	ZACATECAS	GENERAL FRANCISCO R. MURGUIA	BOCAS, LAS
89	2005		NORTE	ZACATECAS	CONCEPCION DEL ORO	MORELOS (SAN RAFAEL)
90	2005		NORTE	ZACATECAS	GENERAL FRANCISCO R	PORVENIR, EL (EL PORVENIR DEL CARMEN)
91	2005		NORTE	ZACATECAS	JIMENEZ DEL TEUL	SAN CIPRIANO (EL PUJO DEL POTRERO)
92	2005		NORTE	ZACATECAS	MAZAPIL	BANDERITA DOS
93	2005		NORTE	ZACATECAS	NOCHISTLAN DE MEJIA	MAGUEYES, LOS

ANEXO 3.A. MATRIZ DE ADYACENCIA PARA 6 BRIGADAS

[illegible]

[illegible]

ANEXO 3.C. MATRIZ DE ADYACENCIA PARA 8 BRIGADAS

[illegible]

ANEXO 3.D. MATRIZ DE ADYACENCIA PARA 9 BRIGADAS

[illegible]

ANEXO 3.E. MATRIZ DE ADYACENCIA PARA 10 BRIGADAS

[illegible]



REFERENCIAS

Bibliográficas:

- [1] Mandl, Christoph; **“Applied Network Optimization”**; Ed. Limusa; London; 1979.
- [2] Ahuja, Ravindra K; Magnanti, Thomas L; Orlin, James B; **“Network Flowa, theory, algorithms and Applications”**: Prentice Hall; New Jersey; 1993.
- [3] Ackoff, Russell L., Sasieni, Maurice W.; **“ Fundamentos de Investigación de Operaciones”** ; Ed. Limusa; México; 1993.
- [4] Flores de la Mota, Idalia; **“Apuntes de Programación Entera”**: Departamento de Sistemas, División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería, UNAM; México; 2002.
- [4] Taha Hamdy A; **“Investigación de Operaciones”** ; Pearson Educación; México; 2004.
- [5] Marín Pinillos, Benito; **“Investigación de Operaciones”**; Facultad de Ingeniería, UNAM; México; 1996.
- [6] Christopher ; **“Logística Aspectos Estratégicos”** ; Ed. Limusa; México; 2004.
- [7] Bonini, E. Charles; Hausman, Warren H.; Bierman Jr. Harold; **“Análisis Cuantitativo para los Negocios”** ; Irwin McGraw-Hill; Santafé de Bogota; 2000.
- [8] Murty, Katta G.; **“Operations Research, Deterministic Optimization Models”**; Prentice Hall; New Jersey; 1995.
- [9] Flores de la Mota, Idalia; **“Redes “**;Departamento de Sistemas, División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería, UNAM; 2002; México.
- [10] Palacios Rojí García, Agustín; Palacios Rojí García Joaquín; **“Gran Atlas de Carreteras de México”** ; Guía Rojí; 2005.

Publicaciones:

- [11] Gutiérrez Andrade, Miguel Ángel; **“Complejidad Computacional de Algoritmos”** ; UAM; México; 2005.
- [12] Gutiérrez Andrade, Miguel Ángel; **“Problema de Localización de Tanques (Reporte interno)”** ; UAM; México; 2005.
- [13] Cuevas Colunga, Ana Cecilia, et.al. ; **“Anuario Estadístico de Accidentes en Carreteras Federales (2002)”**; Secretaría de Comunicaciones y Transportes; Instituto Mexicano del Transporte; México; 2002.
- [14] Segura Pérez, Esther; **“El Problema del Agente Viajero”**, Cuadernillo de Divulgación; Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México; México; 2005.



REFERENCIAS

Electrónicas:

[15] WINQSB, Network Modeling, Version 1.0 for Windows

[16] <http://mapserver.inegi.gob.mx/dsist/ahl2003/index.html?c=424>; Datos Históricos de Localidades; INEGI; México; 2003

[17] Fortran 90 Copyright 1994-95 Microsoft Corporation

[18] Base de datos de comunidades y servicios asociados; Comisión Nacional del Agua; 2005