



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO DE INGENIERÍA CIVIL

FACULTAD DE INGENIERÍA

**TESINA PARA OBTENER EL GRADO DE
ESPECIALISTA EN VÍAS TERRESTRES**

TEMA DE TESINA:

“PRONÓSTICO DE LA DEMANDA DE VIAJES EN LA
CIUDAD DE SAN JUAN DEL RÍO, QUERÉTARO”.

PRESENTA:

ING. DANIEL ALFREDO ÁLVAREZ CUEVAS

ASESOR DE TESINA:

M. EN I. FRANCISCO JAVIER GRANADOS VILLAFUERTE



MÉXICO, D.F. 2012

PRONÓSTICO DE LA DEMANDA DE VIAJES EN LA CIUDAD DE SAN JUAN DEL RÍO, QUERÉTARO

INDICE

1.	ALCANCES.	5
2.	RESUMEN.	5
3.	INFORMACIÓN DE ESTUDIOS PREVIOS EN LA LOCALIDAD.	7
3.1.	MATRIZ ORIGEN – DESTINO, 2006.....	11
3.2.	ESTUDIOS DE TRÁNSITO, 2007.	17
4.	MARCO TEÓRICO.	19
4.1.	ENFOQUE GLOBAL EN EL PRONÓSTICO DE LA DEMANDA DE VIAJES.	20
4.2.	GENERACIÓN DE VIAJES.	27
4.3.	DISTRIBUCIÓN DE VIAJES.	28
4.4.	USO MODAL.....	30
4.5.	ASIGNACIÓN DE VIAJES.....	31
5.	DESARROLLO DEL MODELO.	40
5.1.	OFERTA VIAL.	41
5.1.1.	CARTOGRAFÍA Y CARACTERÍSTICAS VIALES.....	41
5.2.	DEMANDA DE VIAJES.....	46
5.2.1.	ESTUDIOS DE TRÁNSITO.....	47
5.2.2.	MATRIZ ORIGEN – DESTINO.	53
5.2.3.	CALIBRACIÓN Y VALIDACIÓN DEL MODELO.	55
6.	RESULTADOS.	58
6.1.	MODELO DE PRONÓSTICO DE LA DEMANDA DE VIAJES ACTUAL. ..	58
6.2.	MODELO DE PRONÓSTICO DE LA DEMANDA DE VIAJES CON LIBRAMIENTO.	62
7.	CONCLUSIONES Y COMENTARIOS.	67
8.	BIBLIOGRAFÍA.	69
9.	ANEXOS.	70
9.1.	ANEXO 1, MATRIZ DE ORIGEN – DESTINO DE VIAJES TOTALES, 2006.	70
9.2.	ANEXO 2. AFOROS SEMANALES, FUENTE: TOMO XIII, MEDICIÓN Y ANÁLISIS DEL VOLUMEN DE TRÁNSITO EN LAS PRINCIPALES VIALIDADES DEL CIUDAD DE SAN JUAN DEL RÍO.	76

9.3.	ANEXO 3. INVENTARIO VIAL, MARZO DEL 2012, VIALIDADES PRINCIPALES.	84
9.4.	ANEXO 6. FOTOGRAFÍAS DE RECORRIDOS EN VIALIDADES PRINCIPALES.	88
9.5.	ANEXO 5, MATRIZ DE ORIGEN – DESTINO DE VIAJES TOTALES, 2012.	92

1. ALCANCES.

- 1) Obtener la asignación de flujo vehicular (demanda) por arco y la matriz actualizada origen – destino (O-D) de viajes a la red vial actual a partir de los datos de la matriz O-D y estudios de ingeniería de tránsito realizados en 2006, para la ciudad de San Juan del Río en el estado de Querétaro.
- 2) Comparar la asignación de viajes con las características de oferta vial actual y los resultados obtenidos proponiendo un libramiento al norte de la ciudad.
- 3) Se utilizará la aplicación para computadora TransCAD, como herramienta para obtener la matriz viajes actualizada y los mapas de congestión y de flujo correspondientes.

2. RESUMEN.

Teniendo como antecedente los estudios “Estimación de la demanda de transporte en la ciudad de San Juan del Río”¹ y “Medición y análisis del volumen de tránsito en las principales vialidades del ciudad de San Juan del Río”², realizados por el Centro Queretano de Recursos Naturales en diciembre de 2006, se elaboró un modelo para pronosticar la demanda de viajes en 2012 en esta ciudad; el modelo considera dos escenarios: el primero conserva las características de la traza vial actual y el segundo propone un libramiento al norte de la ciudad.

Los datos cartográficos se obtuvieron de la “Cartografía Geoestadística Urbana. Censos Económicos 2009, DENUE Marzo 2011”, editada por el INEGI, y con ayuda de imágenes satelitales y recorridos en sitio se verificó y actualizó la información para que corresponda con la traza actual.

El estudio de origen y destino de 2006 referencia las zonas generadoras de viajes a las Áreas Geográficas Básicas (AGEBS), de donde se obtiene la Matriz origen-destino de viajes totales. Para actualizar y calibrar estos datos son necesarios conocer los datos de aforos de las vialidades en donde se tomó como referencia los mismos puntos

¹ TOMO XI, ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA DE TRANSPORTE EN LA CIUDAD DE SAN JUAN DEL RÍO.

² TOMO XIII, MEDICIÓN Y ANÁLISIS DEL VOLUMEN DE TRÁNSITO EN LAS PRINCIPALES VIALIDADES DEL CIUDAD DE SAN JUAN DEL RÍO.

de aforo del estudio de tránsito realizado en 2007; se identificaron estos sitios y se efectuaron aforos que permitieron conocer la variación del tránsito del 2007 al 2012. Es necesario también conocer los tiempos de recorrido para calibrar y validar el modelo por lo que se realizaron recorridos físicos en automóvil por las principales vialidades.

Con estos datos y con la utilización de la aplicación TransCAD (Transportación GIS Software) se elaboró el modelo para el pronóstico de viajes. Esta aplicación está basada en la teoría del modelo secuencial para la estimación de la demanda.

El resultado de la modelación es la asignación de viajes en cada arco de la red en forma tabular y que pueden visualizarse en dos mapas: un mapa en donde las vialidades están representadas con grosores y el grosor está asociado a un volumen de tránsito, entre mayor sea el grosor el volumen es mayor, y el otro mapa está representado con colores en donde la distinción de colores corresponde a un grado de saturación de cada vialidad, (Volumen / Capacidad).

Los resultados de estos estudios contienen información que facilitan la toma de decisiones para realización de proyectos de construcción de nueva infraestructura y actualmente son solicitados por dependencias públicas como lo es la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

3. INFORMACIÓN DE ESTUDIOS PREVIOS EN LA LOCALIDAD.

El municipio de San Juan del Río se localiza dentro de las coordenadas geográficas que oscilan entre los 20°23'30" de latitud norte y 99°59'49" de longitud oeste. Colinda al norte con el municipio de Tequisquiapan, al sur con el municipio de Amealco de Bonfil y con el Estado de México, al este con el Estado de Hidalgo y al oeste con el municipio de Pedro de Escobedo, ver figura 3.1.



Figura 3.1. Localización del municipio de San Juan del Río, Querétaro.
Fuente: Plan municipal de desarrollo 2010-2012

El área de estudio comprende la ciudad de San Juan del Río y las localidades conurbadas; se consideraron también como conurbadas aquellas localidades que aunque no están físicamente unidas, están próximas y tiene una gran interacción con la ciudad de San Juan del Río. Es el caso de La Llave, Visthá y Loma linda. Como se puede observa en la figura 3.2.

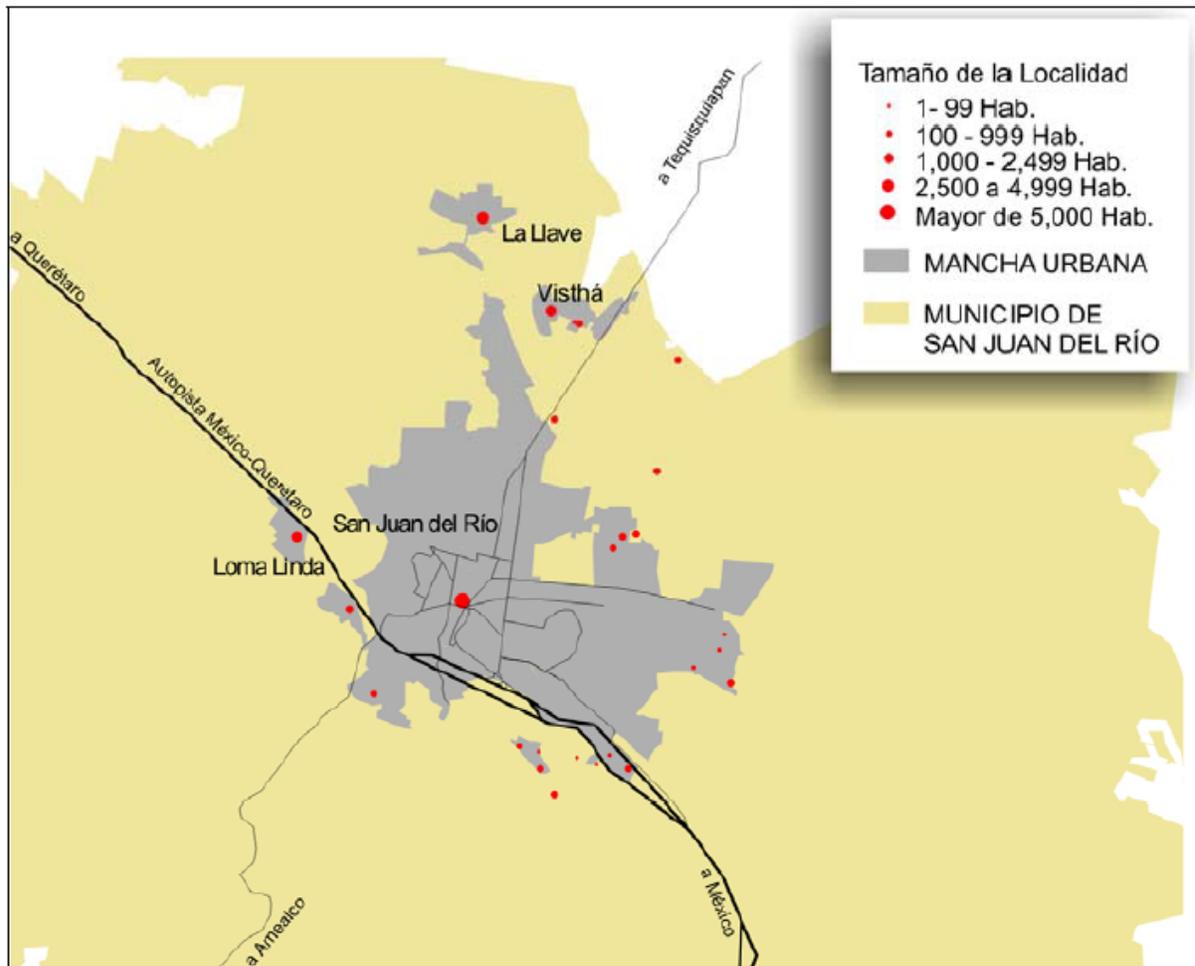


Figura 3.2. Extensión de la Zona conurbada de San Juan del Río.
Fuente: TOMO XI, Estimación de la demanda de transporte en la ciudad de San Juan del Río.

En el año de 2006 el Centro Queretano de Recursos Naturales realizó varios estudios para la ciudad de San Juan del Río, dentro de estos se encuentran:

- TOMO XI, Estimación de la demanda de transporte en la ciudad de San Juan del Río.
- TOMO XIII, Medición y análisis del volumen de tránsito en las principales vialidades de la ciudad de San Juan del Río.

En el tomo XI se describe la zona en cuanto a su crecimiento poblacional, actividad económica, parque vehicular y zonificación.

La zonificación es relevante para construir el modelo para el pronóstico de demandas de viajes; las zonas definidas se denominan zonas de análisis de transporte (ZAT). Estas zonas deben ser áreas con similares condiciones socioeconómicas y de uso de suelo, para este efecto se sabe que el INEGI tiene unidades para la recopilación

de información estadística que cumplen con la condición deseada para el análisis. La Zona Conurbada de San Juan del Río, ZCSJR, cuenta con 56 Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEBS); el INEGI tiene una clave para la clasificación para cada una de las AGEBS, en la tabla 3.1 se relacionan estas claves con las Zonas de Análisis de Transporte (ZAT) en donde se incluyen 11 zonas adicionales que no tienen AGEBS. En la tabla 3.2 se relacionan las zonas externas que representan los flujos vehiculares de las vialidades que comunican a la zona de estudio con las zonas colindantes; en figura 3.3, se puede observar la localización de cada una de las ZAT's.

ZONA	CLAVE INEGI	ZONA	CLAVE INEGI	ZONA	CLAVE INEGI
1	107-7	24	026-1	47	082-5
2	065-1	25	022-3	48	080-6
3	066-6	26	054-3	49	093-3
4	067-0	27	051-A	50	099-0
5	068-5	28	048-8	51	094-8
6	046-9	29	096-7	52	100-5
7	073-6	30	076-A	53	095-2
8	019-1	31	077-4	54	098-6
9	038-4	32	037-A	55	043-5
10	069-A	33	063-2	56	044-A
11	070-2	34	045-4	57	-
12	071-7	35	064-7	58	-
13	072-1	36	081-0	59	-
14	074-0	37	053-9	60	-
15	075-5	38	057-7	61	-
16	097-1	39	058-1	62	-
17	047-3	40	028-0	63	-
18	050-5	41	055-8	64	-
19	031-2	42	056-2	70	-
20	030-8	43	061-3	73	-
21	079-3	44	062-8	78	-
22	052-4	45	060-9		
23	078-9	46	059-6		

Tabla 3.1. Zonas de análisis de transporte relacionadas con las AGEBS.

Fuente: TOMO XI, Estimación de la demanda de transporte en la ciudad de San Juan del Río.

ZONA	ZONA EXTERNA
91	Autopista México-Querétaro (hacia México)
92	Autopista México-Querétaro (hacia Querétaro)
93	Carretera a Tequisquiapan
94	Carretera a Amealco
96	Camino a Santa Rosa Xajay

Tabla 3.2. Zonas de análisis de transporte externas.

Fuente: TOMO XI, Estimación de la demanda de transporte en la ciudad de San Juan del Río.

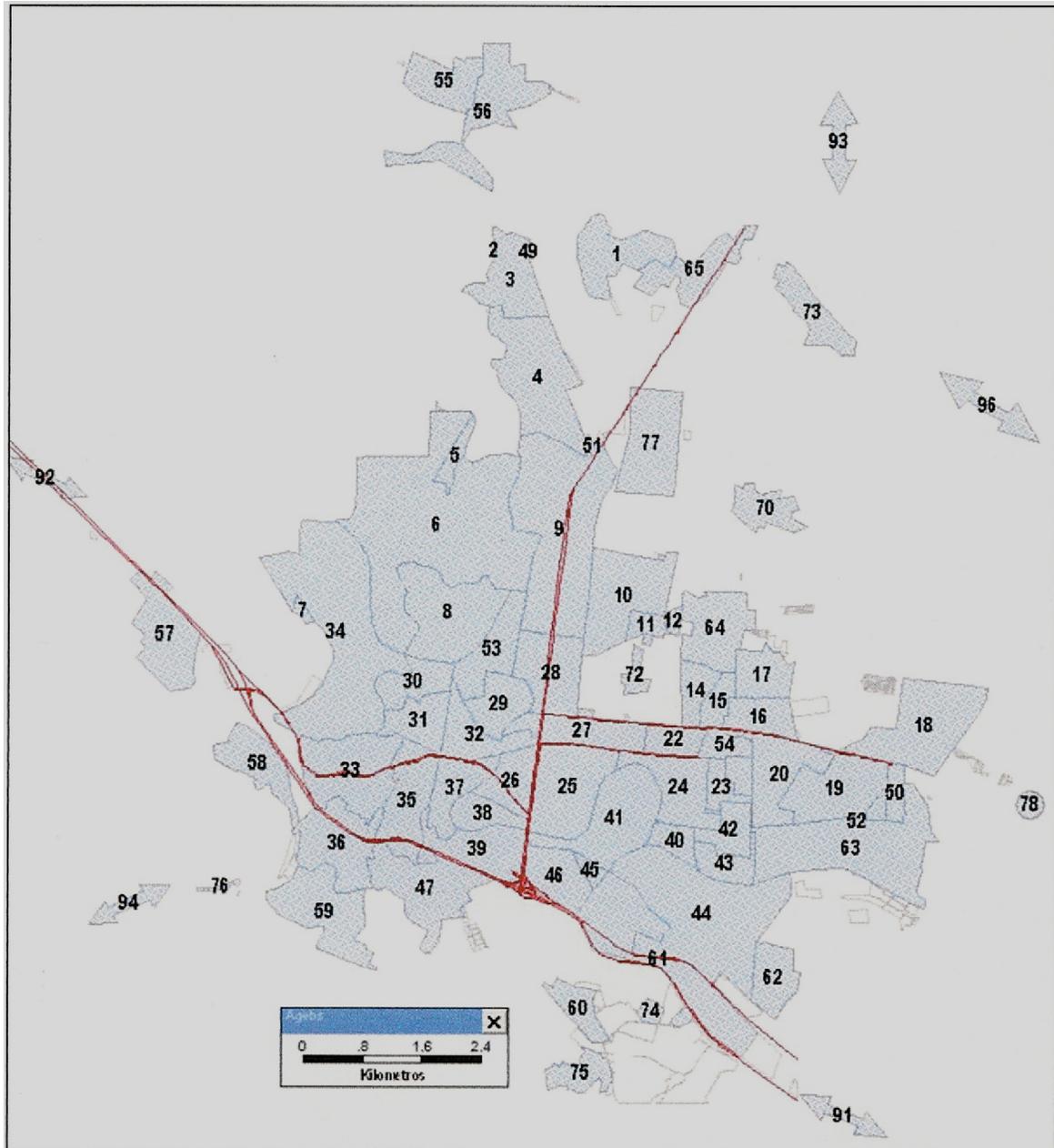


Figura 3.3. Zonas de Análisis de Transporte, ZAT.

Fuente: TOMO XI, Estimación de la demanda de transporte en la ciudad de San Juan del Río.

3.1. MATRIZ ORIGEN – DESTINO, 2006.

La matriz origen – destino presentada en el estudio del TOMO XI, se obtuvo mediante una encuesta origen – destino.

La encuesta origen – destino tuvo dos objetivos:

1. El primer objetivo fue estimar el total de viajes generados, producidos y atraídos, en cada una de las zonas que comprende la ZCSJR, ver figuras 3.4 y 3.5.
2. El segundo fue estimar los valores significativos de los viajes realizados entre pares de zonas: elementos de la matriz origen-destino, ver tabla 3.3.

La metodología utilizada: “...De acuerdo con los principios aceptados en el diseño de encuestas de transporte (Cambridge Systematics, 1996), el primer objetivo puede ser obtenido con precisión con tamaños pequeños de muestra. La situación es muy diferente cuando se quieren estimar los elementos de la matriz origen-destino, en donde es prácticamente imposible estimar directamente valores de esta matriz cuando el número de viajes entre dos zonas es pequeño, pues se requerirían tamaños de muestra prohibitivos. Por esta razón, para el segundo objetivo, se limito el alcance del estudio a solo obtener con precisión los valores significativos de la matriz origen-destino.”³

“El tamaño de la muestra se obtuvo siguiendo normas que recomiendan el tamaño mínimo de muestra de acuerdo al tamaño de la población a encuestar. Se utilizo el mínimo de 5% de los hogares recomendado en SEDESOL (2001), para poblaciones entre 50,000 y 150,000 habitantes. El tamaño de muestra seleccionado proporciona estimaciones precisas para las variables descritas anteriormente. Estas estimaciones permitirán posteriormente construir modelos que permitan estimar indirectamente la matriz origen-destino y por lo tanto simular diferentes escenarios futuros del comportamiento de la demanda de transporte.”⁴

³ TOMO XI, ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA DE TRANSPORTE EN LA CIUDAD DE SAN JUAN DEL RÍO.

⁴ IDEM.

“El método utilizado fue el de muestreo por conglomerados de dos etapas (Lohr, 2000), en donde primero se seleccionan aleatoriamente conglomerados (manzanas) y después se seleccionan hogares también aleatoriamente en los conglomerados seleccionados. Para cumplir con la meta del 5% de los hogares, se seleccionaron una de cada seis manzanas por zona y posteriormente uno de cada tres hogares en las manzanas seleccionadas. Este esquema resulta en un hogar de cada 18 ó 5.55%, lo cual dio un pequeño margen para prever por encuestas no utilizables. Para implementar este procedimiento, después de seleccionar las manzanas, se hizo un inventario en campo de los lotes de cada manzana, para poder así identificar los hogares disponibles para ser seleccionados en la segunda etapa del muestreo”⁵.

La principal información obtenida con la encuesta origen – destino fue:

1. Motivos de viaje.
2. Motivo y origen de viaje.
3. Modos de transporte.
4. Distribución horaria de viaje.
5. Distribución horaria de viajes por motivo.
6. Motivos de viaje en la hora pico (7 am – 8 am).
7. Zonificación de producción de viajes.
8. Zonificación de atracción de viajes.
9. Distribución espacial de viajes.
10. Líneas de deseo.

Para efectos de la planeación urbana toda la información es relevante y debe analizarse con el detenimiento para la mejor toma de decisiones en este rubro.

De esta información, para efectos de nuestros alcances, lo que nos interesa son los puntos 9 y 10; el punto 10 es una representación gráfica del punto 9, sin embargo esta representación no provee información sobre las vialidades (arcos), que se usan para los viajes generados y deja incertidumbre para la planeación de las acciones a realizar en infraestructura vial, ver figura 3.6.

La distribución espacial de viajes nos da como producto la matriz origen – destino en donde se presentan los viajes generados entre pares de zonas; estos datos pueden generarse por el total de viajes generados o por los diferentes modos o motivos

⁵ TOMO XI, ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA DE TRANSPORTE EN LA CIUDAD DE SAN JUAN DEL RÍO.

de transporte; aquí nos ocupa conocer el total de viajes generados (demanda), para compararla con la oferta vial actual y poder observar en donde se requieren acciones de mejora en la infraestructura vial.

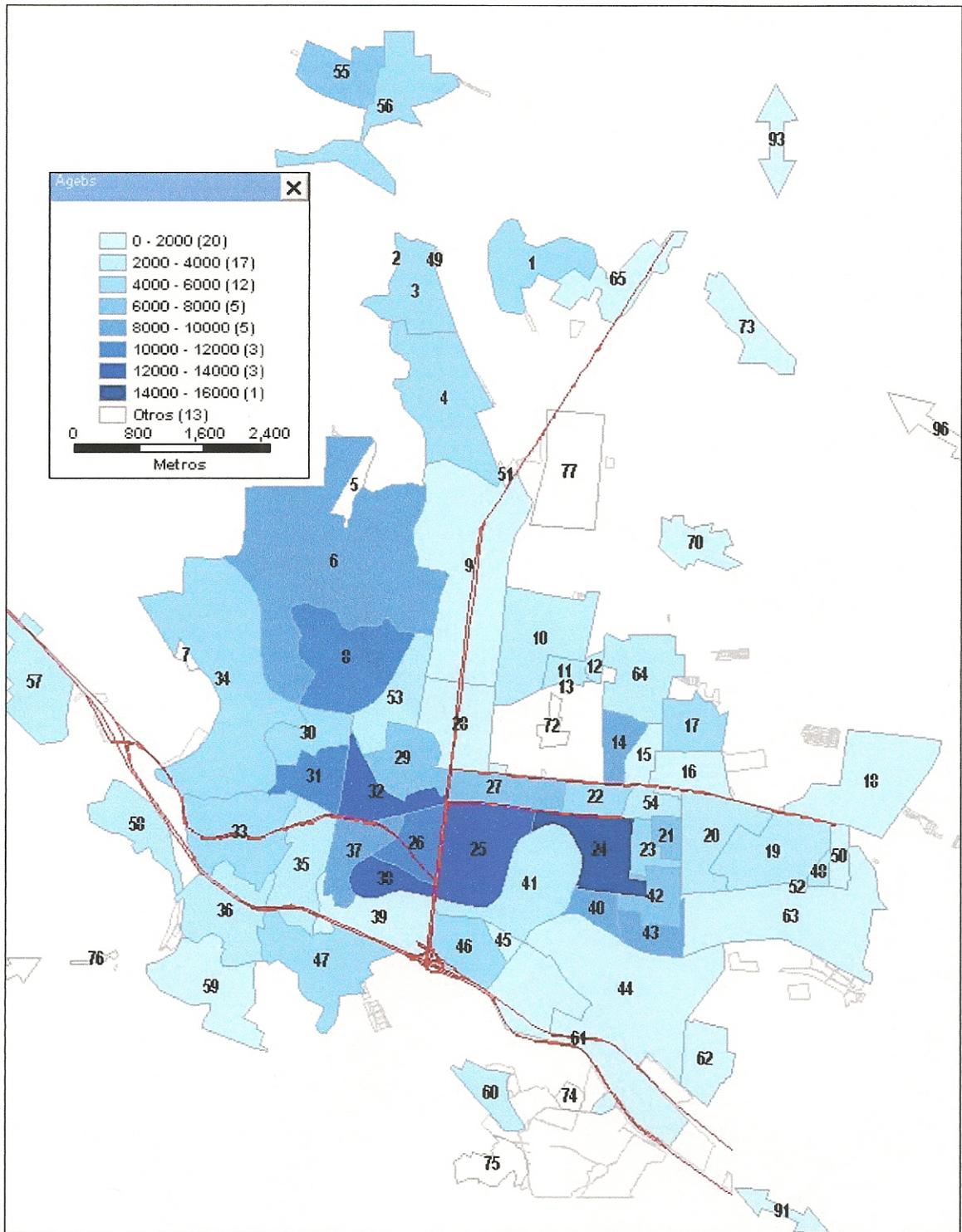


Figura 3.4. Zonificación de viajes producidos.

Fuente: TOMO XI, Estimación de la demanda de transporte en la ciudad de San Juan del Río.

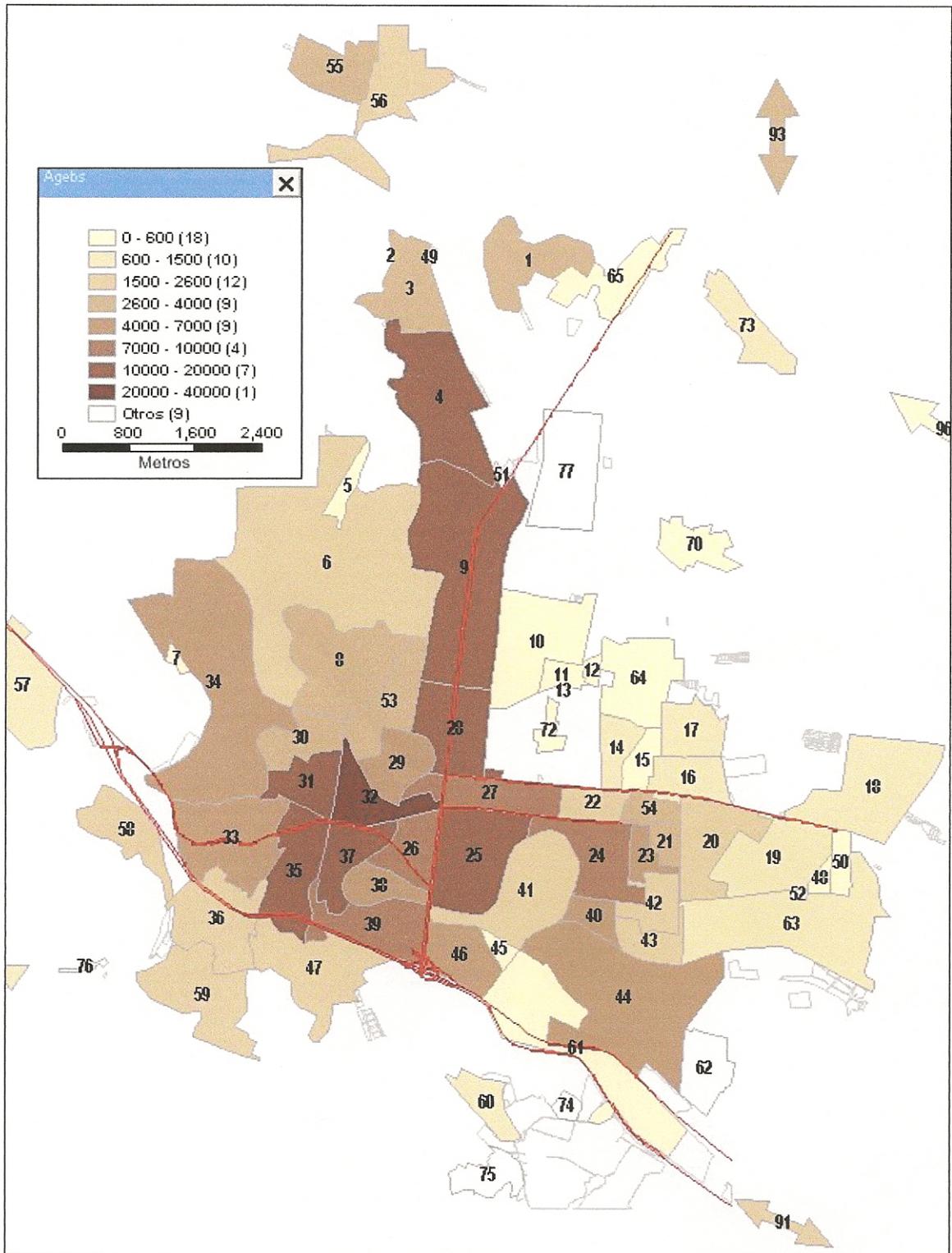


Figura 3.5. Zonificación de viajes atraídos.

Fuente: TOMO XI, Estimación de la demanda de transporte en la ciudad de San Juan del Río.

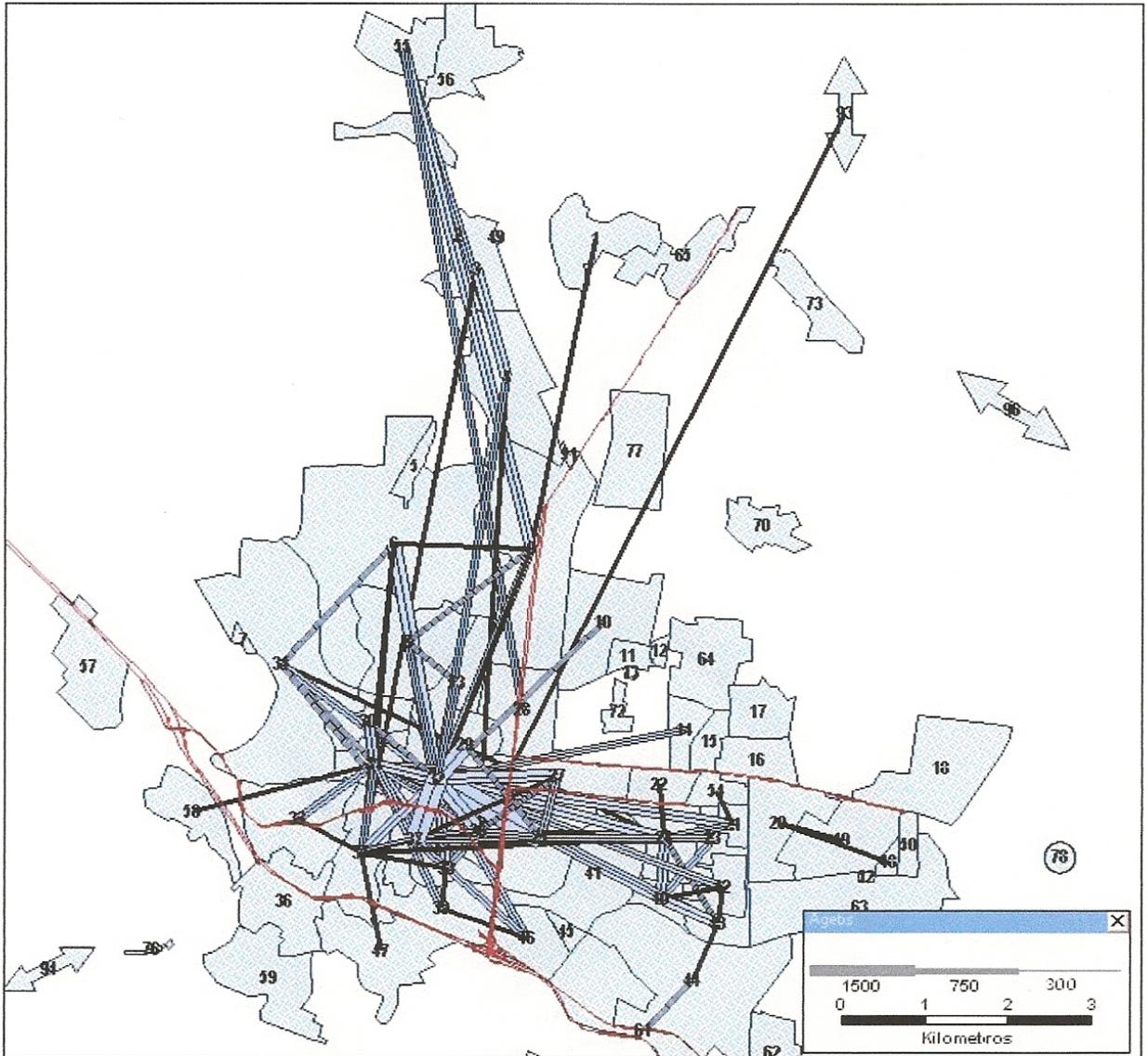


Figura 3.6. Líneas de deseo.
 Fuente: TOMO XI, Estimación de la demanda de transporte en la ciudad de San Juan del Río.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
1	2861		217	230					331		25			25										18	
2						12																			
3	214		1433	671		24		45	189	25										49			67	27	
4	176		651	1006		61		135	80		65	25	122	3	23	54		14		90	341	74	143	144	
5						61																			
6		12	23	63	66	1166	12	163	285															54	
7						12																			
8			43	97		160		2525	303														18	173	
9	345		196	84		343		315	164	178	162	200	244		23			43	31	162		54	222	54	
10			27						171	261	162	25	49	24		27									
11				70					156	171	127	25											31	103	
12				27					193	24	24	147									18		72	48	
14				111					218	51		17	440		45			14	19	179	52	50	280	279	
15	27			4					25							54			10			22	54		
16				24					22				40		46	185	22			18		66	29		
17				58						26				52	180	589	26	58	169	52		58		26	
18															23	27		158	110			185	55		
19				15					41				14			54	168	88	274	49		28	45	43	
20									30				17	10		163	115	273	509	18			146	59	
21			39	97					177			17	139		17	54		48	19	366	91	247	481	35	
22				368									52							90	167	184	143	41	
23	53			77					52				52	21	81	54	172	73		236	171	442	557	198	
24	17		84	92				34	189		32	75	295	52	42		57	46	208	495	150	574	1605	645	
25			28	154		51		180	53		104	50	279			27		43	62	36	39	200	639	2092	
26			42	420		85			167	51	65	150	227		12				123	72		123	315	316	
27	27		42	23		97		90	211		65	25	175	3	12	54		29	92	18	505	36	212	363	
28	80		126	91		122		270	44	76	65	125	192		23	136		100	92	108	85	130	128	82	
29			14	64		49			165		32	50	38				21			43	85	72	73	375	
30				89		37		45	40		65		17			27				62		40	54	155	80
31	27		28	231		268		90	196	25		100	87	10	58				31	144	60	54	342	288	
32	159		275	396		889		495	427	254	97	125	625	3	35	217		43	247	610	193	233	786	1336	
33				23		61		135	166				87		53							54	143		
34			28	74		380		135	35				52		23		78	14		18		89	60	41	
35	106		308	46		292		45	95	127			192		39	54		57		90		90	269	147	
36			14	198				45	91		32	25									51				
37	53			196		157		75	238			50	214		58	81		14	31	137		173	407	488	
38				95		189		90	256			25				54		14		18	85	72	54	233	
39			68	82		158		90	12	102		50	175	13	12	60		29		72	171	36	161	175	
40				83		49		74	372	25			175	7	12				92	36		447	653	74	

Tabla 3.3, MATRIZ DE ORIGEN – DESTINO DE VIAJES TOTALES, 2006. (Extracto, tabla completa en ANEXO 1).

Fuente: TOMO XI, Estimación de la demanda de transporte en la ciudad de San Juan del Río.

3.2. ESTUDIOS DE TRÁNSITO, 2007.

El Centro Queretano de Recursos Naturales realizó estudios para medir los volúmenes de tránsito en las principales vialidades de la ciudad de San Juan del Río y lo presenta en el TOMO XIII, “Medición y análisis del volumen de tránsito en las principales vialidades de la ciudad de San Juan del Río”.

Para realizar los aforos se emplearon dispositivos mecánicos durante una semana por periodos de 24 horas durante el mes de abril de 2007.

Los aforos se realizaron en sitios a los que denominaron estaciones maestras, ver tabla 3.4 y figura 3.7.

ESTACIÓN	VIALIDAD	ENTRE
1	Tecnológico	Paseo Central y San Rafael
2	Central	Av. Juárez y Río San Juan
3	Río Moctezuma	Paseo Central y Monte Dakota
4	Lomas de San Juan	Montes Pirineos y Monte Dakota
5	Universidad	Río Congo y Río Claro
6	Constituyentes	1 Poniente y 2 Poniente
7	Pablo Cabrera	Av. Hidalgo y Álvaro Obregón
8	20 de Noviembre	5 de Mayo y Francisco Javier Mina
9	Ayuntamiento	Ave María y Zaragoza
10	Corregidora	Av. Juárez y San Rafael
11	Juárez Centro	16 de Septiembre y Zaragoza
12	Hidalgo Sur	Av. Juárez y Fernando de Tapia
13	Hidalgo Centro	Av. Juárez y Roberto Ruiz Olloqui

Tabla 3.4. Estaciones maestras.

Fuente: TOMO XIII, Medición y análisis del volumen de tránsito en las principales vialidades de la ciudad de San Juan del Río.



Figura 3.7. Ubicación de las estaciones maestras.

Fuente: TOMO XIII, Medición y análisis del volumen de tránsito en las principales vialidades de la ciudad de San Juan del Rio.

Los resultados semanales de los aforos se presentan con valores diarios y por estación y por sentido de circulación, ver anexo 2.

4. MARCO TEÓRICO.

El proceso de predicción de la demanda de viajes es una metodología de evaluación y una herramienta de ayuda para la toma de decisiones para el desarrollo urbano.

Este proceso se compone de cuatro etapas:

- a) La generación de viajes. Que estima el número de viajes que realizan las personas a las diferentes zonas del área urbana.
- b) La distribución de viajes. Que determina cuál es el destino de esos viajes.
- c) El uso modal. Que identifica los diferentes modos de transporte que utilizan las personas para realizar sus viajes.
- d) La asignación de viajes. Que describe la ruta que las personas toman para realizar sus viajes.

Completadas estas cuatro etapas se pueden estimar los volúmenes de tránsito en la red vial, con esta información se pueden establecer los impactos generados por cambios en el comportamiento de viajar de las personas y/o cambios en la estructura vial. Figura 4.1

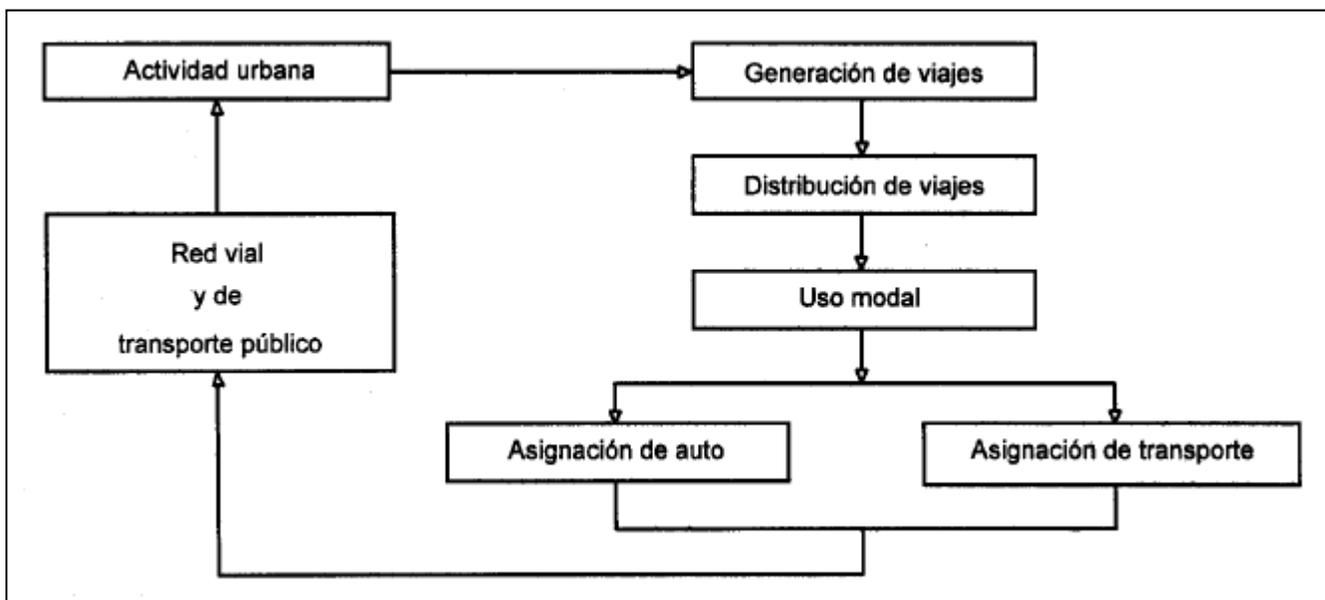


Figura 4.1. División del área de estudio en zonas.

Fuente: "El proceso de predicción de la demanda de viajes en la toma de decisiones de planeación urbana", García González, Héctor.

4.1. ENFOQUE GLOBAL EN EL PRONÓSTICO DE LA DEMANDA DE VIAJES.

El proceso de planeación urbana debe basarse en el pronóstico de la demanda de viajes (transporte). Mediante el uso de este proceso es posible predecir de manera razonable los impactos viales producidos por la implementación de las diferentes alternativas de planeación urbana. Es posible modelar la implementación de: vías rápidas, nuevas vías, ampliación de las vías existentes, cambios en las rutas de transporte urbano, restricciones de estacionamiento, nuevos desarrollos habitacionales, comerciales o industriales y en general cualquier proyecto de infraestructura urbana.

El proceso de pronóstico provee también de información detallada, entre otros, acerca de los volúmenes de tránsito, velocidades, tiempos de recorrido y número de pasajeros de autobuses. Información que para una correcta planeación debe de ser utilizada por los ingenieros y planificadores responsables de la elaboración de los programas de vialidad y transporte, y programas de desarrollo urbano.

En general este proceso intenta cuantificar el monto de los viajes de transporte. La demanda de transporte es producida por la separación de las actividades urbanas que deben ser atendidos por el suministro del transporte representado por las características del servicio de las redes vial y de transporte público.

Antes de iniciar el proceso de predicción de la demanda de viajes, se requiere formar un banco de datos. Es necesario por ello recopilar información referente al área de estudio (límite, superficie, estructura distrital,...), información socioeconómica (número de empleos en el área, niveles de ingreso, disponibilidad de automóvil por casa, actividad de los habitantes, ...), sociodemográfica (número de habitantes en el área, de habitantes por casa, de casas habitación, ...), del sistema vial (sentidos, velocidades, número de carriles y volúmenes de automóviles de las avenidas principales, número de ocupantes por automóvil, ...) y del sistema de transporte urbano (itinerario de las rutas de transporte, número de unidades de transporte por ruta, capacidad por unidad de transporte, frecuencia de paso de las unidades de transporte,...).

Se debe delimitar el área que se considerará en el proceso. Generalmente el área de estudio incluye la mancha urbana actual, además de las zonas aledañas que ésta ocupará dentro de los próximos 20 o 30 años. Además de considerar el crecimiento futuro, es conveniente que la definición de la línea límite del área este basada en las fronteras de las área geográficas de estadística básica (AGEB) definidas por el INEGI y los límites naturales inherentes al área.

El área de estudio se divide en distritos, que a su vez son divididos en zonas con características homogéneas, ver figura 4.2, con esto se relaciona la información de actividad urbana, de viales, de vialidad y de transporte con unidades de análisis físicas. Las zonas o centroides, varían en tamaño, dependiendo de su densidad o naturaleza del desarrollo urbano. Las zonas que forma un distrito pueden ser tan pequeñas que podría considerarse cada manzana como una de ellas; en las áreas de la periferia y no desarrolladas, las zonas son más grandes. Un área con un millón de habitantes puede tener de 600 a 800 zonas y un área de 200 mil habitantes puede tener de 150 a 200 zonas.

Las zonas deben de abarcar actividades urbanas homogéneas, esto es, una zona debe de ser completamente industrial, residencial, comercial, etc. Al establecer los límites de las zonas se debe considerar para ello los límites de las AGEBS, los límites naturales como cerros, ríos, arroyos, etc.; caminos y carreteras.

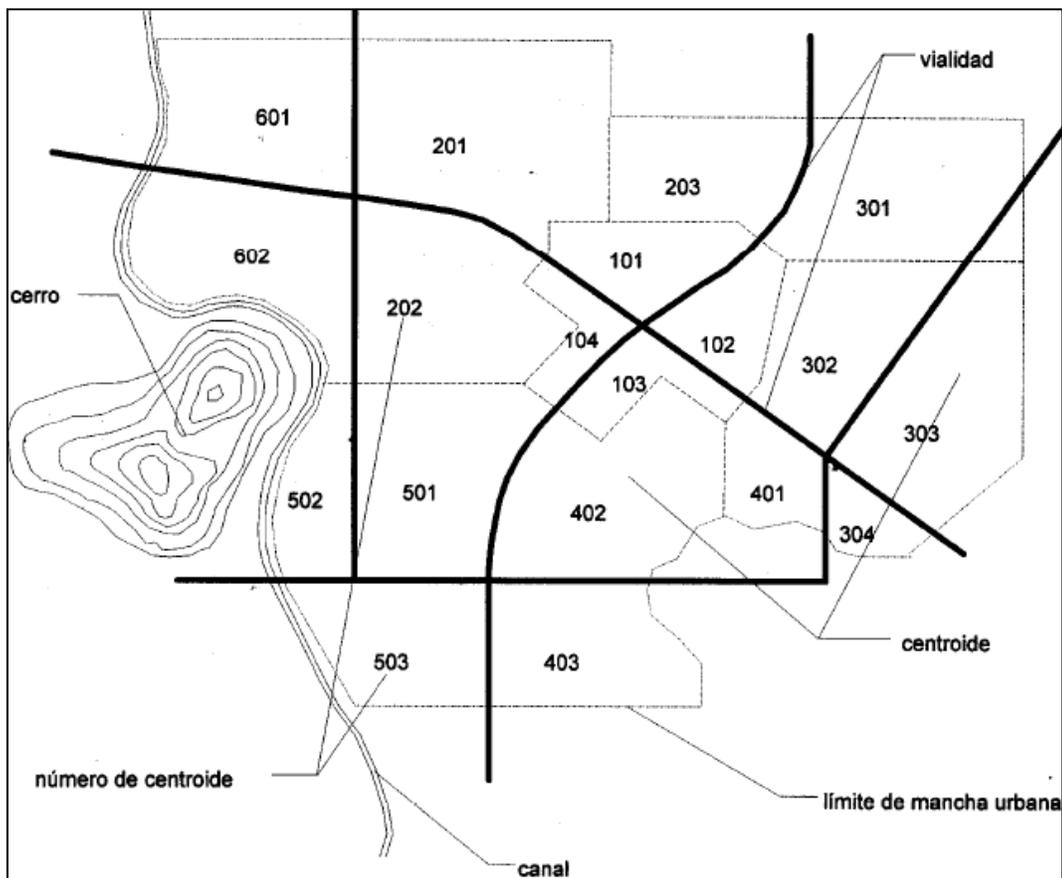


Figura 4.2. División del área de estudio en zonas.

Fuente: El proceso de predicción de la demanda de viajes en la toma de decisiones de planeación urbana.

Una consideración importante al definir las zonas es la compatibilidad con la red de transporte. Como regla general, la red debe coincidir con los límites de las zonas. Los distritos pueden contener de 5 a 10 zonas; una ciudad de un millón de habitantes puede tener alrededor de 100 distritos. Los distritos frecuentemente siguen corredores de transporte o divisiones naturales como los ríos. El área central de una ciudad generalmente define el distrito central de negocios. Los distritos que quedan alrededor de éste forman anillos. Figura 4.3.



Figura 4.3. Ejemplo de anillos en zonas.

Fuente: El proceso de predicción de la demanda de viajes en la toma de decisiones de planeación urbana.

Definidas las zonas es posible recabar la información que permita el conocimiento y entendimiento de la actividad urbana, que dan origen a los viajes de las personas. Analizando la intensidad y las características de las actividades en cada zona se tiene los elementos necesarios realizar un pronóstico de viajes. El nivel de detalle en la información depende de los requerimientos de la modelación, se recomienda construir modelos de la manera más sencilla posible de manera que facilite su validación y calibración.

El sistema de transporte permite la conectividad de las actividades urbanas. Para realizar viajes para trabajar, realizar compras, visitar amistades o cualesquiera que sea el motivo la comunicación se da a través de las calles, vías rápidas, rutas de transporte urbano, etc.

Si un área urbana fuera completamente plana, sin obstáculos al movimiento de los viajes, el sistema de transporte podría describirse fácilmente. En las ciudades, este no es el caso; algunas áreas no están conectadas directamente, algunas calles permiten

un mejor tránsito que otras y algunas áreas no disponen de servicio de transporte público. Esta variación de accesibilidad entre zonas requiere que el planificador describa el sistema de transporte en términos de su geometría, qué zona está conectada con cual y su nivel de servicio, qué tan bien están conectadas las zonas.

El sistema de transporte está formado por redes que representan los modos de transporte disponibles (automóviles, transporte urbano, metro,...). La descripción de la red es una abstracción de lo que actualmente existe y no necesariamente incluye todas las calles locales o calles colectoras, esto es: se desarrolla una descripción de la red para representar los viajes en cada modo de transporte considerado.

La geometría de la red incluye la numeración de las intersecciones, llamadas nodos. La numeración de los nodos permite identificar los segmentos entre ellos, denominados tramos o arcos. En las redes de transporte se pueden identificar grupos de tramos por donde pasan rutas específicas de transporte público. Esta descripción geométrica de la red muestra todas las posibles vías por las que puede realizarse los viajes entre zonas. Figura 4.4.

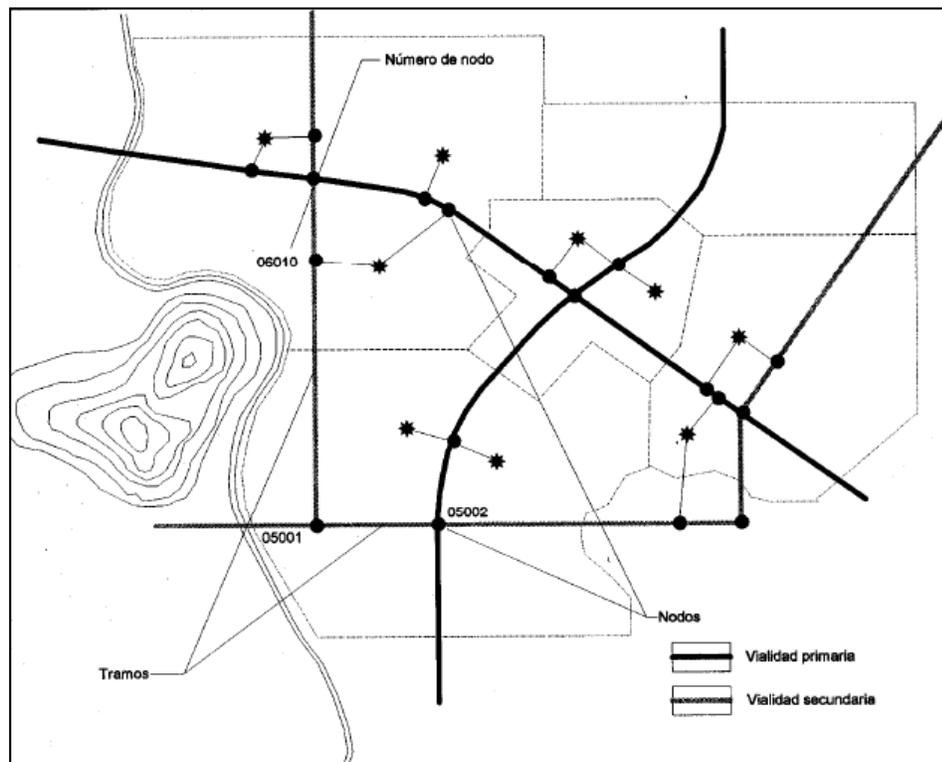


Figura 4.4. Ejemplo de red vial.

Fuente: El proceso de predicción de la demanda de viajes en la toma de decisiones de planeación urbana.

En la descripción de la red se identifican los centroides de zonas, centros de actividad; estos se conectan a los nodos por medio de arcos que se denominan conectores de centroides. Los centroides se dibujan como puntos desde los cuales se producen o atraen los viajes. Figura 4.5.

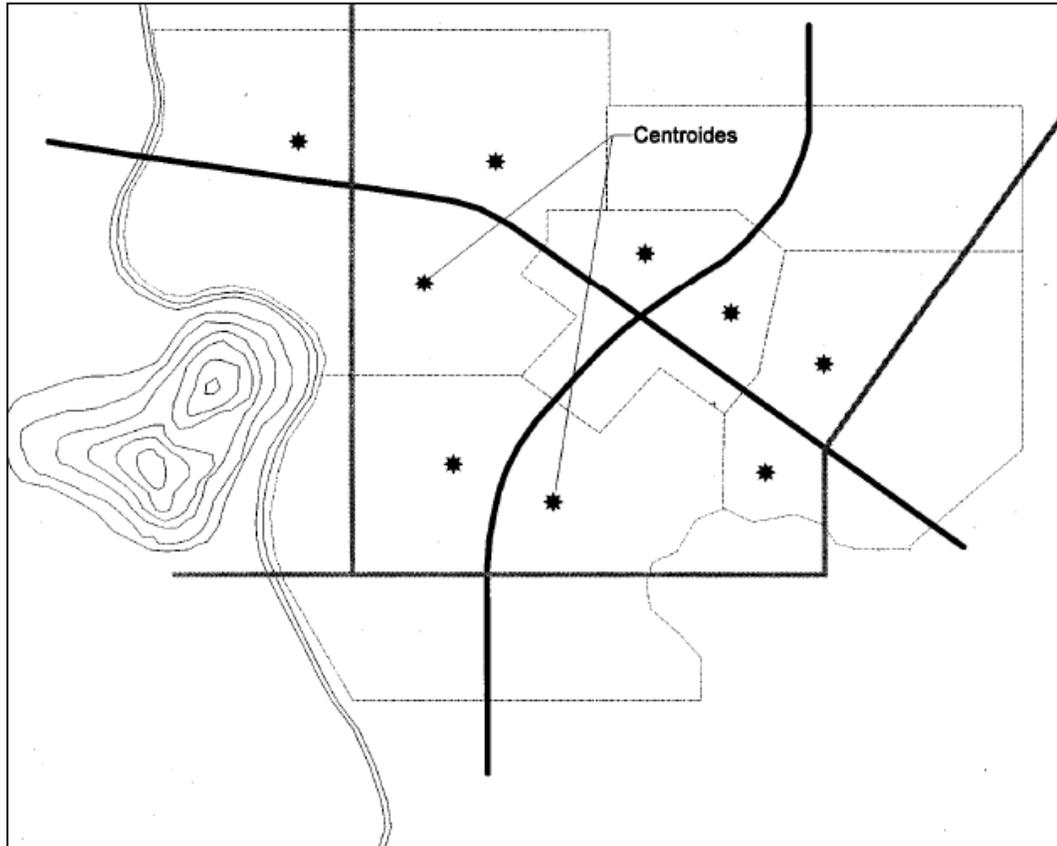


Figura 4.5. Ejemplo de centroides.

Fuente: El proceso de predicción de la demanda de viajes en la toma de decisiones de planeación urbana.

Con la descripción de la red vial en términos de cómo se puede viajar de un centroide a otro, es necesario cuantificar la facilidad con que se tiene acceso a un centroide o su nivel de accesibilidad.

La descripción de la red vial debe incluir parámetros que incluyan aspectos físicos como la longitud de tramo, el número de carriles en el tramo, velocidades en el tramo, tiempos de luz verde en semáforos y los tiempos para cruzar intersecciones o dar vuelta izquierda o derecha, con lo que es posible tener una clasificación de las vialidades.

Para la red de transporte público la descripción requiere de alguna información adicional con relación de las características del servicio, como son: itinerarios de las líneas, número de unidades, capacidad por unidad, tiempo entre unidades, costos de operación, etc.

Con estos parámetros de información de las redes vial y de transporte público, el planeador puede determinar la manera de cómo cada zona se conecta con el resto, en términos de tiempo y costo, por lo tanto el nivel de servicio que proporciona el sistema de transporte. Las mediciones de tiempo y costo se expresa usualmente en términos de la medición de la impedancia, la cual representa un costo generalizado del recorrido de un tramo.

La información sobre cómo, cuándo y a dónde viajan cotidianamente las personas. Esta información se estudia para determinar los factores que influyen sobre las personas para tomar las decisiones de viaje, de tal forma que los modelos puedan calibrarse y utilizarse para pronosticar el comportamiento de los viajes de las personas en el futuro, o bien, cómo se comportaran con un cambio en las condiciones actuales.

Las encuestas de origen – destino proporcionan suficiente detalle para conocer información relevante sobre los viajes, como lo son: medio de transporte utilizado, propósito del viaje y las características del viajero. Las encuestas domiciliarias proporcionan la información más completa y precisa para la estimación de los parámetros. Sin embargo, dado que la aplicación de estas encuestas requiere de altos recursos económicos, no se realizan grandes muestras. En ocasiones será conveniente que solamente se utilicen encuestas con un reducido número de muestras.

La decisión de utilizar viajes vehiculares o personales es una de las primeras que el viajero realiza. La decisión está directamente relacionada con los objetivos del pronóstico. A partir de la información de las entrevistas origen – destino se puede establecer un factor de ocupación del automóvil. Las áreas con un significativo flujo de transporte público, independientemente de la cantidad, requieren del desarrollo de modelos para cada uno de los modos de transporte público disponible.

4.2. GENERACIÓN DE VIAJES.

En la fase de generación de viajes lo más importante es conocer el número de extremos de viajes. Un extremo de viaje es indistintamente el inicio o final de éste. La generación de viajes es el proceso mediante el cual se predice el número de extremos de viajes.

Como existen varias estructuras alternativas generales para especificar los modelos de generación de viajes, el procedimiento de análisis de clasificación cruzada, que ha venido a ser ampliamente aceptado, será el que se utilice con éste propósito.

Gran parte de la investigación ha establecido un procedimiento para utilizar la clasificación cruzada en el análisis de la generación de viajes. El procedimiento aporta una estructura básica al modelo. Esta estructura puede modificarse para situaciones locales.

Existen estructuras separadas del modelo recomendado para cada tipo de viaje: producción de viajes, atracción de viajes y generación de viajes del interior al exterior.

El pronóstico de las producciones de viajes se base en la correlación de la realización de viajes y las características de los habitantes como: ingresos, disponibilidad de automóviles o tamaño de las familias.

En contraste la estructura del modelo de atracción de viajes se dirige hacia las actividades que pueden atraer las producciones de viajes. Estas actividades pueden ser de las familias, tiendas, oficinas, fábricas, etc.

El número de viajes atraídos a cierta actividad está relacionado con el tamaño de esa actividad.

Los viajes internos inician y terminan dentro de los límites del área de estudio. Generalmente del 80 al 90 % de los viajes totales del área corresponden a viajes internos, de tal manera que queda por analizar de un 10 a un 20 % de los viajes en el área. En el caso de áreas urbanas pequeñas los viajes externos alcanzan casi el 50%.

Existen varias formas de manejar los viajes del interior al exterior. La forma que se recomienda es agrupándolos de tal forma que se consideran producidos en la

frontera del área de estudio y atraídos hacia las zonas internas. El número de atracciones está en función el carácter de las actividades en la zona interna.

En la calibración del modelo de generación de viajes se busca que la relación que existe entre la cantidad de viajes y las variables que influyen en ellos. Sean de tal forma que puedan ser reproducidos para el año base.

4.3. DISTRIBUCIÓN DE VIAJES.

La distribución de viajes es el proceso mediante el cual se determina hacia cuál o cuáles zonas serán atraídos los viajes producidos por un zona en particular, o bien, los viajes producidos por cada zona se ligan con todas la zonas a las que son atraídos.

Existen distintos métodos para la distribución de viajes entre los que se encuentran:

- a) El método de Fratar (Fratar growth factor model).
- b) El método de intervención de oportunidades.
- c) El método de competencia de oportunidades.
- d) El método de gravedad.

El método de mayor uso es el método de gravedad.

El modelo de gravedad es una adaptación del concepto de Issac Newton al problema de distribución de viajes en un área urbana y debido a que es un concepto simple y que ha sido bien documentado es el de mayor uso.

El modelo de gravedad dice que el intercambio de viajes entre zonas es directamente proporcional a la atracción relativa de las zonas e inversamente proporcional a alguna función de la separación espacial entra las zonas.

$$V_{ij} = P_i \frac{\frac{A_j}{D_{ij}^b}}{\sum_{j=1}^n \frac{A_j}{D_{ij}^b}}$$

Donde:

- Vij Es el número de viajes producidos en la zona i y atraídos a la zona j.
- Pi Es el número de viajes producidos en la zona i.
- Aj Es el número de viajes atraídos a la zona j.
- Dij Es la separación espacial entre la zona i y j. Esta separación generalmente expresa el tiempo de viaje total entre zonas.
- b Es generalmente determinado empíricamente que expresa el efecto de la separación espacial entre zonas sobre el intercambio de viajes.
- i Indica la zona origen donde se producen los viajes.
- j Indica la zona destino a donde son atraídos los viajes.
- n Es el número total de zonas en el área.

El modelo establece que los viajes producidos en la zona origen se distribuyen hacia el resto de las zonas destino en función a su relativa accesibilidad. Así, la zona j atrae una porción de los viajes producidos en la zona i, de acuerdo a una comparación de su accesibilidad relativa con las de las zonas restantes.

En la práctica, el modelo de gravedad se aplica por separado a cada motivo de viaje, debido a que cada motivo de viaje tiene distintas características de distribución; una persona que va a trabajar desde una zona de la ciudad puede no recorrer esa misma distancia para ir de compras.

En las entrevistas origen – destino se encuentra disponible información verdadera con suficiente detalle y con la apropiada estabilidad estadística para realizar estimaciones confiables de algunos parámetros del modelo. Al respecto, las entrevistas domiciliarias producen la más completa y exacta información para calcular estos parámetros.

Se puede utilizar en los estudios de transporte pequeñas muestras de origen – destino que van desde el 0.1% al 1% de la población total del área, para calibrar el modelo de gravedad y desarrollar el total de los viajes. Las producciones y atracciones de viajes no pueden ser obtenidas sobre la base zonal en este tipo de entrevistas. Consecuentemente se deben hacer algunas suposiciones de cómo se distribuyen las producciones y atracciones de viajes sobre una base zonal. De cualquier forma, el uso de pequeñas muestras se considera útil solo para estudios generales y par la actualización de otros.

Una vez seleccionado el método se debe seleccionar lo que se va a distribuir, viajes de vehículos o viajes de personas; la respuesta está directamente relacionada tanto con los objetivos como con las necesidades del estudio y el tamaño del área involucrada.

También se debe decidir a cuántas y qué categorías de viajes se utilizarán en el estudio. Como regla general se recomienda tomar en consideración el número de viajes en cada categoría, además de la habilidad para estimar cada categoría de manera separada.

El tratamiento de los viajes que tienen uno o ambos extremos fuera del límite del área es opcional en este tipo de estudios, en su caso se deben manejar tres categorías:

- a) Viajes internos: Aquellos viajes que tienen ambos extremos dentro del límite del área de estudio.
- b) Viajes externos: Aquellos viajes con un extremo dentro y el otro fuera del límite del área.
- c) Viajes de paso: Aquellos viajes con ambos extremos fuera del límite del área de estudio.

4.4. USO MODAL.

En la etapa de uso modal se revisan las diferentes formas de transportarse o modos de transporte disponibles para desplazarse de una zona a otra. Con ello se pretende obtener el pronóstico de viajes para cada uno de esos modos.

Con el análisis del uso modal en el pronóstico de la demanda de viajes se puede establecer las necesidades de capacidad vial y de transporte público. Se pueden determinar el número de carriles necesarios en cada vía o el número de rutas y tamaño de la flota de transporte público. Se puede evaluar la medida en que debe mejorar el transporte público para que las personas decidan dejar su automóvil en casa y utilicen el transporte colectivo para realizar sus actividades diarias.

Además de analizar los costos y tiempos de recorrido es necesario evaluar la preferencia y la necesidad. Los factores que incluyen el tiempo y costo se agrupan en tres categorías: características del viajero, características de los viajes y características del sistema de transporte.

Los modelos que son usados después de la generación y antes de la distribución de viajes, son los modelos de uso modal de extremo de viaje, porque la fase de la generación de viajes proporciona los extremos de los viajes para su análisis. Este tipo de modelo rara vez se utilizan en el análisis del uso modal.

Los modelos que se utilizan después de la distribución de viajes son los llamados de intercambio de viajes. Los intercambios de viajes son obtenidos en la distribución de viajes, de tal forma que el análisis del uso modal aquí está basado en los intercambios de viajes entre pares origen – destino.

Los modelos de generación directa se emplean en los modos de transporte disponible, generalmente automóvil y transporte público. Los viajes generados por modo se distribuyen a sus destinos y se asignan a las redes de transporte público. Este enfoque es apropiado generalmente para áreas urbanas y sistemas de transporte pequeños.

Los procedimientos para desarrollar los modelos de generación directa son básicamente los mismos que los procedimientos de generación de viajes. También es posible utilizar aquí la clasificación cruzada de la misma forma que en la generación de viajes totales, excepto cuando se incluya alguna consideración para la accesibilidad al modo de transporte público u otro que no sea el automóvil.

4.5. ASIGNACIÓN DE VIAJES.

La asignación de viajes es el proceso mediante el cual se estiman las rutas y los volúmenes de viajes de cada elemento del sistema de transporte. Es este proceso se pueden simular volúmenes en el sistema existente o se les puede pronosticar en sistemas alternativos futuros. Los resultados incluyen velocidades y volúmenes de tránsito sobre la red vial, tiempos de recorrido entre zonas, número de usuarios del transporte público clasificado por rutas, entre otros.

Con la asignación de viajes se pueden desarrollar y probar sistemas alternativos de transporte. También se pueden analizar alternativas de localización de nuevos desarrollos y sus impactos con el sistema vial y de transporte ya existentes.

Se requiere hacer una representación gráfica del sistema actual de transporte para ser procesada por una aplicación de cómputo. Esta red de transporte debe de ser revisada y validada para asegurar que representa adecuadamente al sistema real.

Es posible realizar el desarrollo de la red del sistema conjuntamente con la etapa de generación de viajes. Es conveniente dividir esta etapa del proceso en varias partes. Las etapas típicas en el desarrollo de la red del sistema de transporte son:

- a) Inventario de la red vial y la red de transporte urbano.
- b) Las zonas y los centroides.
- c) Definición de la red vial.
- d) Nodos y arcos.
- e) Conectores de centroide.
- f) Codificación de la red.
- g) Consistencia de la red.

a) Inventario de la red vial y la red de transporte urbano.

Se debe obtener información respecto a capacidad, números de carriles por sentido de circulación, velocidades máximas y ubicación de semáforos de la red vial actual. Con esta información se clasifican las vialidades de acuerdo con su capacidad, nivel de servicio o el o los criterios con los que se deseen clasificar.

Del sistema de transporte urbano se debe obtener información relacionada con el número de rutas, número de unidades por ruta, capacidad de las unidades, itinerarios de ruta y frecuencia de paso por ruta.

b) Las zonas y los centroides.

Al definir el área de estudio está se divide en varios distritos que a su vez se subdivide en zonas mas pequeñas. Los criterios para esta división deben estar basados en las Áreas Geográficas y Estadísticas Básicas y áreas de planeación urbana. Como regla general las zonas son delimitadas por las vialidades que están incluidas en la red de transporte.

El proceso de asignación de viajes supone que es posible “cargar” todos los viajes en un solo punto definido de cada zona. El punto de carga para cada zona se denomina centroide y se localiza en el centro de actividad de la zona. Para una zona totalmente residencial el centroide puede coincidir con el centro de gravedad poblacional de la zona. Figura 4.6.

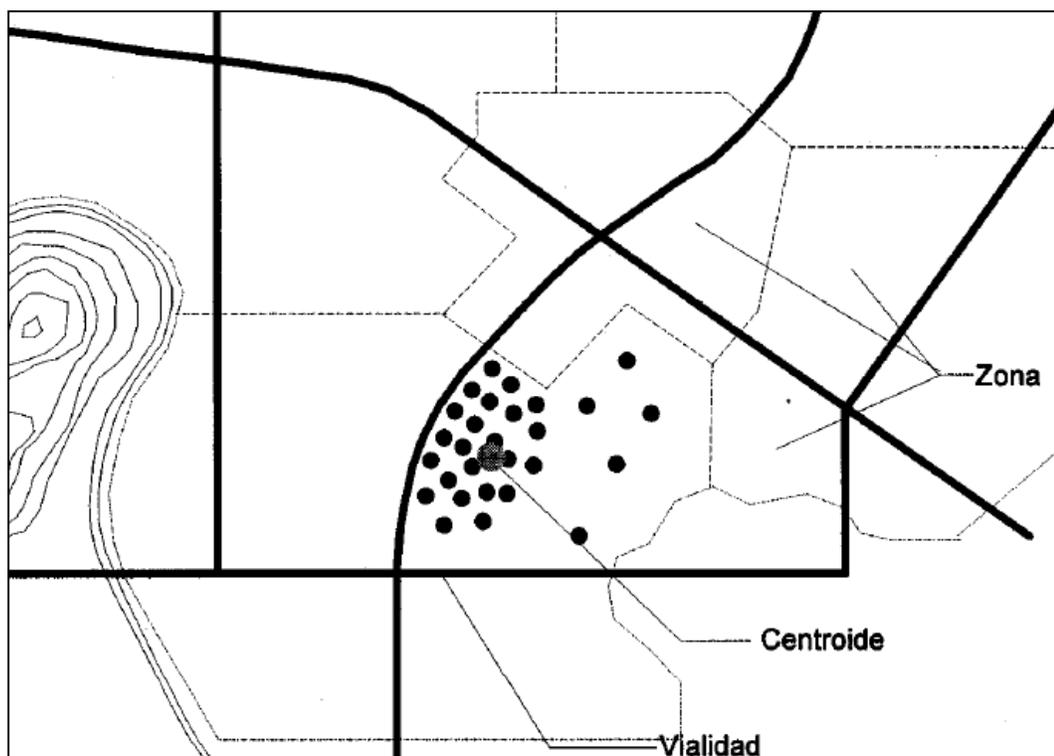


Figura 4.6. Ubicación de centroides.

Fuente: El proceso de predicción de la demanda de viajes en la toma de decisiones de planeación urbana.

Para zonas de uso de suelo mixto la ubicación del centroide se base en el número de extremos de viajes esperados para cada uso.

c) Definición de la red vial.

Se debe razonar y conocer con detalle con es utilizada la red con el propósito de seleccionar cuales son las vialidades que definen adecuadamente la red. En este paso se requiere elaborar un plano de clasificación de vialidades, de volúmenes de tránsito, de capacidades de las vialidades, además de un conocimiento del área.

La clasificación funcional de las vialidades juega un papel importante en la definición de la red. Por ejemplo, en áreas muy grandes la red puede estar formada por viaductos y arterias principales, mientras que para áreas pequeñas es necesario incluir calles colectoras. La decisión sobre las vialidades que se deben incluir está basada en los requerimientos de información y costo. Para una planeación rápida, económica y esquemática, se desarrolla una red muy burda; para estudios de tránsito en pequeñas áreas, el nivel de detalle de la red puede aumentarse.

Un síntoma que evidencia el número exagerado de vialidades en la red, es que el volumen de tránsito en la red es menor que el actual y viceversa.

d) Nodos y tramos (arcos).

La representación de la red vial contiene nodos y tramos. Los nodos están representados por puntos que representan las intersecciones de las vialidades de la red. Para poder hacer referencia a los nodos se les asigna un identificador (normalmente un número). Es recomendable que el identificador sea un número de cinco dígitos, en el que los dos primeros indican el distrito y los restantes son números consecutivos. El número de nodos corresponde al número total de intersecciones de la red. En algunas aplicaciones electrónicas de simulación se pueden digitalizar los nodos de tal forma que es posible obtener sus coordenadas y como consecuencia calcular de manera precisa la longitud de los tramos.

A cada nodo se le asocia información que describe el comportamiento de la intersección. El tiempo para cruzar o dar vuelta en una esquina son los parámetros que se le asigna a cada nodo. Esta información, comúnmente se le denomina castigo de intersección. La posibilidad de asociar esta información depende de la aplicación que se esté usando.

Los tramos (arcos), son segmentos de vialidad que se delimitan por un nodo en cada extremo. También a cada tramo de la red se le asocia información que define las características de servicio con las que opera, lo ubica en la red y diferencia del resto de los tramos. Figura 4.7.

Las características que describen un tramo y definen su nivel de servicio, como es de esperarse estas influyen directamente en los resultados de la información. Estas normalmente son: longitud de tramo, número de carriles por sentido, velocidad y tipo de vialidad.

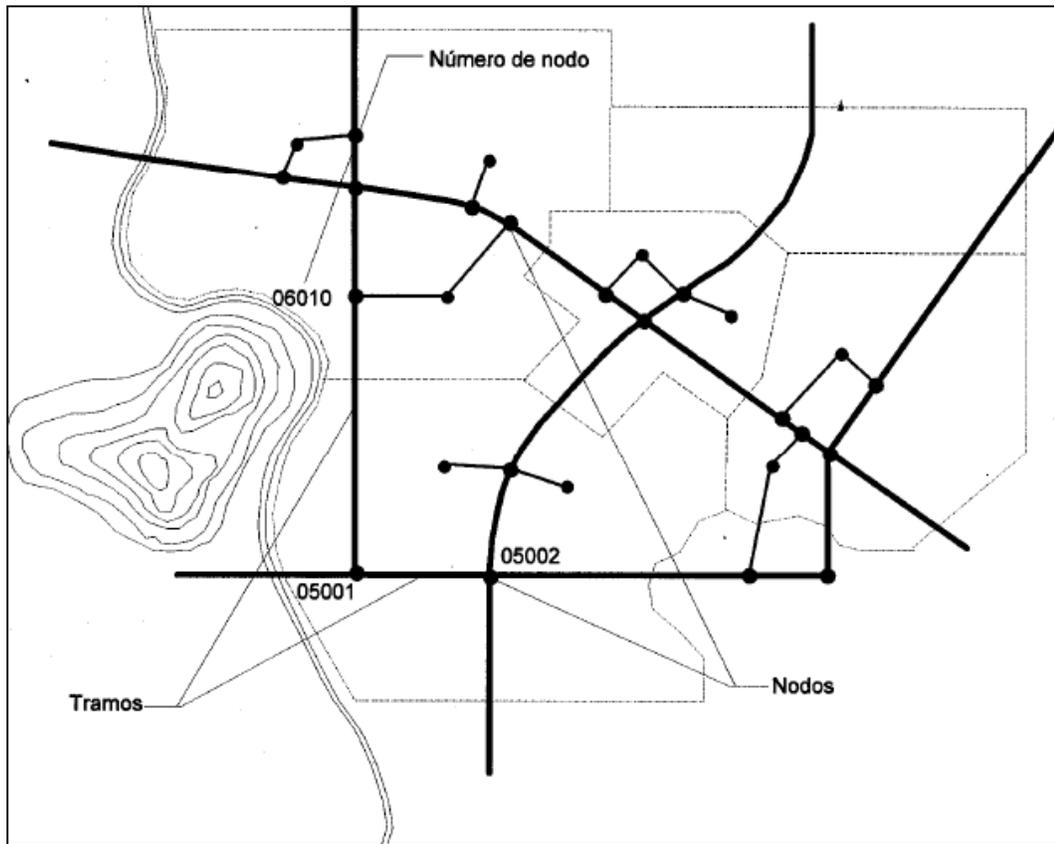


Figura 4.7. Nodos y tramos.

Fuente: El proceso de predicción de la demanda de viajes en la toma de decisiones de planeación urbana.

e) Conectores de centroide.

Los conectores de centroide son vialidades virtuales que se utilizan para conectar los centroides con la red vial. Son segmentos de vialidades delimitados por un centroide en un extremo y un nodo en el otro, no necesariamente siguen la traza de las vialidades reales pero sí su comportamiento. Figura 4.8.

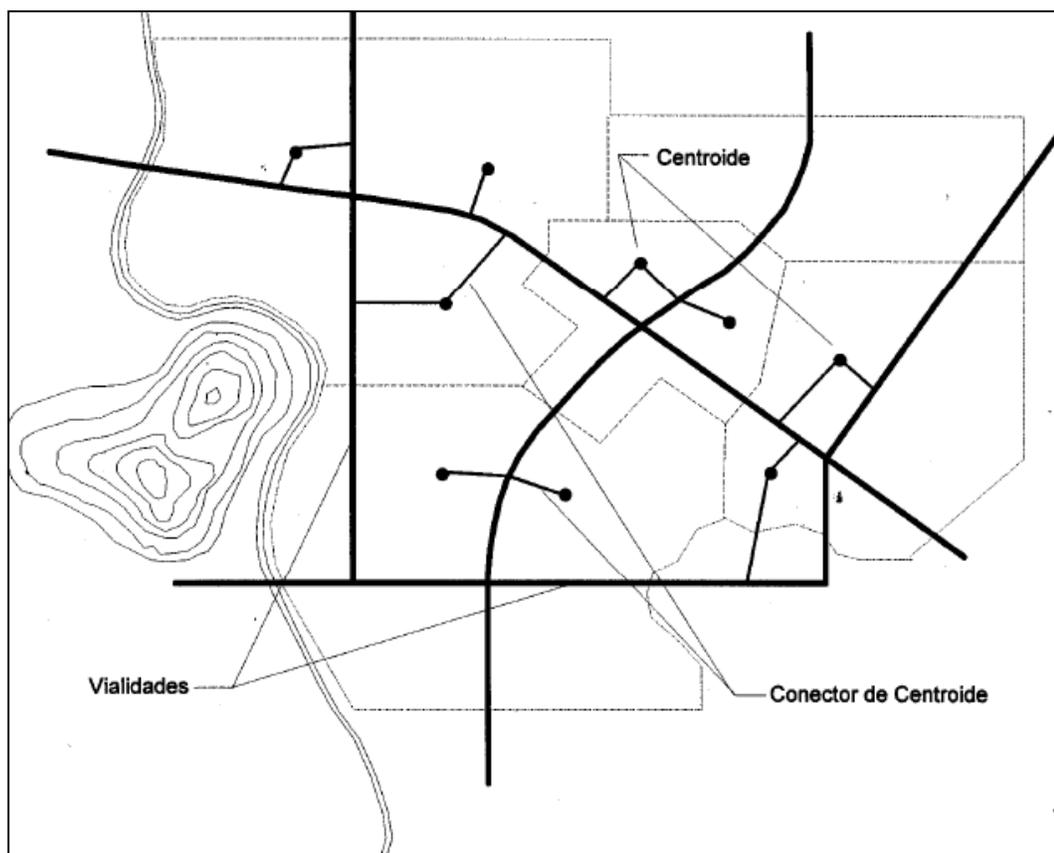


Figura 4.8. Conectores de centroide.

Fuente: El proceso de predicción de la demanda de viajes en la toma de decisiones de planeación urbana.

f) Codificación de la red.

La información que describe la red se codifica de tal forma que pueda ser procesada por una aplicación para computadora. Esta codificación está condicionada a las especificaciones propias de la aplicación para la simulación que se pretende utilizar. En el manual de uso normalmente se acompañan los formatos de entrada y salida de información requeridos. Se recomienda que se analice ampliamente a fin de disponer la información según los requerimientos del programa.

g) Consistencia de la red.

Es común que durante el proceso de codificación se generen errores de captura y/o cambio u omisión de la información. Se debe considerar dentro del proceso de asignación la verificación de la red para localizar y corregir estos errores. La verificación de la consistencia se refiere a una revisión exhaustiva de la información de

la red almacenada en el banco de datos de la aplicación de la simulación. Los errores mas comunes son:

1. Valores de velocidad o longitud de tramo equivocados.
2. Omisión de tramos en la red.
3. Inclusión de tramos no existentes.
4. Número de carriles erróneo.
5. Sentido del tramo invertido.
6. Exagerado valor para los castigos de intersección

La forma más efectiva para localizar errores es realizar una asignación y comparar los volúmenes de tránsito resultante con la información real. Un comportamiento anormal en algún tramo es evidencia de que existe un error en la información que lo describe.

Una vez corregidos los errores se realizan asignaciones de prueba, utilizando la información de viajes observados con el propósito de verificar si el modelo de red la representa adecuadamente. Esta prueba se hace en varios niveles; en una revisión se hace un análisis de los volúmenes de los viajes obtenidos entre distritos contra los volúmenes de viajes observados. Si los resultados son razonables la red cumple con la prueba, si no es así el se deben realizar los ajustes necesarios en la red hasta que se cumpla con esta prueba. Otra revisión se hace al comparar los tiempos de recorrido y velocidades obtenidas contra las observadas. Esta observación es un buen indicador de qué tan bien se describe la red en el modelo. Finalmente una revisión en el volumen de tránsito asignado contra el observado proporciona evidencia de que la asignación en general corresponde con la realidad.

Aunque existen varias técnicas para la asignación de viajes, las que regularmente se utilizan son:

- a) Asignación de trayectorias mínimas.
- b) Asignación en trayectorias mínimas a capacidad restringida.

El proceso de asignación permite encontrar las trayectorias o rutas que probablemente seguirán los viajes. Mediante la asignación es posible calcular las impedancias (los tiempos de recorrido, los costos y las distancias), entre cada par de zonas. Las impedancias definen rutas preferentes o principales (las de menor
Pronóstico de la demanda de viajes

impedancia) que son utilizadas antes que las otras durante la asignación. Aún cuando se apliquen diferentes técnicas de asignación, en términos generales las rutas de menor impedancia son las mismas.

a) Asignación de trayectorias mínimas.

La técnica de asignación de trayectorias mínimas supone que el viajero desea realizar sus viajes utilizando la ruta menor, esto es: la de menor impedancia. El trabajo se reduce a aplicar el algoritmo de la ruta crítica o árbol mínimo para definir las rutas preferentes. Al aplicar el algoritmo, se desarrollan las trayectorias mínimas desde cada zona hacia el resto de las zonas. A esta técnica también se le conoce como “asignación de todo o nada” debido a que todos los viajes se asignan en las rutas de trayectorias mínimas y no se asigna nada al resto de las rutas. El resultado es una estimación de los volúmenes de tránsito en la red. Este método generalmente provoca que a algunos tramos se les asigne mayor volumen de tránsito que la capacidad que posee, dado que no existe ninguna restricción al respecto, es decir solo se considera la velocidad y la longitud de los tramos para realizar la estimación de tiempos de recorrido.

b) Asignación en trayectorias mínimas a capacidad restringida.

La restricción de la capacidad surge del hecho de que existe una relación inversa entre la velocidad y el volumen de tránsito; a mayor volumen menor velocidad y a menor volumen mayor velocidad, lo que afecta directamente los tiempos de recorrido estimados.

Puesto que en el proceso de asignación, se asignan los viajes de acuerdo con las impedancias consideradas, se ideó la manera de incluir a la capacidad de cada tramo como una impedancia más a observar en el proceso. Este criterio se denomina capacidad restringida, el cual pretende equilibrar el volumen asignado con la capacidad de la vialidad.

Una forma de restringir la capacidad en las vialidades es realizar el proceso de asignación en varias iteraciones. Se realiza la asignación correspondiente y para la siguiente se intercambian los tiempos de recorrido anteriores con los obtenidos en esa iteración de tal forma que en cada iteración los tiempos de recorrido calculados son mayores reflejando así la restricción en la capacidad.

Los métodos de equilibrio que actualizan los tiempos de viaje, se definen como descripciones matemáticas las relaciones existentes entre el tiempo de viaje y volumen. Este es el caso de la expresión BPR (Bureau of Public Roads), está es una de las funciones más utilizadas para describir la relación entre volumen y demora.

$$t_i = t_{fi} \left[1 + \alpha \left(\frac{v_i}{c_i} \right)^\beta \right]$$

t_i ,	tiempo de viaje del arco i.
t_{fi} ,	tiempo de viaje a flujo libre en el arco i.
α ,	parámetro de calibración.
v_i ,	flujo del arco i.
c_i ,	capacidad del arco i.
β ,	parámetro de calibración.

Para calibración de los parámetros a y b se utilizan valores iniciales, 0.15 y 4.00 respectivamente, valores que deben ajustarse durante el procesamiento de datos obtenidos en campo de manera que los resultados de la expresión representen los flujos observados sobre la red vial

5. DESARROLLO DEL MODELO.

Teniendo como antecedente los estudios “Estimación de la demanda de transporte en la ciudad de San Juan del Río”⁶ y “Medición y análisis del volumen de tránsito en las principales vialidades del ciudad de San Juan del Río”⁷, realizados por el Centro Queretano de Recursos Naturales en diciembre de 2006, se desarrolló el modelo de la red vial para pronosticar la demanda de viajes en 2012 en esta ciudad.

Para desarrollar este modelo se aplicó el proceso de predicción de viajes que se compone de cuatro etapas.

- a) La generación de viajes.
- b) La distribución de viajes.
- c) El uso modal.
- d) La asignación de viajes.

Para la realización de las tres primeras etapas este trabajo se apoyo en los estudios realizados por el Centro Queretano de Recursos Naturales antes mencionado.

De estos estudios podemos conocer los límites del área de estudio, la zonificación, los mapas de producción y atracción de viajes y la matriz de origen – destino; también contiene datos de aforos en las vialidades de mayor importancia.

Las etapas de generación de viajes, distribución de viajes y uso modal, requieren la inversión de una gran cantidad de tiempo y recursos; ya que implican realización de encuestas, captura de información, verificación de datos y calibración y validación del modelo de distribución de viajes; en donde el principal resultado que se requiere como dato en la etapa de asignación de viajes es la matriz de origen – destino. Este trabajo ya fue desarrollado en los estudios realizados por el Centro Queretano de Recursos Naturales en 2006 y 2007. Sin embargo es necesario verificar si esta información puede ser utilizada como base, y en su caso, determinar el procedimiento de actualización para el 2012.

⁶ TOMO XI, ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA DE TRANSPORTE EN LA CIUDAD DE SAN JUAN DEL RÍO.

⁷ TOMO XIII, MEDICIÓN Y ANÁLISIS DEL VOLUMEN DE TRÁNSITO EN LAS PRINCIPALES VIALIDADES DEL CIUDAD DE SAN JUAN DEL RÍO.

Para verificar que la matriz de origen – destino obtenida en los estudios que sirven de punto de partida a este trabajo se revisó:

- Si la traza de la red vial y sus características no hubieran variado significativamente. Oferta vial.
- Si el área y la zonificación no hubieran cambiado significativamente. Demanda vial.

En estas actividades se determinó que las características principales de la oferta y la demanda vial no han variado significativamente por lo que el uso de la información del estudio base puede ser utilizada actualizando la información que ha cambiado e incorporarla al modelo para la asignación de viajes.

5.1. OFERTA VIAL.

Para verificar la oferta vial se comparó la red vial utilizada en los estudios base y la traza vial actual, para tal efecto se recabó información de la red vial actual, de la cartografía editada por el INEGI, de imágenes de satélite y de recorridos físicos del sitio, realizando un inventario vial. En el ANEXO 3 se presenta el inventario para las vialidades principales que un extracto del inventario que se realizó de la red de análisis.

5.1.1. CARTOGRAFÍA Y CARACTERÍSTICAS VIALES.

Teniendo en cuenta que para la asignación de viajes se utilizará la aplicación TransCAD, se recabó en el INEGI el conjunto de datos vectoriales más reciente para la traza urbana. La traza urbana más reciente editada por el INEGI en este formato corresponde al 2009, por lo que apoyándose en imágenes de satélite y fotografías contenidas en la aplicación Google Earth, así como en recorridos físicos, se verificó y en su caso se actualizó a la red actual existente.

El formato en el que el INEGI edita el conjunto de datos vectoriales es compatible con los formatos que requiere el TransCAD para alimentar la información gráfica de la red vial.

Teniendo actualizada la red vial se comparó con la que existía cuando se realizaron los estudios base. En general la red vial no ha cambiado observando

algunos cambios que se consideró no han modificado significativamente la operación de ésta.

Verificada la información geométrica de la red vial se procedió a identificar la red vial principal y las características viales en el TransCAD. Con este propósito se declararon cuatro campos: Dir, Jer, Carr_AB y Carr_BA y que se describen en la tabla 5.1. Con estos valores y aplicando los conceptos de capacidad vial se pueden calcular los valores de capacidad vial para cada arco, que se definen: Capacidadxcarril, CapacidadTotal_AB, CapacidadTotal_BA, VelocidadFF, Time. Estos campos son requeridos por la aplicación TransCAD, para poder ejecutar la de asignación de viajes y la estimación de la matriz OD actualizada.

CAMPO	DESCRIPCIÓN	VALORES
Dir	Indicador de la dirección del tránsito.	0 - si es doble sentido.
		1 - si el sentido corresponde con la dirección del dibujo del arco.
		-1 - si el sentido es contrario con la dirección del dibujo del arco.
Jer	Jerarquía	0 - vialidad local.
		1 - vialidad principal.
		2 - vialidad secundaria.
		3 - vialidad local con función de vialidad secundaria.
Carr_AB	Número de carriles en el sentido del arco dibujado.	Número de carriles.
Carr_BA	Número de carriles en el sentido contrario al arco dibujado.	Número de carriles.
Capacidadxcarril	Capacidad del carril en vehículos por hora.	1200 vehículos por hora por carril, en vialidades primarias.
		1000 vehículos por hora por carril, en vialidades secundarias.
		800 vehículos por hora por carril, en vialidades locales con función de vialidad secundaria.
CapacidadTotal_AB	Capacidad de la vialidad en vehículos por hora en el sentido del arco dibujado = (Carr_AB x Capacidad por carril).	Vehículos por hora.
CapacidadTotal_BA	Capacidad de la vialidad en vehículos por hora en el sentido del arco dibujado = (Carr_BA x Capacidad por carril).	Vehículos por hora.

CAMPO	DESCRIPCIÓN	VALORES
VelocidadFF	Velocidad a flujo libre, en km/h (velocidad de diseño de la vialidad)	80, en vialidades primarias.
		60, en vialidades secundarias.
		40, en vialidades locales con función de vialidad secundaria.
Time	Tiempo en minutos calculado para los arcos aforados.	Tiempo.

Tabla 5.1. Campos para codificación de información en la aplicación TransCAD.

El proceso de verificación de la red vial requiere se revise que los arcos estén conectados tal como en la red real, es decir, en donde exista una intersección a nivel debe verificarse un nodo y si esta intersección no se realiza a nivel no debe de existir un nodo.

En el caso de la red vial de San Juan del Río, como sucede en la red de la mayoría de las ciudades en México, existen vialidades con características de vialidad local pero su función es de vialidad secundaria porque son la única opción para comunicar las diferentes zonas.

El TransCAD contiene herramientas para verificar gráficamente si la información fue capturada correctamente, en figura 5.1 muestra la red identificando la jerarquía de las vialidades y en la figura 5.2 se puede observar la red de análisis indicando el número de carriles. El modelo considera vialidades primarias y secundarias por ser la red que el análisis del pronóstico de la demanda determinará los tramos que requieren de alguna acción en la infraestructura vial.

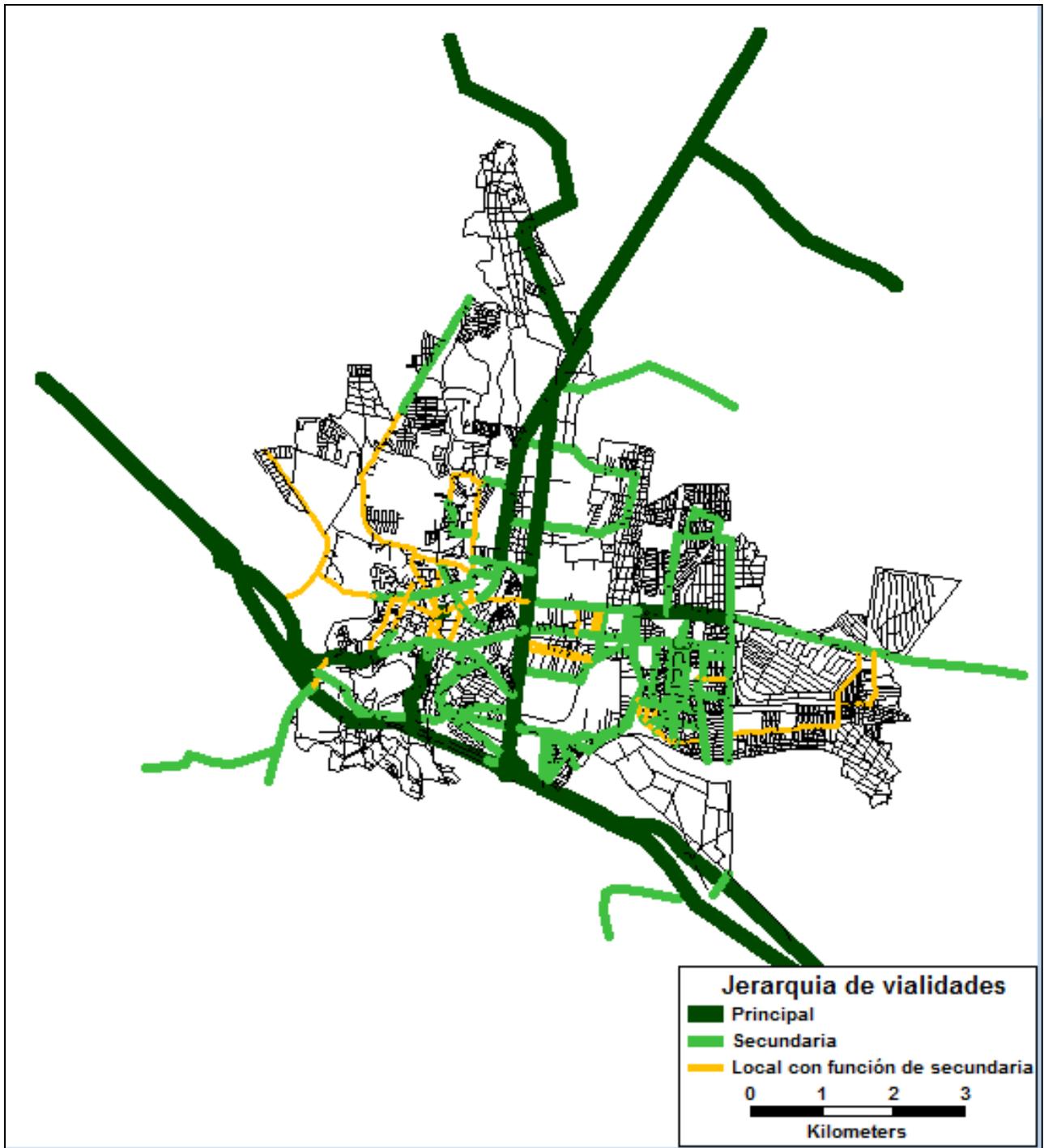


Figura 5.1. Red vial clasificada por jerarquías.

Fuente: Modelo de la red vial de San Juan del Río, Qro., generado en TransCAD.

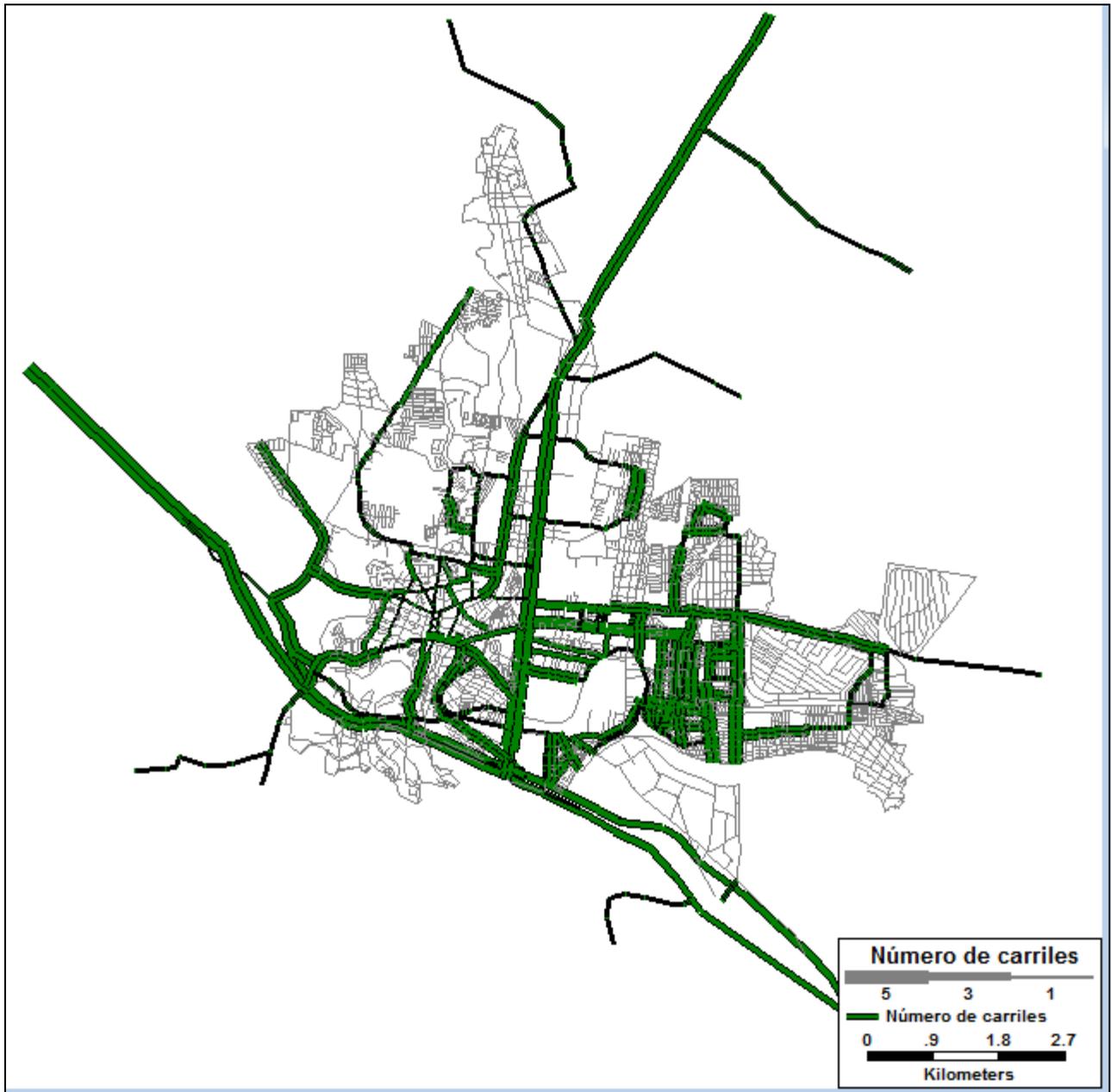


Figura 5.2. Red vial de análisis indicando el número de carriles.
 Fuente: Modelo de la red vial de San Juan del Río, Qro., generado en TransCAD.

5.2. DEMANDA DE VIAJES.

La demanda de viajes está representada por la matriz de origen – destino, que es uno de los resultados de las primeras tres etapas del proceso de predicción de la demanda de viajes.

Es razonable pensar que la demanda de viajes tenga variación con relación al tiempo, una forma de conocer la demanda de viajes es con la aplicación de encuestas origen – destino y aplicar el proceso de la predicción de la demanda. Otra manera de obtener la actualización de esta matriz, es suponer que el comportamiento de la demanda no ha variado y partir de la matriz origen – destino que contiene el estudio base, y que su variación es proporcional a la variación del tránsito en la zona; en el caso que nos ocupa podemos partir de esta última hipótesis ya que la red vial no tiene variaciones importantes. Por otro lado, comparando la zonificación del estudio base con el conjunto de datos vectoriales recabados en el INEGI, se observa que las AGEBS no presentan variaciones mayores y que se conservan para el censo de población y vivienda del 2010. Con esto se puede concluir que la generación, distribución y uso modal se conservan.

Una vez validado el uso de la matriz origen – destino con base en la variación del tránsito es necesario realizar aforos para obtener el valor de esta variación.

Un aspecto importante a considerar es que en el estudio base, la matriz origen – destino considera volúmenes diarios al igual que los estudios de tránsito, sin embargo la revisión y en su caso el diseño de infraestructura requiere analizar los volúmenes máximos horarios y por lo que se deben afectar por un factor para obtener el volumen horario de proyecto y cuyo valor para este trabajo se estimó en 10% del tránsito diario promedio anual (TDPA) que está basado en los datos viales que anualmente edita la S.C.T., ver la tabla 5.2.

CARRETERA FEDERAL LIBRE 120, SAN JUAN DEL RÍO - XILITLA

AÑO	ESTACIÓN DE AFORO	KM	K'
2006	T. DER. LIBRAMIENTO DE SAN JUAN DEL RIO	5.2	0.181
2007	T. DER. LIBRAMIENTO DE SAN JUAN DEL RIO	5.2	0.088
2008	T. DER. LIBRAMIENTO DE SAN JUAN DEL RIO	5.2	0.082
2009	T. DER. LIBRAMIENTO DE SAN JUAN DEL RIO	5.2	0.082
2010	T. DER. LIBRAMIENTO DE SAN JUAN DEL RIO	5.2	0.075
2011	T. DER. LIBRAMIENTO DE SAN JUAN DEL RIO	5.2	0.099
PROMEDIO			0.10

Tabla 5.2. Factor para determinar el volumen horario de proyecto a partir del aforo semanal y el tránsito promedio anual.

Fuente: S.C.T.

5.2.1. ESTUDIOS DE TRÁNSITO.

Para la actualización del estudio de tránsito se realizaron aforos y recorridos en automóvil por las vialidades principales.

a) Aforos.

Se efectuaron cuatro aforos en sitios que corresponden a las estaciones maestras declaradas en el estudio base, tabla 5.3

ESTACIÓN	VIALIDAD	ENTRE
1	Tecnológico	Paseo Central y San Rafael
2	Central	Av. Juárez y Río San Juan
3	Río Moctezuma	Paseo Central y Monte Dakota
4	Lomas de San Juan	Montes Pirineos y Monte Dakota
5	Universidad	Río Congo y Río Claro
6	Constituyentes	1 Poniente y 2 Poniente
7	Pablo Cabrera	Av. Hidalgo y Álvaro Obregón
8	20 de Noviembre	5 de Mayo y Francisco Javier Mina

ESTACIÓN	VIALIDAD	ENTRE
9	Ayuntamiento	Ave María y Zaragoza
10	Corregidora	Av. Juárez y San Rafael
11	Juárez Centro	16 de Septiembre y Zaragoza
12	Hidalgo Sur	Av. Juárez y Fernando de Tapia
13	Hidalgo Centro	Av. Juárez y Roberto Ruiz Olloqui

Tabla 5.3. Estaciones maestras.

Fuente: TOMO XIII, Medición y análisis del volumen de tránsito en las principales vialidades de la ciudad de San Juan del Río.

Las estaciones aforadas en 2012 fueron las indicadas en la tabla 5.4

ESTACIÓN	VIALIDAD	ENTRE	DIRECCIÓN
2	Av. Central	Av. Juárez y Río San Juan	SUR - NORTE
2	Av. Central	Av. Juárez y Río San Juan	NORTE - SUR
3	Av. Río Moctezuma	Paseo Central y Monte Dakota	ORIENTE - PONIENTE
5	Av. Universidad	Río Congo y Río Claro	PONIENTE - ORIENTE

Tabla 5.4. Estaciones aforadas en 2012.

Fuente: Aforo, 25 de abril de 2012.

Comparando los valores aforados con los del estudio base se determinó un incremento promedio de un 10%. Es necesario mencionar que las avenidas Río Moctezuma y Av. Universidad en 2006 tenían doble sentido, en el 2012 esta condición ha cambiado teniendo cada una un sentido de circulación conformando ambas un par vial.

Para determinar la variación en los volúmenes de tránsito, también se cuenta con los aforos en la carretera federal libre 120 que son editados por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes anualmente, ver figura 5.3, aquí el incremento promedio es del 12%; la estación de aforo consultada se localiza en el km 5.2 de la carretera federal libre 120, San Juan del Río – Xilitla, ver figura 5.4

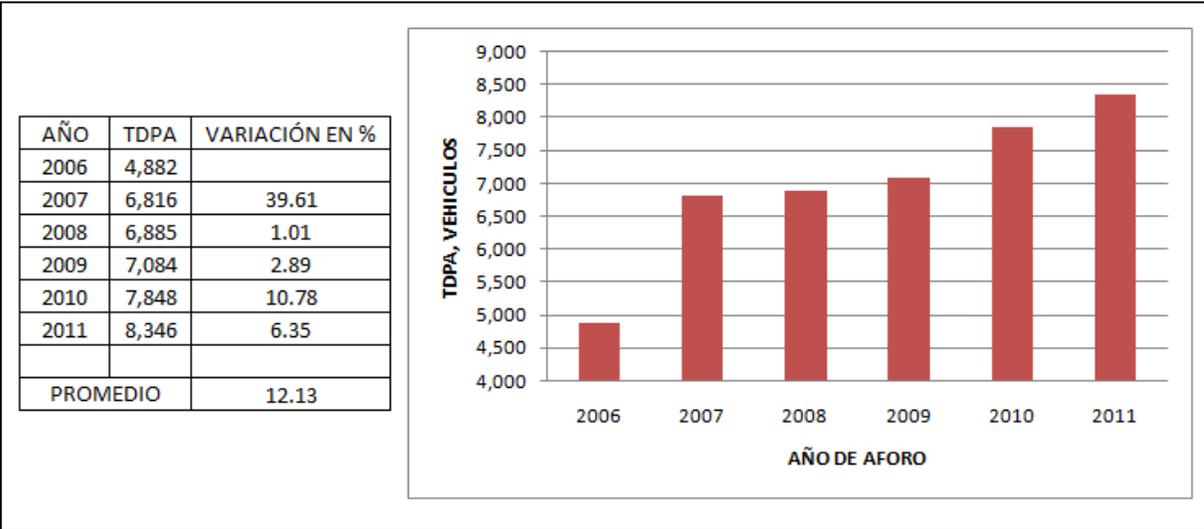


Figura 5.3. Variación del volumen de tránsito vial 2006 – 2011, carretera federal libre 120.
Fuente: S.C.T.

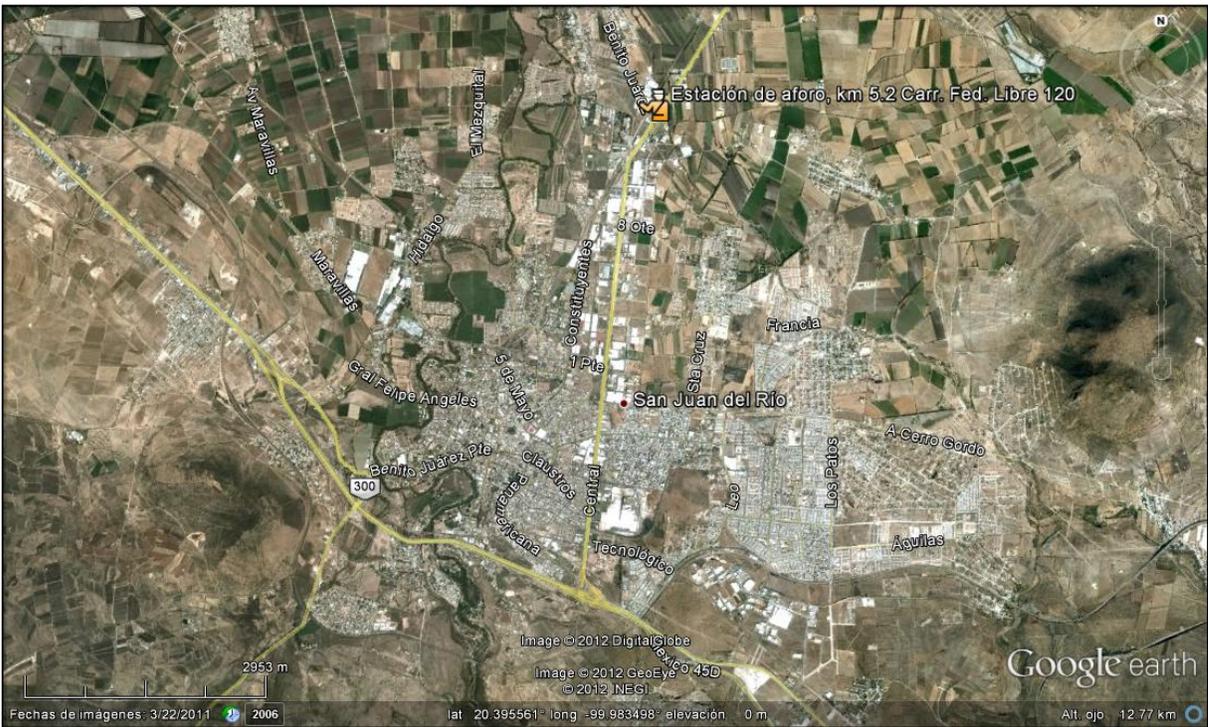


Figura 5.4. Ubicación de la estación de aforo de la carretera federal libre 120.
Fuente: IMAGEN: GOOGLE EARTH. LOCALIZACIÓN DE LA ESTACIÓN: S.C.T.

Para determinar la variación del tránsito vehicular se cuenta con los datos del Sistema Estatal y Municipal de Bases de Datos, SIMBAD, que el INEGI edita de forma anual; de la información disponible se utilizó el campo de total de vehículos registrados en el municipio, en este caso el incremento promedio fue del 14%. Figura 5.5.

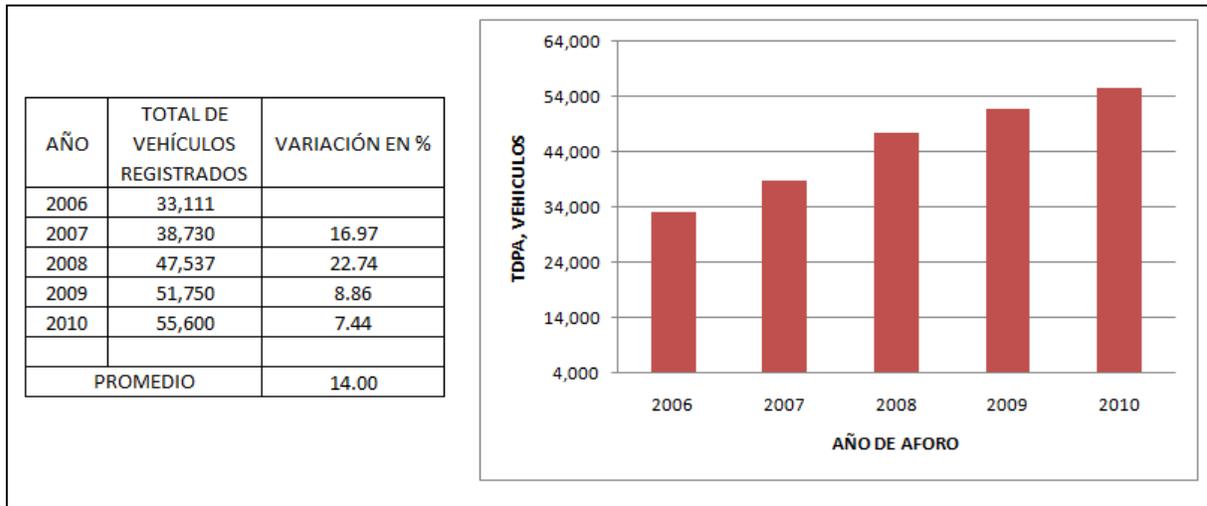


Figura 5.5. Variación del total de vehículos registrado en el municipio 2006 – 2010.
Fuente: INEGI.

Basados en la información anterior se considera que la variación del volumen de tránsito del 2006 al 2012 es del 12% y recordando que se considero un factor del 10% del volumen diario para obtener el volumen horario de proyecto se calcularon los valores de tránsito para las 13 estaciones que se propusieron en el estudio base, ver. tabla 5.5.

Esta tabla toma en consideración los ajustes en los sentidos de circulación que presentan las vialidades, que fueron en la Av. Río Moctezuma, Av. Universidad y Av. Juárez Centro.

Los datos de esta tabla se usarán para validar el modelo, en su momento; por lo que deben de incorporarse al modelo, para este efecto se declaran dos campo adicionales en la base de datos: Aforo_BA y Aforo_BA. Tabla 5.6.

ESTACIÓN	VIALIDAD	ENTRE	VOLUMEN DIARIO 2007		VOLUMEN DIARIO 2012 2007 * 12%		VOLUMEN HORARIO 2012 10 % DE VOLUMEN DIARIO		VOLUMEN HORARIO 2012 10 % DE VOLUMEN DIARIO CON SENTIDOS VIALES	
			AB	BA	AB	BA	AB	BA	AB	BA
1	Tecnológico	Paseo Central y San Rafael	10,016	9,922	11,218	11,113	1,122	1,111	1,122	1,111
2	Central	Av. Juárez y Río San Juan	19,033	19,524	21,317	21,867	2,132	2,187	2,132	2,187
3	Río Moctezuma	Paseo Central y Monte Dakota	11,749	12,348	13,159	13,830	1,316	1,383		2,494
4	Lomas de San Juan	Montes Pirineos y Monte Dakota	6,495	6,680	7,274	7,482	727	748	727	748
5	Universidad	Río Congo y Río Claro	10,641	10,504	11,918	11,764	1,192	1,176	1,982	
6	Constituyentes	1 Poniente y 2 Poniente	9,708	9,230	10,873	10,338	1,087	1,034	1,087	1,034
7	Pablo Cabrera	Av. Hidalgo y Álvaro Obregón	7,051	7,599	7,897	8,511	790	851	790	851
8	20 de Noviembre	5 de Mayo y Francisco Javier Mina		6,442		7,215		722		722
9	Ayuntamiento	Ave María y Zaragoza	8,888		9,955		995		995	
10	Corregidora	Av. Juárez y San Rafael		6,392		7,159		716		716
11	Juárez Centro	16 de Septiembre y Zaragoza	7,331	11,635	8,211	13,031	821	1,303		1,303
12	Hidalgo Sur	Av. Juárez y Fernando de Tapia	15,411		17,260		1,726		1,726	
13	Hidalgo Centro	Av. Juárez y Roberto Ruiz Olloqui		8,864		9,928		993		993

Tabla 5.5. Volúmenes de tránsito calculado para las estaciones del estudio base, 2012.

Fuente: TOMO XIII, Medición y análisis del volumen de tránsito en las principales vialidades de la ciudad de San Juan del Río.

CAMPO	DESCRIPCIÓN	VALORES
Aforo_AB	Volumen de tránsito en el sentido del arco dibujado.	Volumen de tránsito.
Aforo_BA	Voloumen de tránsito en el sentido contrario al arco dibujado.	Volumen de tránsito.

Tabla 5.6. Campos de aforos para codificación de información en la aplicación TransCAD.

b) Velocidad de recorrido.

La velocidad de recorrido "... es el resultado de dividir la distancia recorrida, desde el inicio hasta el fin del viaje, entre el tiempo total que se empleó en recorrerla. En el tiempo total de recorrido están incluidas todas aquellas demoras operacionales por reducción de velocidad y paradas provocadas por la vía, el tránsito y los dispositivos de control, ajenos a la voluntad del conductor. No incluye aquellas demoras fuera de la vía, como pueden ser las correspondientes a gasolineras, restaurantes, lugares de recreación, etc."⁸

Los recorridos en automóvil fueron realizados por vialidades principales de la ciudad indicadas en la tabla 5.5. En las fotos 5.1 a 5.13, anexo 4.

VIALIDAD	DE	A
FÉLIPE ÁNGELES	CANAL DE SANTA CLARA	H. AYUNTAMIENTO
MARIANO MATAMOROS	H. AYUNTAMIENTO	INDEPENDENCIA
JOSÉ MARÍA MORELOS	INDEPENDENCIA	ALFONSO BALLESTEROS
JOSÉ MARÍA ARTEAGA	ALFONSO BALLESTEROS	AV. CENTRAL
UNIVERSIDAD	AV. CENTRAL	GUADALUPE VICTORIA
DISTANCIA	5	km
TIEMPO	22	minutos
VELOCIDAD DE RECORRIDO	14	km/h
VIALIDAD	DE	A
RIO MOCTEZUMA	LOMAS DE SAN JUAN	AV. CENTRAL
GRAL. FRANCISCO VILLA	AV. CENTRAL	MARIANO JIMÉNEZ
DISTANCIA	3.1	km
TIEMPO	9.5	minutos
VELOCIDAD DE RECORRIDO	20	km/h
VIALIDAD	DE	A
AV. CENTRAL	PANAMERICANA	CONSTITUYENTES
CARRETERA FEDERAL 120	CONSTITUYENTES	MARIANO JIMÉNEZ
DISTANCIA	8.2	km
TIEMPO	12.75	minutos
VELOCIDAD DE RECORRIDO	39	km/h

Tabla 5.5. Vialidades por las que se realizaron recorridos para conocer la velocidad de recorrido.

⁸ INGENIERÍA DE TRÁNSITO, FUNDAMENTOS Y APLICACIONES. Cal y Mavor. Rafael +, Cárdenas G., James

La velocidad de recorrido se representa gráficamente en la figura 5.6.

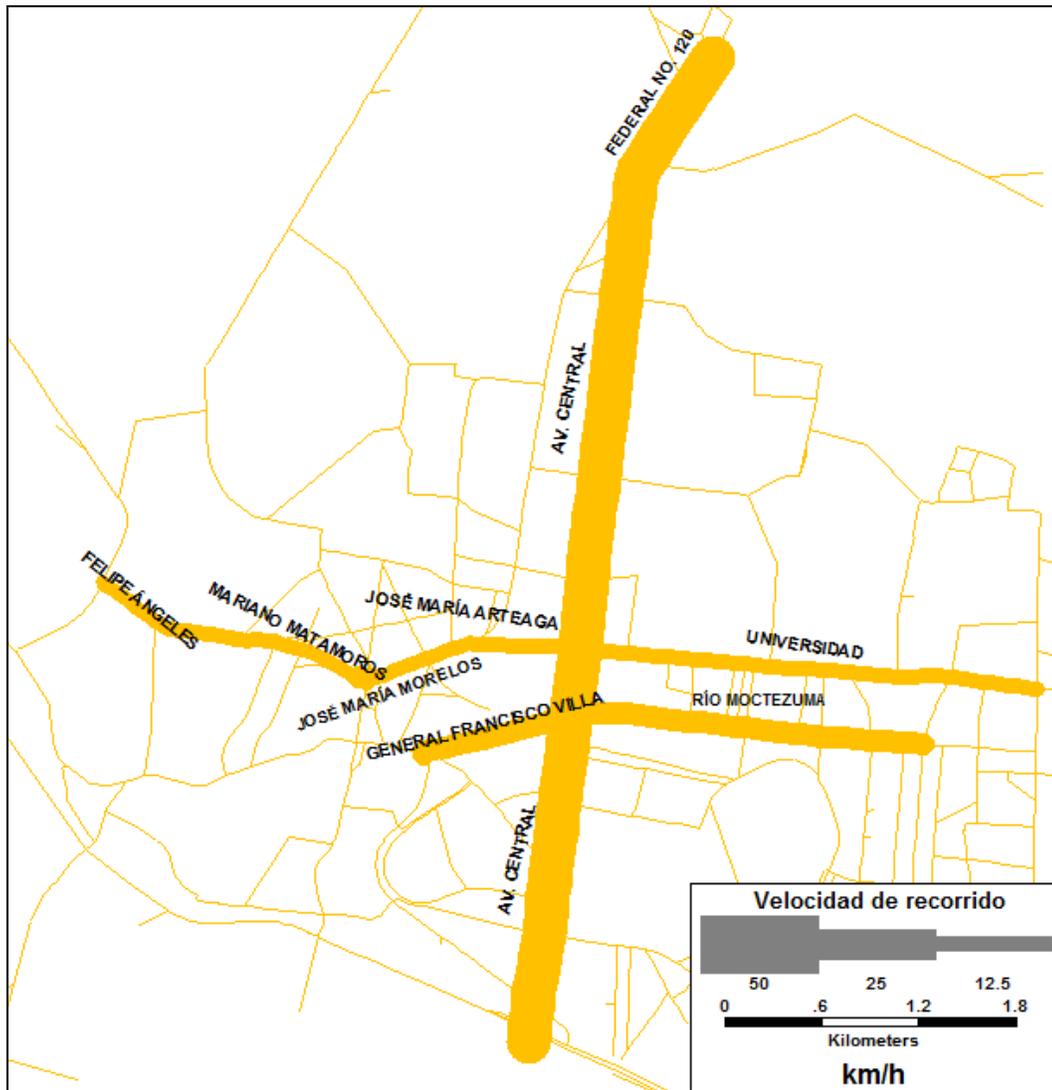


Figura 5.6. Velocidades de recorrido.
Fuente: Modelo de asignación de viajes.

5.2.2. MATRIZ ORIGEN – DESTINO.

La matriz origen – destino que se empleó para alimentar el modelo (Tabla 5.6), corresponde a la matriz origen – destino obtenida en 2006 multiplicada por el factor para obtener el volumen horario de proyecto (K'), como ya se explicó par este caso K' es igual a 0.10.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	286	0	22	23	0	0	0	0	33	0	3	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	21	0	143	67	0	2	0	5	19	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	15	3	
4	18	0	65	101	0	6	0	14	8	0	7	3	0	27	1	5	12	0	3	0	20	75	16	32	14
5	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	1	2	6	7	117	5	16	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
7	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	4	10	0	16	0	253	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	17
9	35	0	20	8	0	34	0	32	16	18	16	20	0	54	0	5	0	0	10	7	36	0	12	49	5
10	0	0	3	0	0	0	0	0	17	26	16	3	0	11	5	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	7	0	0	0	0	16	17	13	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	10
12	0	0	0	3	0	0	0	0	19	2	2	15	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	7	5
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	16	0	0	0	0	31	7	0	2	0	44	0	5	0	0	1	2	18	5	5	28	28
15	4	0	0	1	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	5	0	0	1	0	0	2	5	0
16	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	4	0	5	19	2	0	0	2	0	7	3	0
17	0	0	0	8	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	5	18	59	3	6	17	5	0	6	0	3
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	16	11	0	0	19	6	0
19	0	0	0	2	0	0	0	0	6	0	0	0	0	1	0	0	5	17	9	27	5	0	3	5	4
20	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	2	1	0	16	12	27	51	2	0	0	15	6
21	0	0	6	14	0	0	0	0	25	0	0	2	0	14	0	2	5	0	5	2	37	9	25	48	4
22	0	0	0	53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	9	17	18	14	4	
23	8	0	0	11	0	0	0	0	7	0	0	0	0	5	2	8	5	17	7	0	24	17	44	56	20
24	2	0	12	13	0	0	0	5	27	0	5	8	0	30	5	4	0	6	5	21	50	15	57	161	65
25	0	0	3	15	0	5	0	18	5	0	10	5	0	28	0	0	3	0	4	6	4	4	20	64	209
26	0	0	4	42	0	9	0	0	17	5	7	15	0	50	0	3	0	0	0	27	16	0	12	32	32
27	4	0	6	3	0	14	0	13	30	0	9	6	0	39	1	3	12	0	6	20	4	112	8	47	52
28	8	0	13	9	0	12	0	27	4	8	7	13	0	42	0	5	30	0	22	20	24	19	29	28	8
29	0	0	17	77	0	59	0	0	199	0	39	60	0	8	0	0	0	5	0	0	10	19	16	16	38
30	0	0	0	12	0	2	0	5	5	0	9	0	0	1	0	0	1	0	0	3	0	2	2	6	1
31	3	0	3	24	0	12	0	9	20	3	0	10	0	18	2	12	0	0	0	6	29	12	11	69	24
32	37	0	64	92	0	55	0	61	184	37	14	18	0	68	0	4	24	0	5	27	77	21	27	92	142
33	0	0	0	2	0	3	0	14	8	0	0	0	0	10	0	6	0	0	0	0	0	0	7	19	0
34	0	0	4	7	0	38	0	14	5	0	0	0	0	3	0	1	0	5	1	0	1	0	6	4	2
35	11	0	32	5	0	16	0	19	10	13	0	0	0	21	0	4	6	0	6	0	12	0	12	35	15
36	0	0	1	20	0	0	0	19	9	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0
37	5	0	0	20	0	14	0	32	25	0	0	5	0	24	0	6	9	0	2	3	15	0	14	32	50
38	0	0	0	10	0	20	0	9	26	0	0	3	0	0	0	0	6	0	2	0	2	9	9	7	24
39	0	0	7	8	0	16	0	9	1	11	0	5	0	19	1	1	7	0	3	0	9	19	5	21	18
40	0	0	0	8	0	5	0	7	37	3	0	0	0	18	1	29	0	0	0	9	4	0	45	65	7

Tabla 5.6, MATRIZ DE ORIGEN – DESTINO DE VIAJES TOTALES, 2012. (Extracto, tabla completa en ANEXO 5).

Fuente: TOMO XI, Estimación de la demanda de transporte en la ciudad de San Juan del Río y estudio propio 2012.

5.2.3. CALIBRACIÓN Y VALIDACIÓN DEL MODELO.

A. Calibración.

La calibración se logra verificando cada una de las etapas del desarrollo de la red vial mencionadas en el capítulo 4, estas son:

- a) Verificación del inventario de la red vial con los estudios de tránsito.
- b) Definición de las zonas y centroides mediante la integración y verificación de las AGEBS.
- c) Definición de la red vial mediante recorridos físicos y de imágenes satelitales de la aplicación GoogleEarth.
- d) Codificación de los nodos y arcos en la aplicación TransCAD.
- e) Definición y verificación de los conectores de centroide en la aplicación TransCAD.
- f) Codificación y revisión de la consistencia de la red de los valores capturados.

Realizadas estas etapas el modelo para asignación de viajes queda calibrado para realizar el pronóstico de la demanda de viajes. El modelo se presenta en la figura 5.7.

B. Validación.

La validación del modelo se logra comparando los valores obtenidos con los aforos del estudio de tránsito. En la tabla 5.7 las columnas “Aforo_AB” y “Aforo_BA” son datos capturados y las columnas “AB_Flow” y “BA_Flow” respectivamente, de la misma forma se puede observar la calibración de modelo comparando los datos de tiempo, “Time” con “AB_Time” y “BA_Time”, tabla 5.8 y los datos de velocidad, “VelocidadFF” con “AB_Speed” y “BA_Speed”, tabla 5.9.

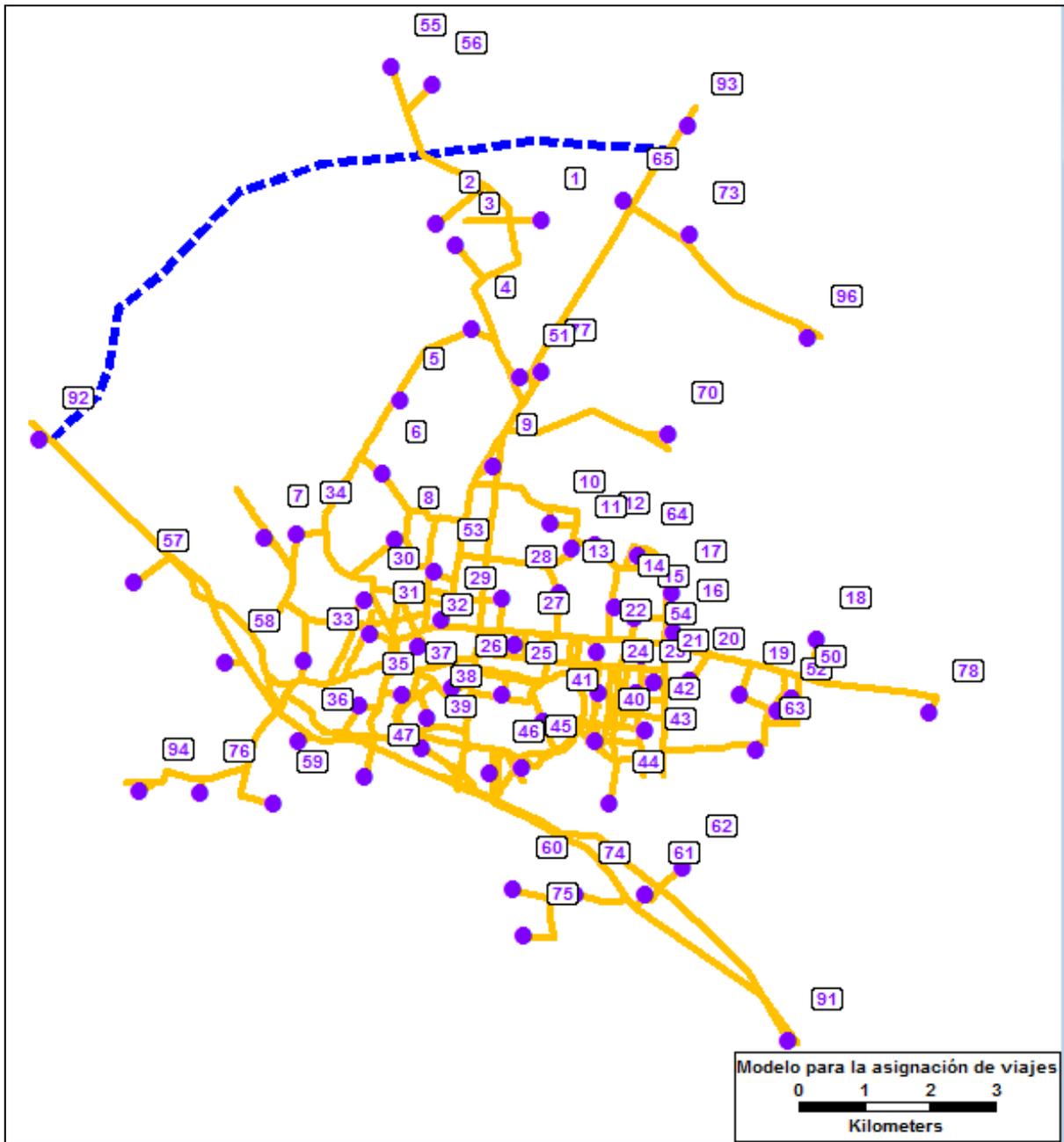


Figura 5.7. Modelo de la red de análisis.
 Fuente: Modelo de asignación de viajes.

ID	NOMVIAL	Jerarquia	Aforo_AB	Aforo_BA	AB_Flow	BA_Flow
1503	UNIVERSIDAD	2	2508	--	2,508	--
6011	HEROICO AYUNTAMIENTO	3	995	--	995	--
1734	MIGUEL HIDALGO	2	1726	--	1,726	--
911	CORREGIDORA	2	--	716	--	716
423	20 DE NOVIEMBRE	2	--	722	--	722
1579	LOMAS DE SAN JUAN	2	727	748	727	748
5588	PABLO CABRERA	3	790	851	790	851
910	MIGUEL HIDALGO Y COSTILLA	3	--	993	--	993
6623	CONSTITUYENTES	1	1087	1034	1,087	1,034
5822	TECNOLOGICO	2	1122	1111	1,122	1,111
1705	BENITO JUAREZ PONIENTE	2	--	1303	--	1,303
6654	CENTRAL	1	2132	2187	2,132	2,187
1609	RÍO MOCTEZUMA	2	--	2559	--	2,559

Tabla 5.7. Validación del modelo comparando con los datos de aforo.

ID	NOMVIAL	Jerarquia	Time	AB_Time	BA_Time
1503	UNIVERSIDAD	2	0.0709	0.0735	--
6011	HEROICO AYUNTAMIENTO	3	0.0804	0.0812	--
1734	MIGUEL HIDALGO	2	0.1556	0.1656	--
911	CORREGIDORA	2	0.1307	--	0.1352
423	20 DE NOVIEMBRE	2	0.0934	--	0.0986
1579	LOMAS DE SAN JUAN	2	0.1000	0.1002	0.1003
5588	PABLO CABRERA	3	0.6131	0.9107	0.7010
910	MIGUEL HIDALGO Y COSTILLA	3	0.3180	--	0.5284
6623	CONSTITUYENTES	1	0.1649	0.1686	0.1732
5822	TECNOLOGICO	2	0.0894	0.1210	0.1106
1705	BENITO JUAREZ PONIENTE	2	0.0730	--	0.0962
6654	CENTRAL	1	0.1169	0.1175	0.1176
1609	RÍO MOCTEZUMA	2	0.1777	--	0.1797

Tabla 5.8. Validación del modelo comparando con los datos de tiempo.

ID	NOMVIAL	Jerarquia	VelocidadFF	AB_speed	BA_speed
1503	UNIVERSIDAD	2	60	57.8851	--
6011	HEROICO AYUNTAMIENTO	3	40	39.6099	--
1734	MIGUEL HIDALGO	2	60	56.3681	--
911	CORREGIDORA	2	60	--	58.0010
423	20 DE NOVIEMBRE	2	60	--	56.8606
1579	LOMAS DE SAN JUAN	2	60	59.8440	59.8121
5588	PABLO CABRERA	3	40	26.9285	34.9837
910	MIGUEL HIDALGO Y COSTILLA	3	40	--	24.0752
6623	CONSTITUYENTES	1	80	78.2852	76.1996
5822	TECNOLOGICO	2	60	44.3217	48.5158
1705	BENITO JUAREZ PONIENTE	2	60	--	45.5418
6654	CENTRAL	1	80	79.5961	79.5213
1609	RÍO MOCTEZUMA	2	60	--	59.3435

Tabla 5.9. Validación del modelo comparando con los datos de velocidad.

6. RESULTADOS.

Completada el proceso de verificación y actualización de la información disponible de la red vial, así como la calibración y validación del modelo para la asignación de viajes es posible realizar el proceso de asignación de viajes para obtener la demanda por arco y la matriz de asignación de viajes a la red vial a la fecha en que se realizaron los estudios de actualización de la información, esto es: abril de 2012.

El modelo se codificó en la aplicación para computadora TransCAD, que permite obtener la matriz de viajes actualizada y la demanda por arco que se pueden representar en los mapas de viajes y de volúmenes de tránsito.

Se obtuvieron resultados para dos escenarios:

- a) Conservando las características de oferta vial actual.
- b) Proponiendo un libramiento al norte de la ciudad.

6.1. MODELO DE PRONÓSTICO DE LA DEMANDA DE VIAJES ACTUAL.

La matriz de asignación de viajes resultado de conservar la oferta vial actual se presenta en la tabla 6.1.

	4836	4837	4838	4839	4840	4841	4842	4843	4844	4845	4846	Sum
4836	286.10	0.00	21.70	23.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.10	0.00	2.50	472.62
4837	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20
4838	21.40	0.00	143.30	67.10	0.00	2.40	0.00	4.50	18.90	2.50	0.00	445.01
4839	17.60	0.00	65.10	100.60	0.00	6.10	0.00	13.50	8.00	0.00	6.50	911.02
4840	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.10
4841	0.00	1.20	2.30	6.30	6.60	116.60	5.18	16.30	28.50	0.00	0.00	649.11
4842	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53
4843	0.00	0.00	4.30	9.70	0.00	16.00	0.00	252.50	30.30	0.00	0.00	731.92
4844	34.50	0.00	19.60	8.40	0.00	34.30	0.00	31.50	16.40	17.80	16.20	1055.86
4845	0.00	0.00	2.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.10	26.10	16.20	180.48
4846	0.00	0.00	0.00	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.60	17.10	12.70	148.12
4847	0.00	0.00	0.00	2.70	0.00	0.00	0.00	0.00	19.30	2.40	2.40	176.56
4848	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.60
4849	0.00	0.00	0.00	15.94	0.00	0.00	0.00	0.00	31.30	7.32	0.00	1023.20
4850	3.88	0.00	0.00	0.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.59	0.00	44.63
4851	0.00	0.00	0.00	3.45	0.00	0.00	0.00	0.00	3.16	0.00	0.00	243.39
4852	0.00	0.00	0.00	8.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.73	0.00	268.41
4853	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	113.02
4854	0.00	0.00	0.00	2.15	0.00	0.00	0.00	0.00	5.89	0.00	0.00	239.29
Sum	486.09	1.20	460.66	837.22	6.60	486.47	5.18	691.00	1094.58	165.60	159.79	33001.88

Tabla 6.1. Matriz de asignación de viajes resultado de conservar la oferta vial actual.
Fuente: Modelo de asignación de viajes.

A partir de la matriz de asignación de viajes se pueden generar los mapas de viajes, de volúmenes de tránsito y de volúmenes de viajes por arco, se presentan en las figuras 6.1, 6.2 y 6.3 respectivamente.

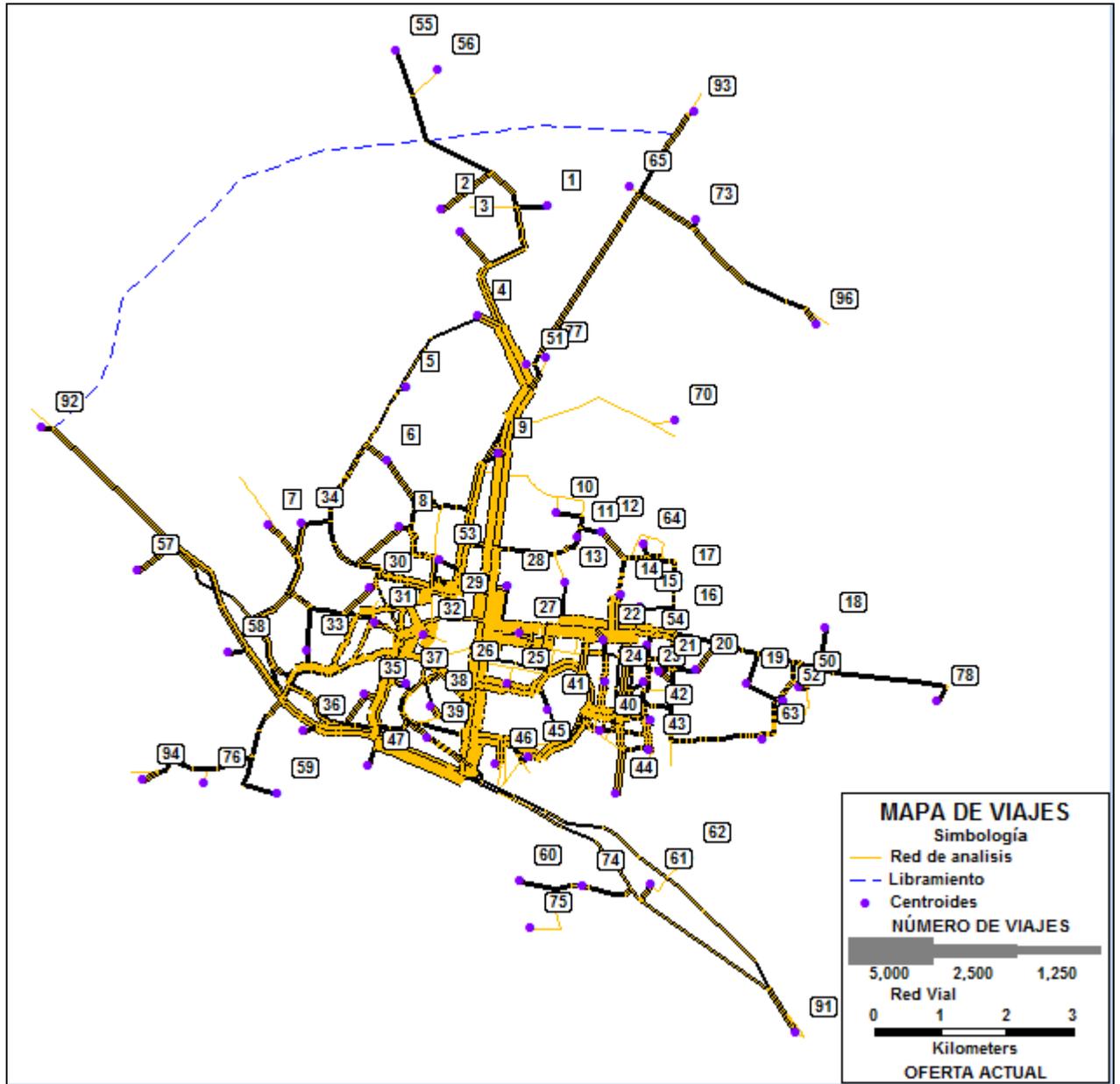


Figura 6.1. Mapa de asignación de viajes – oferta actual.
 Fuente: Modelo de asignación de viajes.

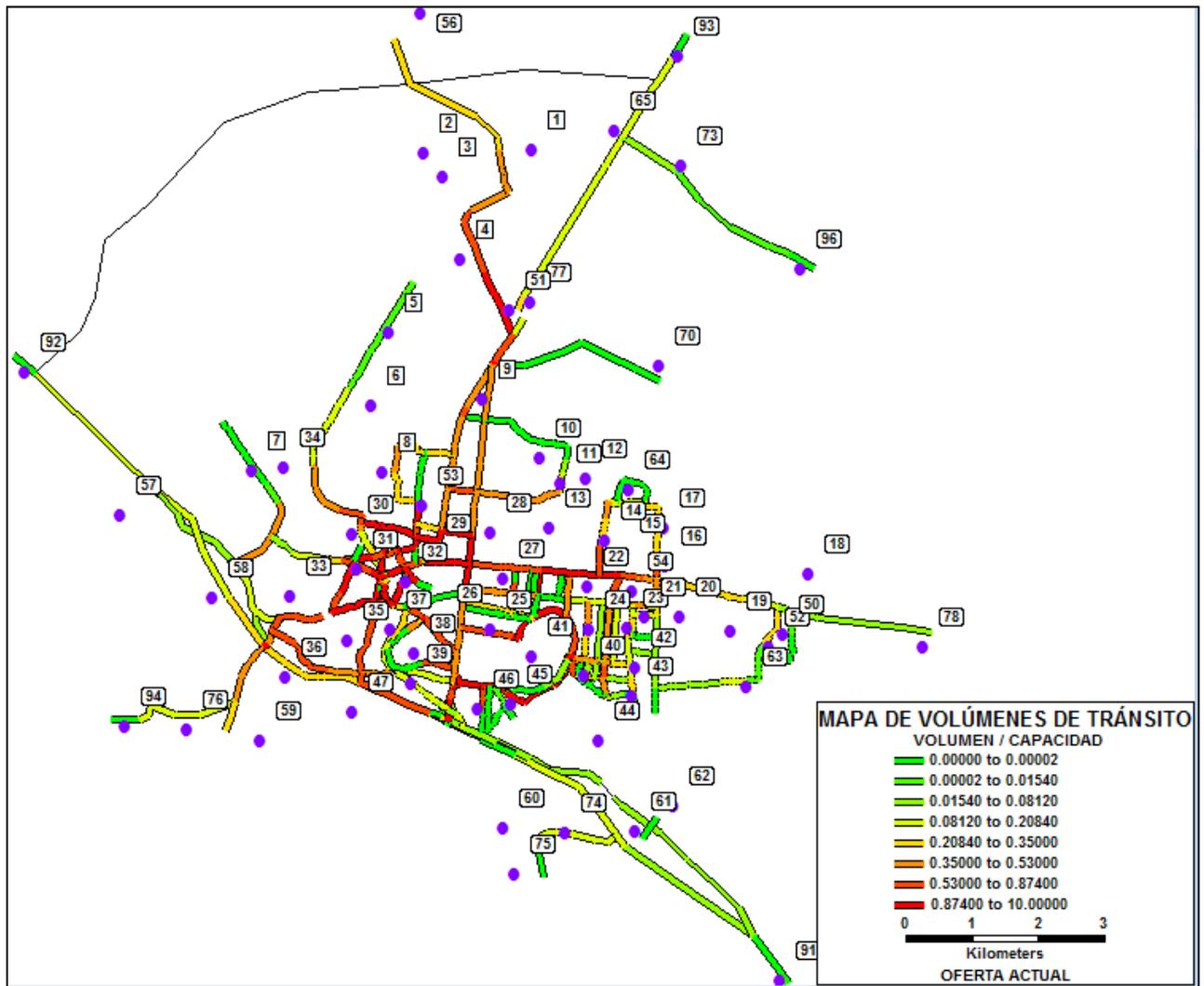


Figura 6.2. Mapa de volúmenes de tránsito – oferta actual.
 Fuente: Modelo de asignación de viajes.

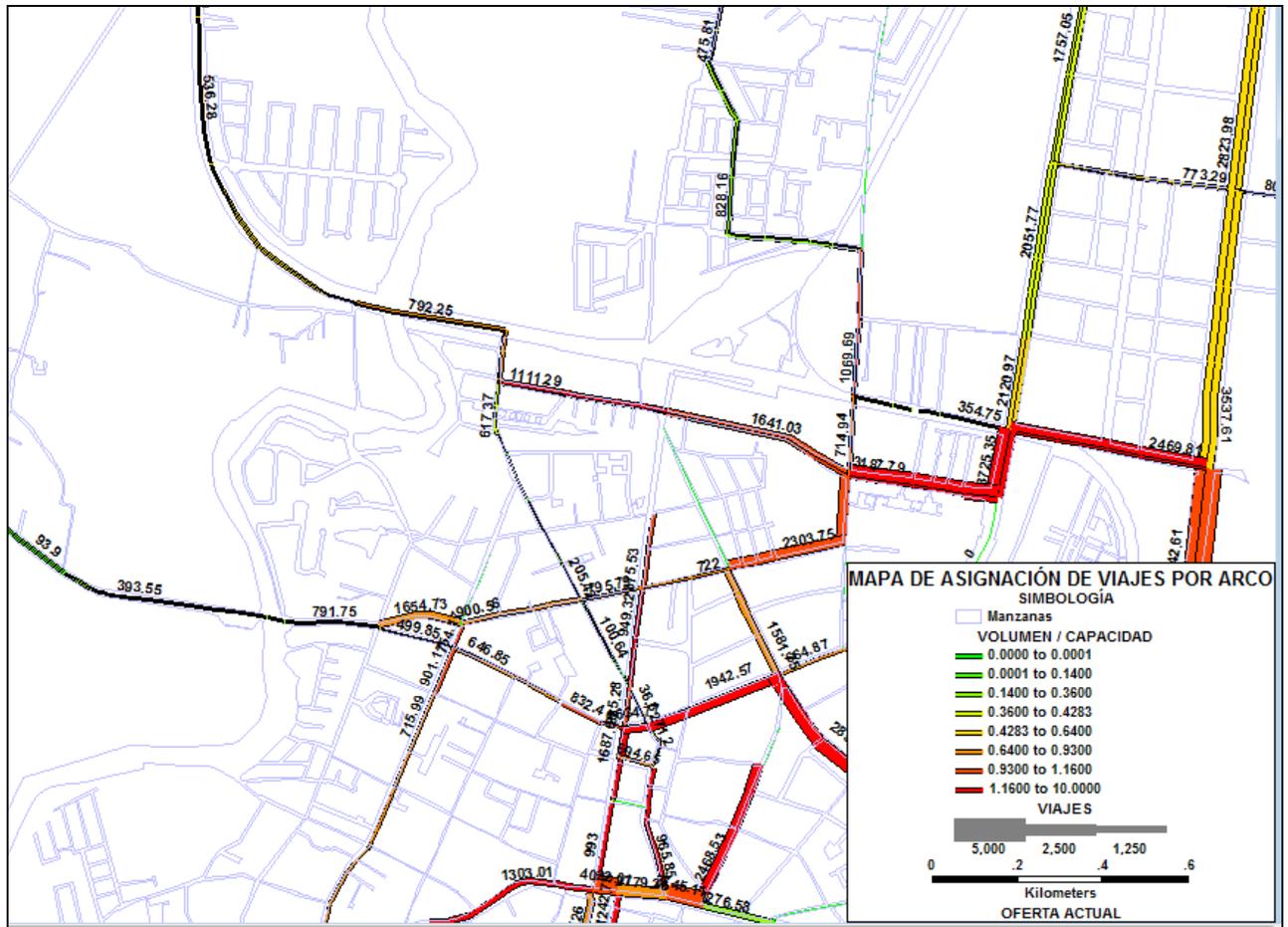


Figura 6.3. Mapa de asignación de viajes por arco (sector) – oferta actual.
Fuente: Modelo de asignación de viajes.

6.2. MODELO DE PRONÓSTICO DE LA DEMANDA DE VIAJES CON LIBRAMIENTO.

La matriz de asignación de viajes resultado de proponer un libramiento al norte de la ciudad se presenta en la tabla 6.2.

	4836	4837	4838	4839	4840	4841	4842	4843	4844	4845	4846	Sum
4836	286.10	0.00	21.70	23.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.10	0.00	2.50	472.74
4837	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20
4838	21.40	0.00	143.30	67.10	0.00	2.40	0.00	4.50	18.90	2.50	0.00	445.44
4839	17.60	0.00	65.10	100.60	0.00	6.10	0.00	13.50	8.00	0.00	6.50	912.39
4840	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.10
4841	0.00	1.20	2.30	6.30	6.60	116.60	5.18	16.30	28.50	0.00	0.00	650.39
4842	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53
4843	0.00	0.00	4.30	9.70	0.00	16.00	0.00	252.50	30.30	0.00	0.00	732.74
4844	34.50	0.00	19.60	8.40	0.00	34.30	0.00	31.50	16.40	17.80	16.20	1057.77
4845	0.00	0.00	2.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.10	26.10	16.20	180.74
4846	0.00	0.00	0.00	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.60	17.10	12.70	148.15
4847	0.00	0.00	0.00	2.70	0.00	0.00	0.00	0.00	19.30	2.40	2.40	176.87
4848	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.60
4849	0.00	0.00	0.00	15.89	0.00	0.00	0.00	0.00	31.21	7.30	0.00	1023.46
4850	3.87	0.00	0.00	0.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.58	0.00	44.61
4851	0.00	0.00	0.00	3.44	0.00	0.00	0.00	0.00	3.15	0.00	0.00	243.64
4852	0.00	0.00	0.00	8.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.72	0.00	268.47
4853	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	113.16
4854	0.00	0.00	0.00	2.15	0.00	0.00	0.00	0.00	5.87	0.00	0.00	239.31
4855	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.29	0.00	0.00	296.07
Sum	486.57	1.20	462.14	839.53	6.60	488.67	5.18	691.78	1097.85	166.85	160.02	33077.84

Tabla 6.2. Matriz de asignación de viajes resultado de proponer un libramiento al norte de la ciudad.

Fuente: Modelo de asignación de viajes.

A partir de la matriz de asignación de viajes se pueden generar los mapas de viajes, de volúmenes de tránsito y de volúmenes de viajes por arco, con el libramiento norte propuesto. Figuras 6.4, 6.5 y 6.6 respectivamente.

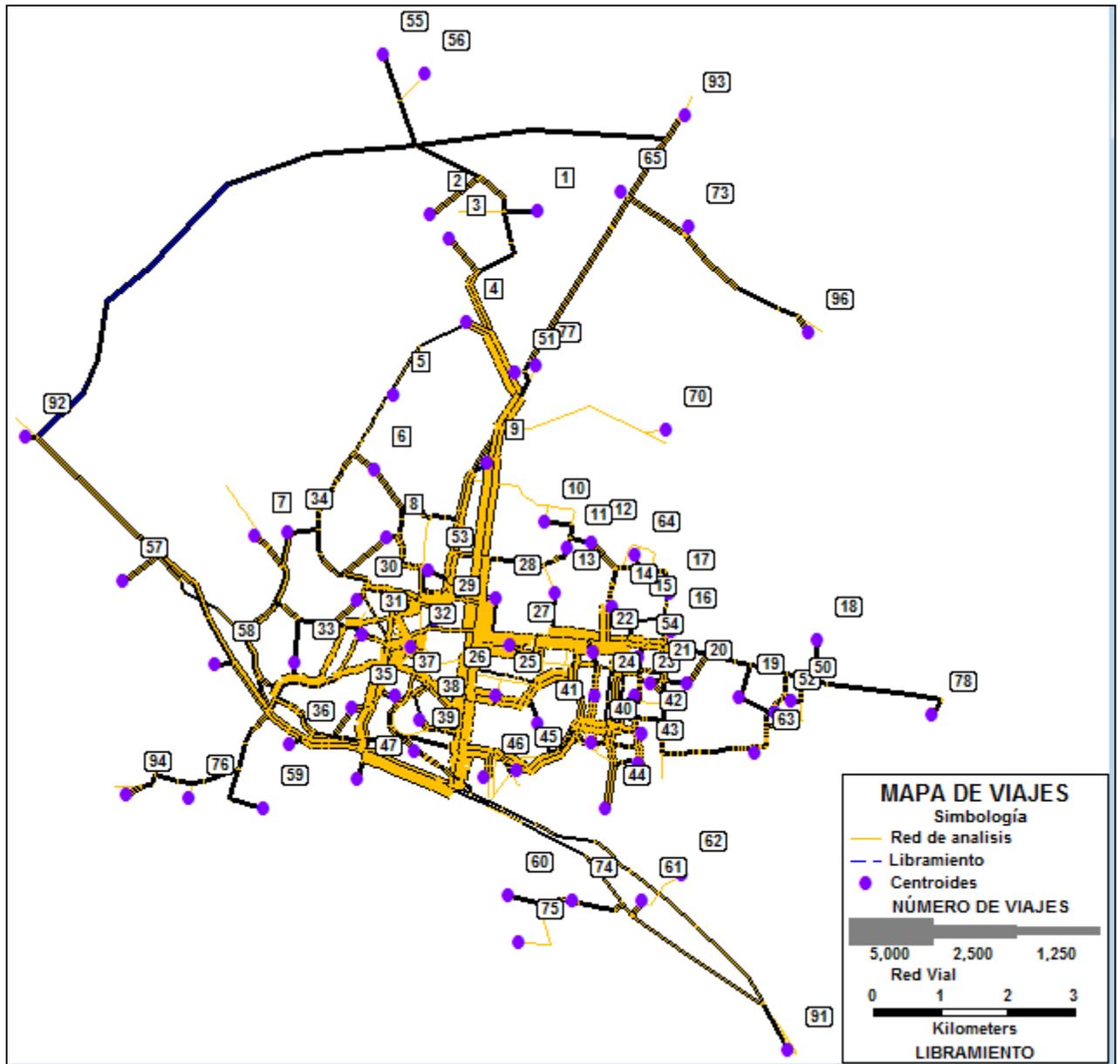


Figura 6.4. Mapa de asignación de viajes – con libramiento propuesto.
Fuente: Modelo de asignación de viajes.

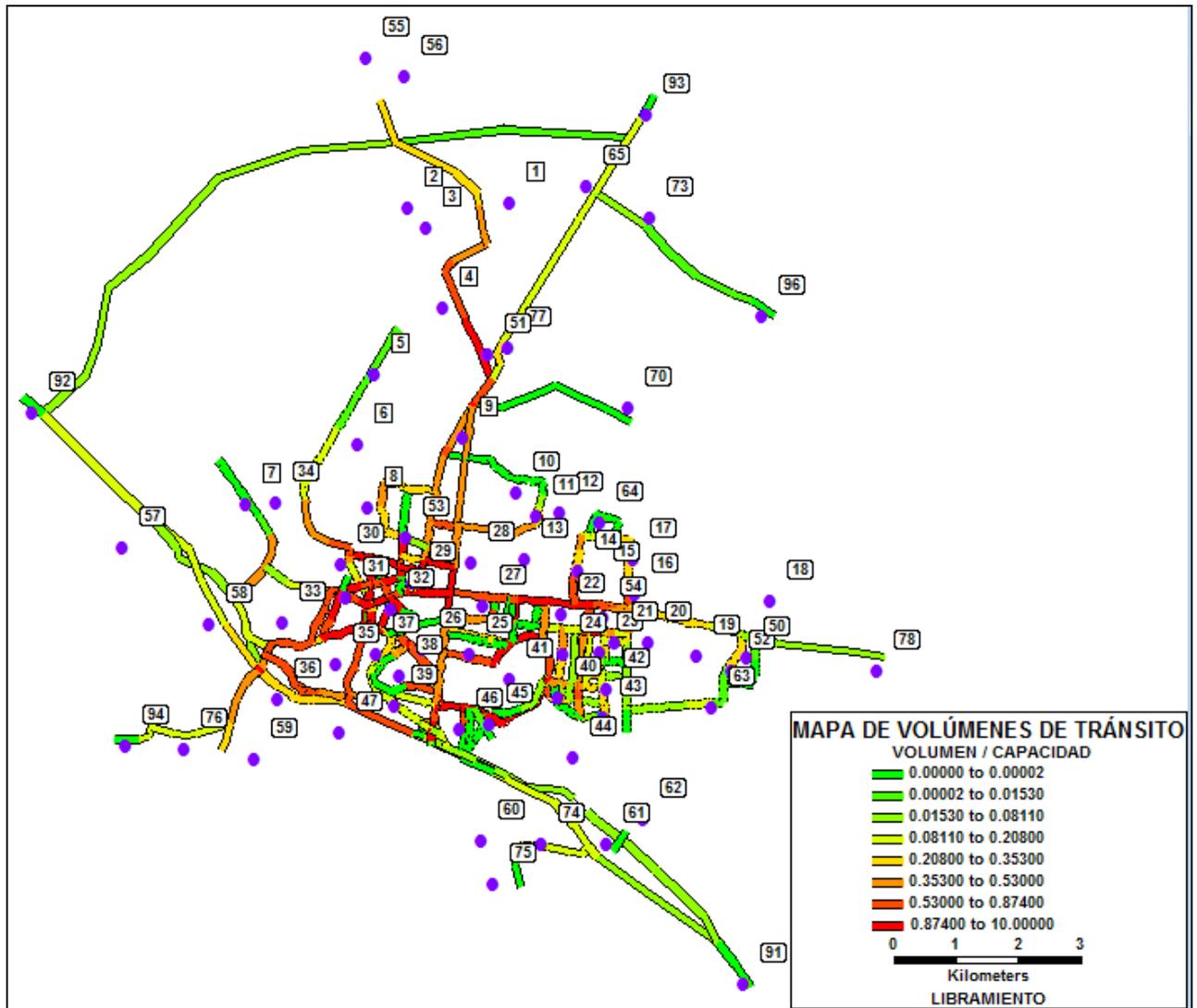


Figura 6.5. Mapa de volúmenes de tránsito – con libramiento propuesto.
 Fuente: Modelo de asignación de viajes.

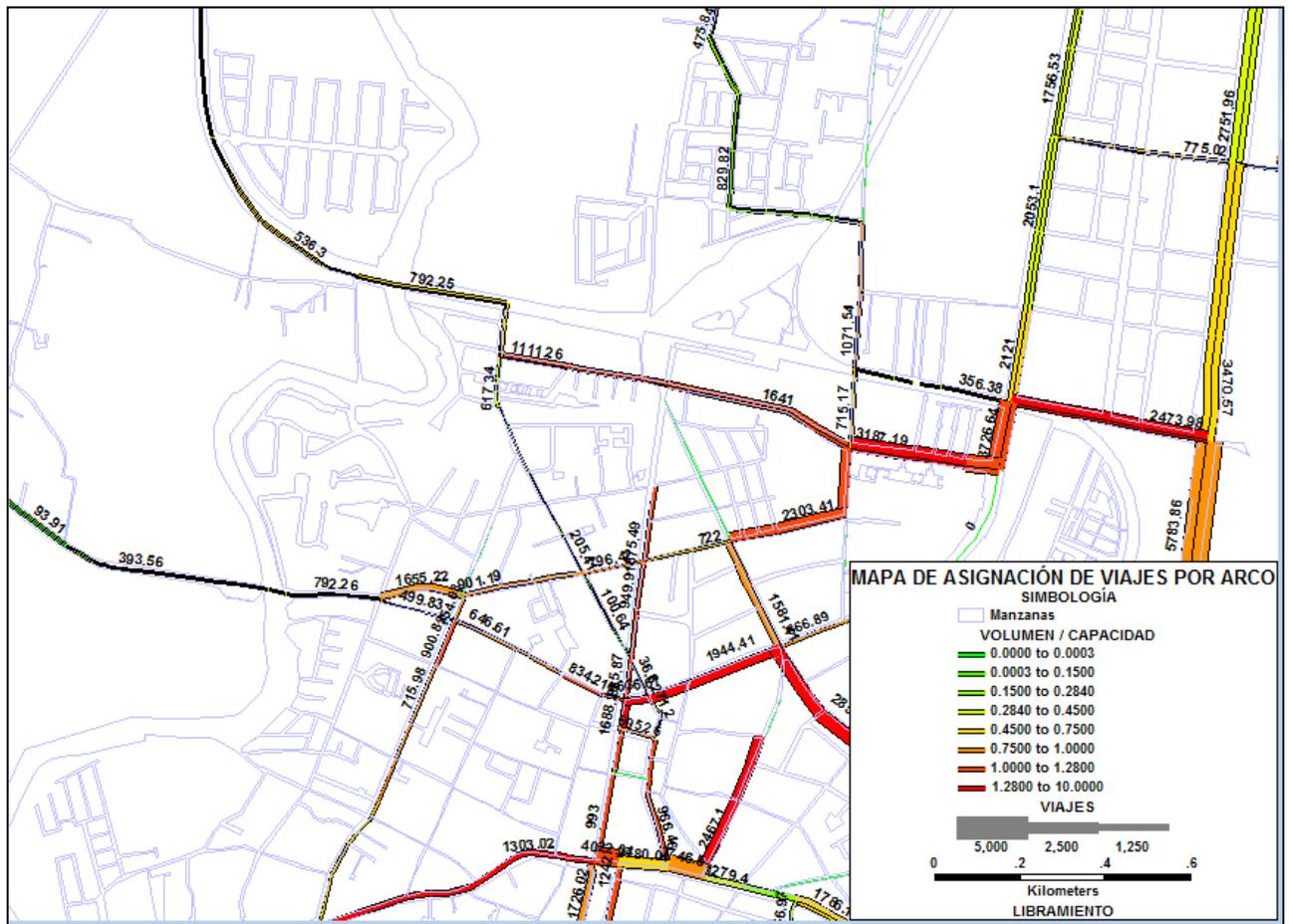


Figura 6.6. Mapa de asignación de viajes por arco (sector) – con libramiento propuesto.
Fuente: Modelo de asignación de viajes.

En la figura 6.7, se puede observar la influencia de la construcción del libramiento propuesto. El modelo nos indica la cantidad de viajes que se realizarían en la hora de máxima demanda, los valores asignados a cada arco nos dan elementos cuantitativos para evaluar si la construcción del libramiento es una alternativa para la demanda de viajes que se genera en la ciudad.

Como se puede observar la construcción del libramiento en el momento del análisis no representa una solución para resolver la demanda de tránsito en la ciudad.

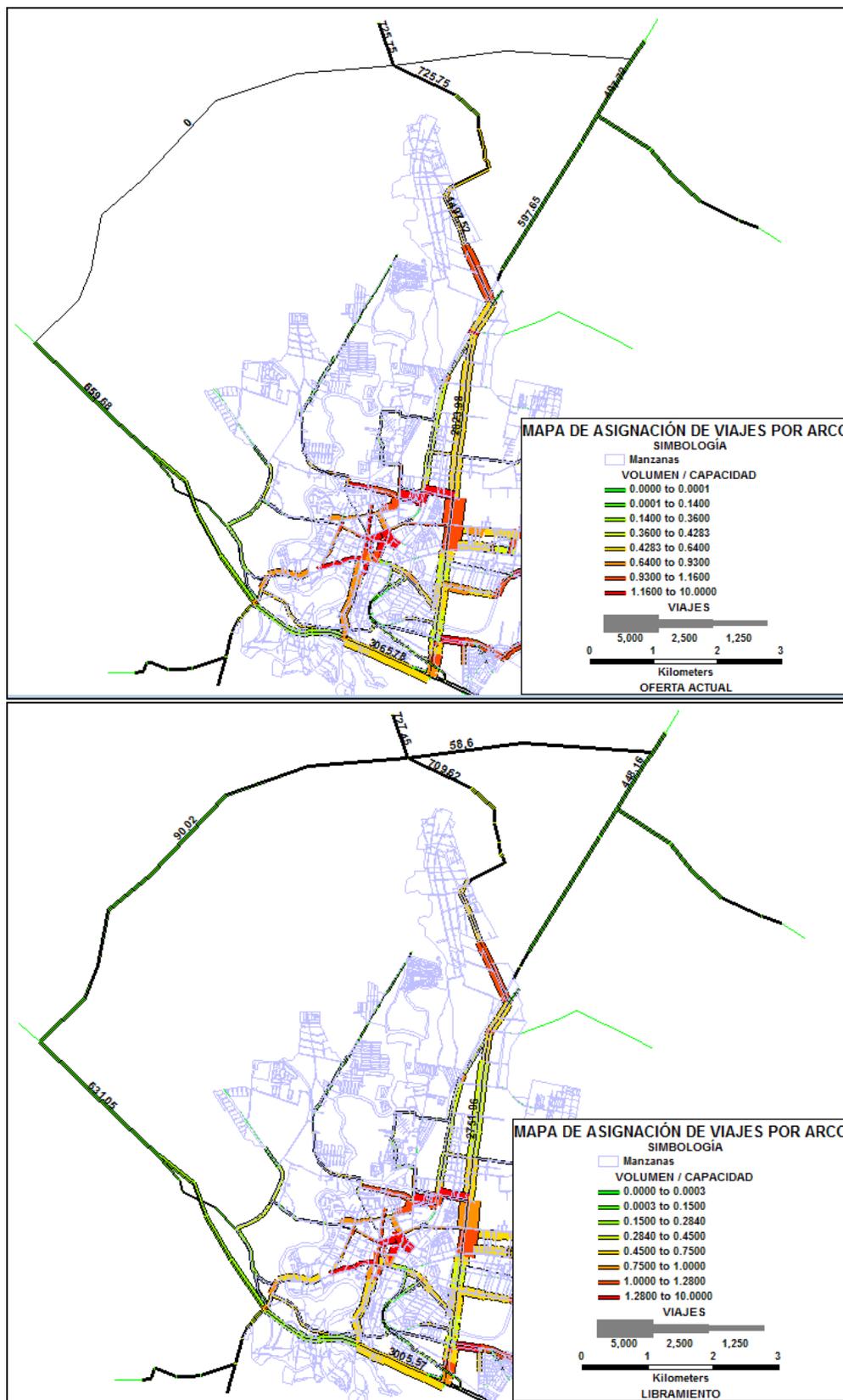


Figura 6.7. Comparación de la asignación de viajes por arco de la oferta actual y con libramiento propuesto.

Fuente: Modelo de asignación de viajes.

7. CONCLUSIONES Y COMENTARIOS.

Aplicando la metodología del pronóstico de la demanda de viajes fue posible obtener la demanda por arco y la matriz de asignación de viajes a la red vial actual a partir de los datos de demanda y estudios de ingeniería de tránsito realizados en 2006, para la ciudad de San Juan del Río en el estado de Querétaro. También fue posible modelar un libramiento al norte de la ciudad y medir su influencia sobre la demanda de viajes en la red vial.

Debido a la gran cantidad de iteraciones necesarias, la aplicación de esta metodología no sería aplicable sin la utilización de herramientas de cálculo como lo es el TransCAD.

Con la aplicación TransCAD es posible codificar al modelo para generar la matriz de asignación de viajes, los mapas correspondientes y los reportes correspondientes; con estos es posible verificar la información, ya que al existir inconsistencia en los mapas o reportes se puede identificar los posibles errores en la información, que pueden ser de origen o ser un error de captura.

Los datos emitidos son valiosos para la toma de decisiones; actualmente algunas dependencias públicas como lo es la Secretaría de Comunicaciones y Transportes realizan este tipo de estudios para determinar la influencia en el tránsito desviado, inducido y generado por los proyectos de nuevas autopistas; así como para conocer el pronóstico de crecimiento de la demanda bajo diferentes escenarios de operación.⁹

Para el caso analizado en este trabajo, se puede observar que la construcción del libramiento propuesto no presenta una influencia significativa en la demanda de viajes.

Se observa que los mayores viajes se generan de forma interna y los viajes externos ocupan principalmente la Av. Central y a la Autopista.

⁹ LICITACIÓN PÚBLICA NACIONAL 00009083-017-10, S.C.T. "ESTUDIO DE DEMANDA PARA LAS AUTOPISTAS DE NUEVA INFRAESTRUCTURA DENOMINADAS LA VENTA – TOPILEJO – ATLIXCO – SAN MARTÍN TEXMELUCAN Y LIBRAMIENTO SUR DE PUEBLA"

La interacción con el destino a Querétaro es mayor que rumbo al D.F. que es comparable con la influencia con la salida a Tequisquiapan, para este efecto la mejora en la oferta vial en la Av. Central es necesaria.

Se observa que de 2007 a la fecha se modificó la operación de algunas vialidades paralelas, como lo son Av. Universidad y Av. Moctezuma, para que operen en un solo sentido en este caso Av. Universidad de Poniente a Oriente y Av. Moctezuma de Oriente a Poniente, sin embargo este par vial no opera de esta forma en toda su extensión. Se sigan generando pares viales para agilizar el tránsito así como un análisis de rutas con la probabilidad de generar afectaciones para que las vialidades tengan trazos directos. También es recomendable buscar soluciones para evitar los accesos directos a las vialidades principales desde los predios y restringir el estacionamiento en vialidades principales. Estas son algunas de las conclusiones que se generan a partir del análisis de los resultados del modelo de asignación de viajes.

El desarrollo de aplicaciones que permitan modelar y visualizar el estado actual y el posible escenario que se genera a partir de soluciones viales permiten conocer si estas serán de utilidad o no.

La toma de decisiones se facilita a partir de mapas y figuras que representen los datos del modelo numérico.

Es necesario que la información que se integre sea confiable ya que de esto depende totalmente la veracidad de los resultados obtenidos.

La aplicación TransCAD genera una gran cantidad de archivos, que para el usuario en un inicio es complicada su administración y el control sobre estos.

El análisis de la red implica tener un control estricto de la información tanto gráfica como de tablas.

8. BIBLIOGRAFÍA.

- “PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO 2010 – 2012”
Presidencia municipal.
México, 2010.
- “TOMO XI, ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA DE TRANSPORTE EN LA CIUDAD DE SAN JUAN DEL RÍO.”
Centro Queretano de Recursos Naturales.
México, 2006.
- “TOMO XIII, MEDICIÓN Y ANÁLISIS DEL VOLUMEN DE TRÁNSITO EN LAS PRINCIPALES VIALIDADES DEL CIUDAD DE SAN JUAN DEL RÍO.”
Centro Queretano de Recursos Naturales.
México, 2007.
- “EL PROCESO DE PREDICCIÓN DE LA DEMANDA DE VIAJES EN LA TOMA DE DECISIONES DE PLANEACIÓN URBANA.”
García González, Héctor
www.bibliotecadigital.uson.mx/pagindice?tesis=8111
- “INTRODUCTION TO TRANSPORTATION ENGINEERING”
Banks, James H.
E.U.A., 2002.
- “TRAVEL ESTIMATION TECHNIQUES FOR URBAN PLANNING”
Matin, William A; McGunckin, Nancy A.
E.U.A., 1998.
- “DATOS VIALES”
Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
México, 2007-2012.
- “SISTEMA ESTATAL Y MUNICIPAL DE BASES DE DATOS”
Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
México, 2007-2011.
- “INGENIERÍA DE TRÁNSITO, FUNDAMENTOS Y APLICACIONES”
Cal y Mayor, Rafael +, Cárdenas G., James.
México, 2009.
- LICITACIÓN PÚBLICA NACIONAL 00009083-017-10, S.C.T.
“ESTUDIO DE DEMANDA PARA LAS AUTOPISTAS DE NUEVA INFRAESTRUCTURA DENOMINADAS LA VENTA – TOPILEJO – ATLIXCO – SAN MARTÍN TEXMELUCAN Y LIBRAMIENTO SUR DE PUEBLA”
Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
México, 2010.

9. ANEXOS.

9.1. ANEXO 1, MATRIZ DE ORIGEN – DESTINO DE VIAJES TOTALES, 2006.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
1	2861		217	230					331		25			25										18		
2						12																				
3	214		1433	671		24		45	189	25										49				67	27	
4	176		651	1006		61		135	80		65	25	122	3	23	54		14		90	341	74	143	144		
5						61																				
6		12	23	63	66	1166	12	163	285																54	
7						12																				
8			43	97		160		2525	303															18	173	
9	345		196	84		343		315	164	178	162	200	244		23			43	31	162		54	222	54		
10			27						171	261	162	25	49	24		27										
11				70					156	171	127	25												31	103	
12				27					193	24	24	147								18				72	48	
14				111					218	51		17	440		45			14	19	179	52	50	280	279		
15	27			4						25						54			10				22	54		
16				24					22				40		46	185	22			18		66	29			
17				58						26				52	180	589	26	58	169	52		58		26		
18															23	27		158	110			185	55			
19				15					41				14			54	168	88	274	49		28	45	43		
20									30				17	10		163	115	273	509	18			146	59		
21			39	97					177			17	139		17	54		48	19	366	91	247	481	35		
22				368									52							90	167	184	143	41		
23	53			77					52				52	21	81	54	172	73		236	171	442	557	198		
24	17		84	92				34	189		32	75	295	52	42		57	46	208	495	150	574	1605	645		
25			28	154		51		180	53		104	50	279			27		43	62	36	39	200	639	2092		
26			42	420		85			167	51	65	150	227		12				123	72		123	315	316		
27	27		42	23		97		90	211		65	25	175	3	12	54		29	92	18	505	36	212	363		
28	80		126	91		122		270	44	76	65	125	192		23	136		100	92	108	85	130	128	82		
29			14	64		49			165		32	50	38				21			43	85	72	73	375		
30				89		37		45	40		65		17			27				62		40	54	155	80	
31	27		28	231		268		90	196	25		100	87	10	58				31	144	60	54	342	288		
32	159		275	396		889		495	427	254	97	125	625	3	35	217		43	247	610	193	233	786	1336		
33				23		61		135	166				87		53							54	143			
34			28	74		380		135	35				52		23		78	14		18		89	60	41		
35	106		308	46		292		45	95	127			192		39	54		57		90		90	269	147		
36			14	198				45	91		32	25								51						
37	53			196		157		75	238			50	214		58	81		14	31	137		173	407	488		
38				95		189		90	256			25				54		14		18	85	72	54	233		
39			68	82		158		90	12	102		50	175	13	12	60		29		72	171	36	161	175		
40				83		49		74	372	25			175	7	12					92	36		447	653	74	

Tabla 3.3, MATRIZ DE ORIGEN – DESTINO DE VIAJES TOTALES, 2006.

Fuente: TOMO XI, Estimación de la demanda de transporte en la ciudad de San Juan del Río.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
41				59				90	74				36						62			119	147	
42				116				24	153			12				51	12	24		205	73	114	170	196
43				172		17		105	202				17		72	27		64		211	31	136	288	287
44			28	24		24		90	25				122		58			43		54	85	90	72	41
45																								
46				69		12		90	97	25		25	44					14		72	284	27	82	118
47				102					126				17								63		63	31
48				28					74				25				247	80	278	56		56	50	77
50				2																4			2	2
52																								5
53			42	68		97		405				25	35	45					31			36	107	
54				19				45	52	25			122		70				163	342		210	101	141
55	239		109	429					822						32					18		36		
57				47				21	42				35											21
58			28						29						156								29	
59			28			12		45	51				17							36		18	156	92
60																								24
61																		57						122
63				20				72	36					3				20		96				162
64				21					64				5	51	5	10	10		5	23	10	16	55	15
70									197															
72										1			75	4										
73	20			72					10		10						27	11					10	
78				22													54							
80				65																				31
88	53																			18				
89																	81							
91																	27			36			72	
92	53		42	22		49		135				25	122	3			57	14	31	144		72	89	144
93	133		14			49							35						31		172		72	162
94			14															57						122
96																								
98	27		28	69				90			32									36			18	41
99	27		14																					41
	4697	12	4033	6785	66	4983	12	6288	7223	1472	1164	1498	4681	279	1215	2248	1100	1422	2777	4626	2953	4777	9951	9889

Tabla 3.3, MATRIZ DE ORIGEN – DESTINO DE VIAJES TOTALES, 2006. (Continuación)
Fuente: TOMO XI, Estimación de la demanda de transporte en la ciudad de San Juan del Río.

	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	50	
1		25	76			25	127			105		51													
2																									
3	27	27	128	13		31	241		27	301	13			70		13			27						
4	408	25	161	64	83	168	360	25	73	91	186	185	89	59	77	59	110	178	22		74	98	26	2	
5																									
6	83	101	119	48	37	267	1012	35	370	273		161	197	179	23			16	23		13				
7																									
8		97	270		48	97	454	135	130	43	48	74	97	86	77	122	12	103	86		97	43			
9	160	219	2	223	41	226	378	171	36	98	94	303	266	12	310	53	171	178	1		101	131	77		
10	49		79			24	272					131			101	24					24				
11	62	70	62	31	62		123					31													
12	145	24	171	48		78	96		46		24	24	24	54			12				24				
14	201	253	174	38		163	546	117	17	197		191	17	198	176	37		33	117		45		26		
15		4				10	3							14	6										
16	11	12	22			62	22	54	22	39		45		12	11			60	56						
17		58	104		26		218			26		104	52	62				51	26						
18				21					73									12						232	
19		31	96				43		14	29		41	14	29				49	65	41		15		77	
20	119	159	89		66	33	248					30			89	59								258	
21	69	39	104	23		138	606	35	17	104	47	135	17	75	37		184	201	52		77		52	4	
22		535	82	108	41	62	186		51				82	174			73	32	82		266	65			
23	140	34	103	75	58	73	233	74	94	103		141	71	19	428	114	98	113	86		29		52		
24	343	220	138	75	158	319	767	184	52	226		386	39	163	689	152	159	252	69		111	65	52	2	
25	316	370	79	372	85	672	1343		39	117		473	239	187	77	20	186	185	39		126	55	77	2	
26	922	130	154	124	41	178	801	181	36	239	103	393	381	185	51	99	175	243	205		230		51	4	
27	124	590		136	166	398	703	122	79	28		225	203	153		40	86	129			88	450	52	2	
28	173		25	150	41	124	194	43	73	50	94	118	200	32	155	79	147	195			146	98	103		
29	183	153	145	704	23	83	918	203		111	108	230	41	44	253	120	73	113			138			4	
30	40	178	40	21	511	587	366	83	36	108		185		152			12				73				
31	242	414	155	86	592	2644	806	335	485	401	25	385	932	499	22	86	135	67	120		188	120			
32	751	572	243	1016	367	693	3410	103	486	501	94	1341	665	203	801	218	428	550	160		411	98	77	6	
33	178	114	41	192	88	348	188	782	50	544		244	67	100			37	65	83		123	33			
34	35	73	70		35	231	480	39	803	105	47	66	521	99		79	61	49			165	39	26	4	
35	201	27	49	113	113	452	529	517	109	286	142	296	333	114	254	40	73	16	54		126	294	103		
36	107		91	107		62	91		45	147	757	91		97				16				131			
37	302	290	59	257	240	404	1294	235	66	348	94	457	136	118	137	129	86	65			374	33	26	2	
38	363	216	192	43		959	644	64	518	328		160	1767	95	128	104		32	64		48		26		
39	212	165	6	43	144	511	251	107	91	88	100	127	111	236	79	158	86	184	6		306	110	52		
40	202		149	254		74	573			316		136	133	74	1747	20	267	507	74		179				

Tabla 3.3, MATRIZ DE ORIGEN – DESTINO DE VIAJES TOTALES, 2006. (Continuación)
Fuente: TOMO XI, Estimación de la demanda de transporte en la ciudad de San Juan del Río.

	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	50	
41	102	38	101	119		98	259		76	57		133	109	161	19	225	56	59	152		105				
42	183	75	157	75	13	132	398	38	71	73		96		101	315	57	357	332	141		113	12		35	
43	210	132	196	93		114	495	64	47	62	17	93	33	192	498	79	350	287	311		223				
44	239					124	166	86		56			67	6	77	139	147	333	45		19	98	52		
45																					19				
46	221	83	118	132	60	149	399	121	142	111		374	37	343	185	104	98	210	18	18	136		26		
47		435	94			116	94	31	36	339	133	31		89			12		94			716			
48		56	99	22			77		25	53		74	25	53					50		28				
50	4	2		4			6		4			2					37								
52							7											2							
53	267	73	256	64	101		375	101	81			160	133	95			73	49			19				
54	38	165	118	40	41	119	137		19	19		144		63	19	19	12		19		21			2	
55	33	32	493				193			134		32		130			12		63		142				
57	42	23	63	192			272	86	126	117		84		68			12								
58			29	51	166	365	228	22	86			1	165	32				57			89				
59	105	73		43		166	188	412	51	182		51			155		37				57	33		2	
60	119		48				71		71			22	107	157					24						
61													67	61					316						
63	18		18	18	40			18						18	18		114	16	36					2	
64	46	81	55	5	33	67	151		59	30		52	5	11		10		5	35		15				
70		74																							
72		1																							
73	10	66	20		10	11	60							32											
78																					10			4	
80		69	216				123	105		121			62					16							
88																									
89																									
91				21					73			31	133	7			12				29	33			
92		219		64	41	135	325			2		31		12		20	99	194			67		26		
93	267	219	1	21						54		62	67	6	155		24	65							
94		73		64			33										49								
96																									
98													6	232			61	49					65		
99																	49					33			
	8072	7214	5560	5413	3571	11792	22583	4728	4905	6893	2157	8271	7704	5338	7324	2454	4345	5396	2771	18	4689	2853	1549	77	

Tabla 3.3, MATRIZ DE ORIGEN – DESTINO DE VIAJES TOTALES, 2006. (Continuación)

Fuente: TOMO XI, Estimación de la demanda de transporte en la ciudad de San Juan del Río.

	52	53	54	55	57	58	59	60	61	63	64	70	72	73	78	80	88	89	91	92	93	94	96	98	99		
1				257										21		57			51	127				25	25	4679	
2																										12	
3		42		145		27	30												13	42	13	13		27	13	4027	
4		69	20	419	44					19	21			73		32						22		66		6615	
5																										61	
6		99					13													47	47					5007	
7																										12	
8		400			22		43			56					43					155	22	43		86		6308	
9			53	855	22	30	53			63	62	205		10							22					7446	
10													1													1451	
11														10										31		1165	
12		24									5	24	81							24						1481	
14		36	121		34		17				21		2						34	134	34					4734	
15		47								3	5								3	3						294	
16		11	86	33		178					10															1198	
17											10				26	52			78	26		26				2239	
18									55					10						55		55				1071	
19										19	5									14						1401	
20		30	172																	33	30					2755	
21			347	17			39			92	22					17			35	142				35		4589	
22											5										164					3053	
23		37	208	34							15									73						4744	
24	5	109	111			30	162				74			10					86	86	69		17			10072	
25			146		22	44	97	25	126	156	15					64			39	143	156	117	39	39	10324		
26		256	39	33	44		111	49		19	52			10					25	256			22			8010	
27		79	157	33	22		79				77	68	1	62		64				211	233	70				7009	
28		255	118	460	65	82		25		19	67			21		128					22					5577	
29		67			214	66	46			42	10								21	64	21	62				5341	
30		93	40			174				37	31			10						40						3528	
31			99			372	160				72		1	10						181						11673	
32	7	399	145	164	283	208	196	148			140			62		160				288	13	32				22884	
33		93			83		435			19	5					106											4740
34		82	20		131	89	53	74			62								70							4635	
35			39	132	114	30	216				31					177				24	27					6988	
36																											2198
37		113	139	33	87		53	49			50								30	30	59					8167	
38		128				173		99	64		5					64			128		64					7661	
39		93	59	132	65	30		146	57	19	10			31					31	12	6			6		5336	
40			20				167			19											74			223			7307

Tabla 3.3, MATRIZ DE ORIGEN – DESTINO DE VIAJES TOTALES, 2006. (Continuación)

Fuente: TOMO XI, Estimación de la demanda de transporte en la ciudad de San Juan del Río.

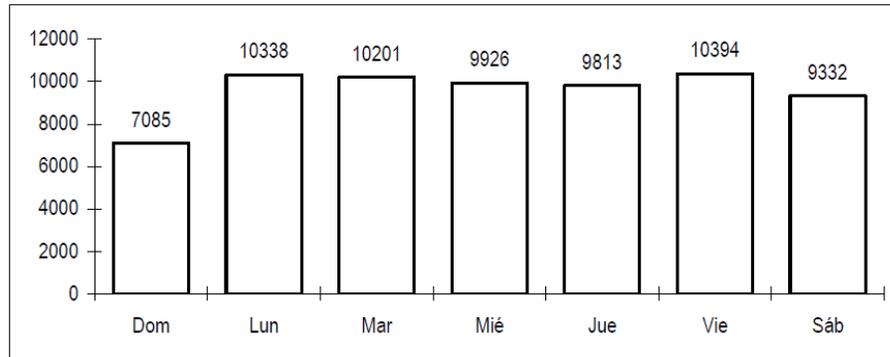
	52	53	54	55	57	58	59	60	61	63	64	70	72	73	78	80	88	89	91	92	93	94	96	98	99	
41			20																	19						2495
42		73	13	12	12		40			112									24	143	12	47		47	4459	
43	2	47				30					5									171	62			47	47	5536
44			20	66				25	313	37	31															2902
45																										19
46		30	20	164		89	53				15				9				28	74					4526	
47							35												31					63	31	2782
48																					25					1558
50			2				2			2					4											79
52																										14
53				33		101					10								45		45					2972
54			347				42												19	38	38			19	2788	
55		32		4120			35									63				190	126					7515
57					746	84	22	25											63	63						2254
58		93		33	87	243	192									128										2309
59			39		23	202	1322				10											51	102		51	3810
60					24			551	223										48				24			1513
61								230											144							997
63			39								10				20						18					812
64		11					11			10	71									5	15	15			5	1093
70												284		21												601
72																				2						83
73												20		445								10		31		875
78										19																109
80				66		65										196					131	31				1297
88																										71
89																										81
91		47	20		65			49	134		5		2							1						797
92			39	198	65					37	15					96				51						2738
93		47	39	132			53				10			10		32						51				1983
94							107	25																		544
96														31												31
98			20				53				5															832
99																										164
	14	2942	2757	7571	2274	2382	3902	1520	972	799	1069	601	88	873	128	1310	74	78	950	2791	1926	587	31	809	155	256431

Tabla 3.3, MATRIZ DE ORIGEN – DESTINO DE VIAJES TOTALES, 2006. (Continuación)
Fuente: TOMO XI, Estimación de la demanda de transporte en la ciudad de San Juan del Río.

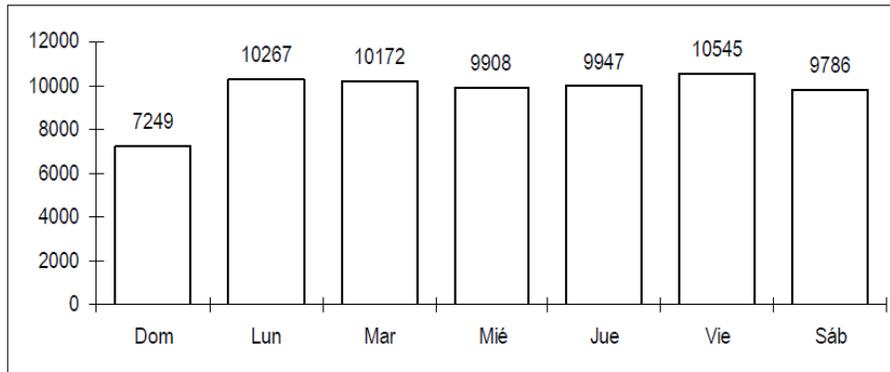
9.2. ANEXO 2. AFOROS SEMANALES, FUENTE: TOMO XIII, MEDICIÓN Y ANÁLISIS DEL VOLUMEN DE TRÁNSITO EN LAS PRINCIPALES VIALIDADES DEL CIUDAD DE SAN JUAN DEL RÍO.

1) Av. Tecnológico.

Sentido Poniente-Oriente:

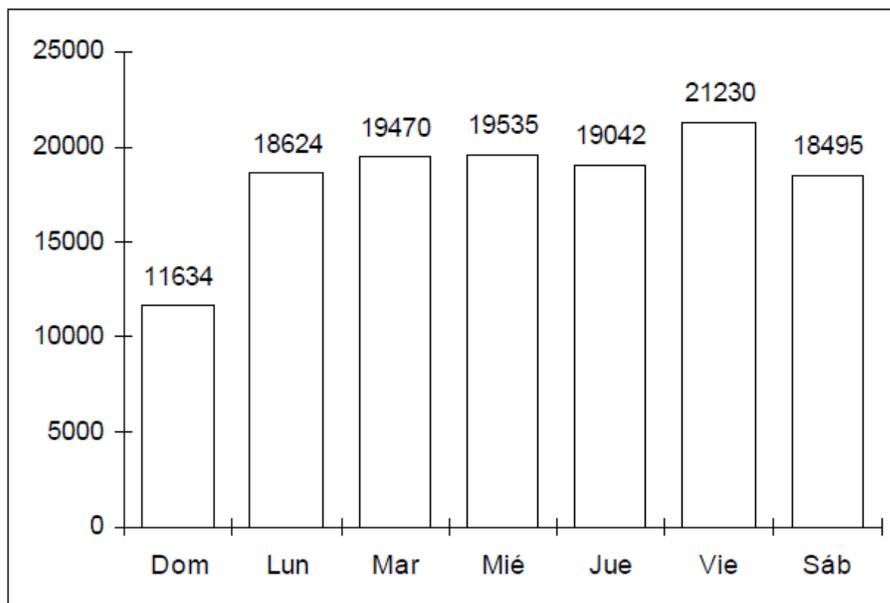


Sentido Oriente-Poniente

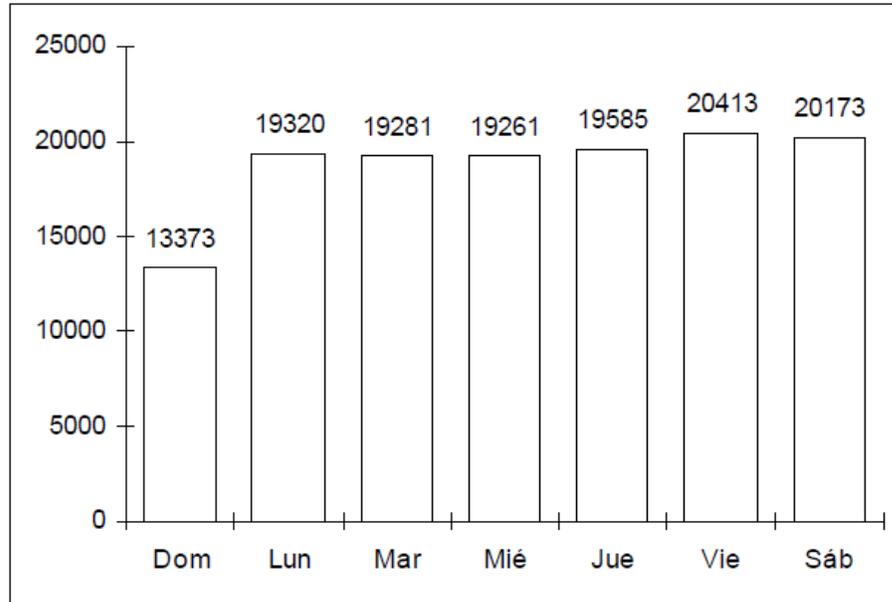


2) Av. Central (paseo central).

Sentido Sur-Norte

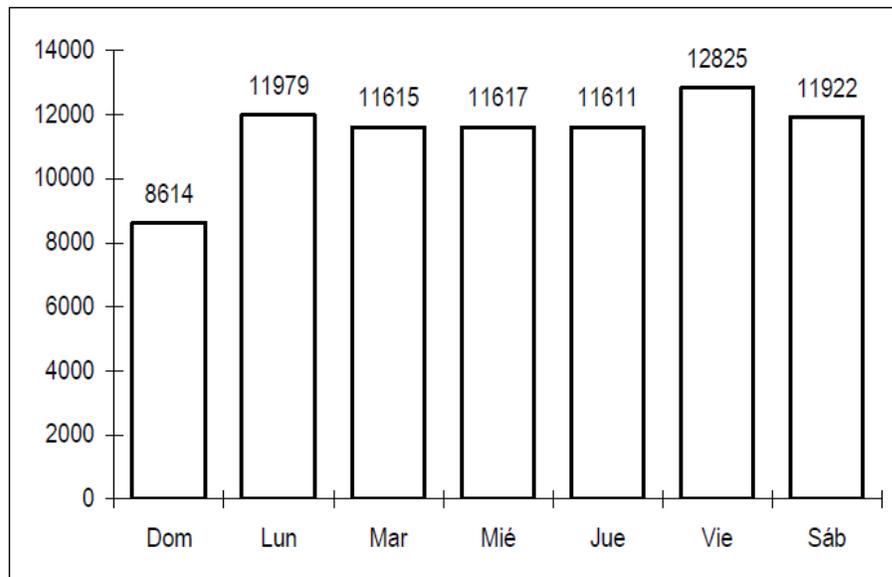


Sentido Norte-Sur

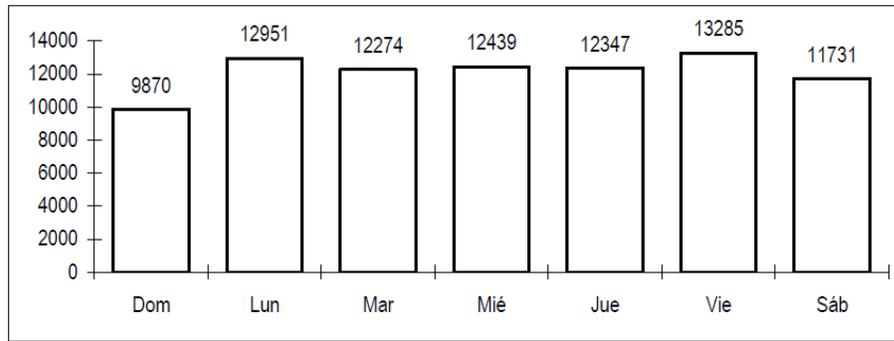


3) Av. Río Moctezuma.

Sentido Poniente Oriente.

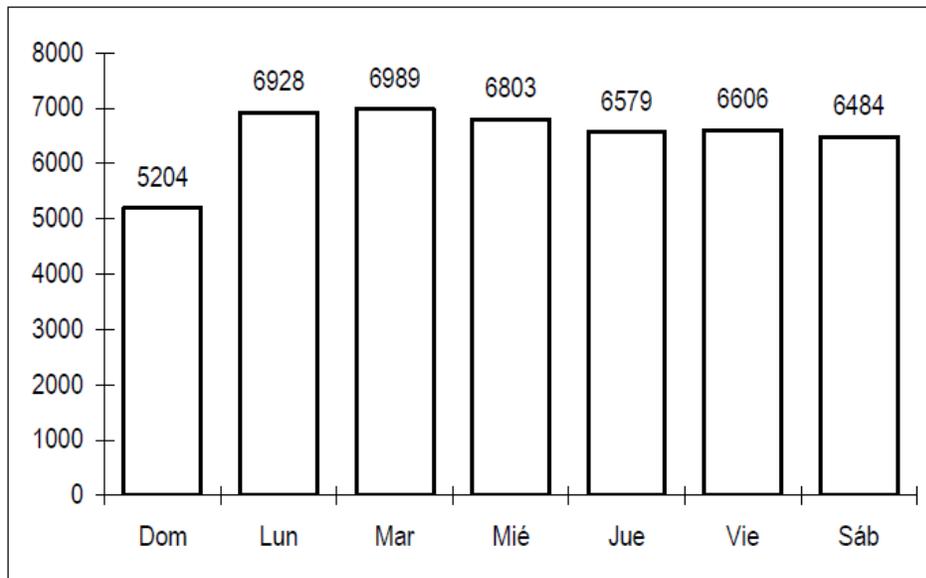


Sentido Oriente-Poniente

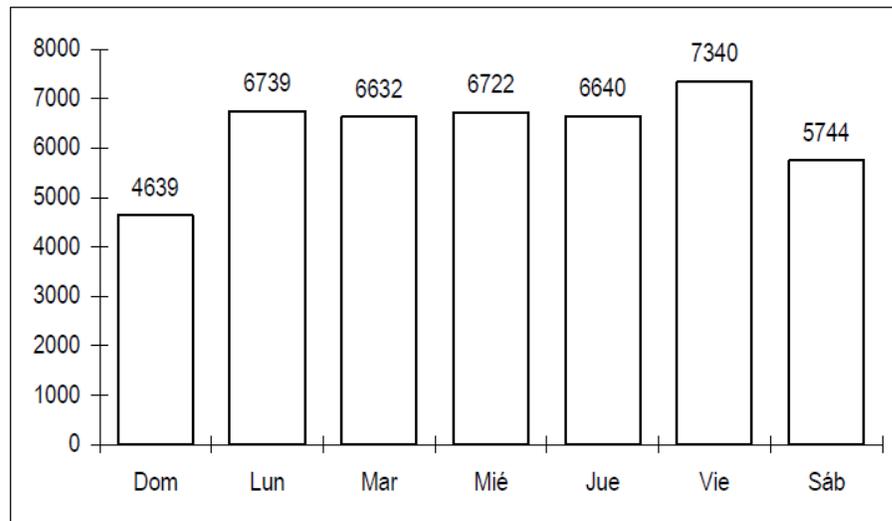


4) Av. Lomas de San Juan.

Sentido Norte-Sur

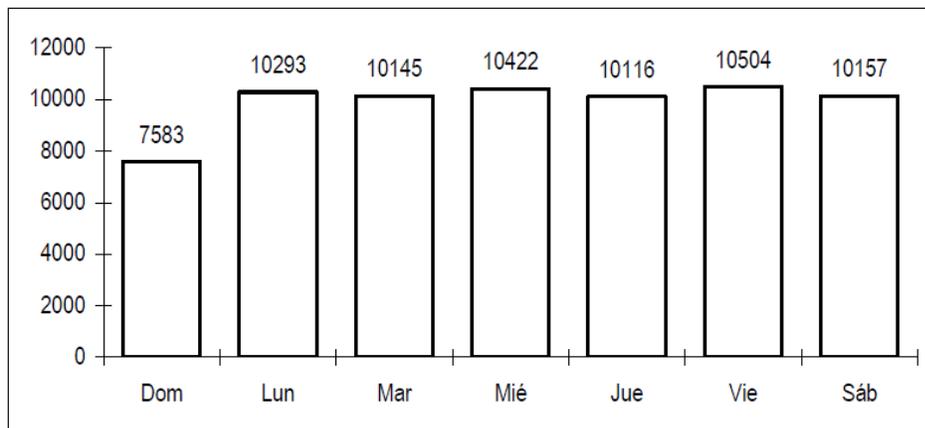


Sentido Sur-Norte

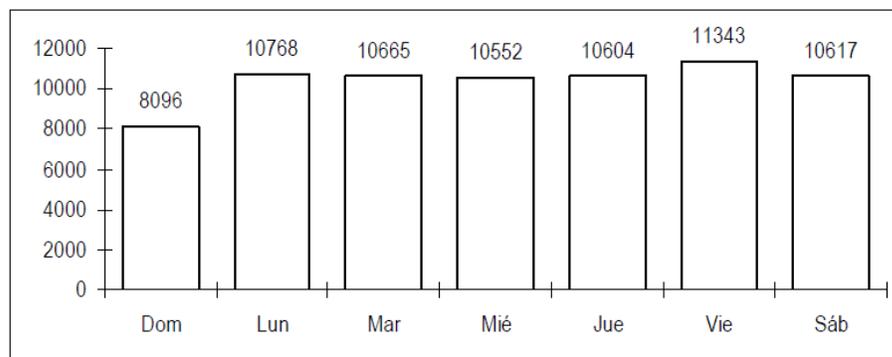


5) Av. Universidad.

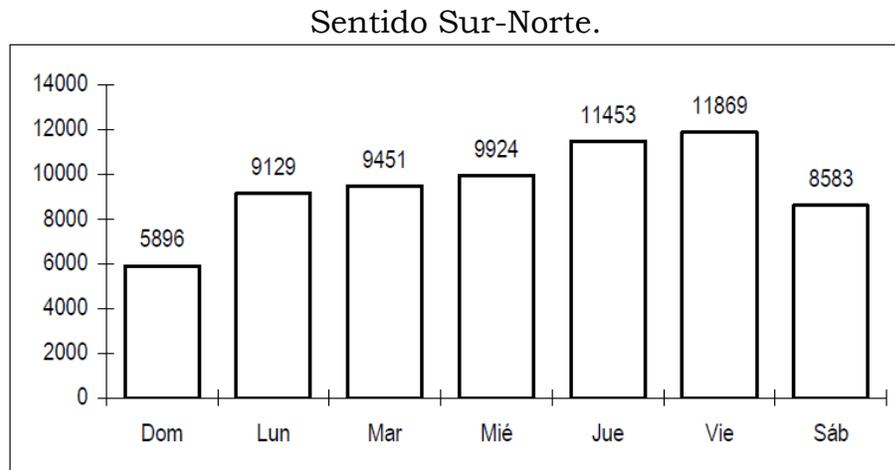
Sentido Poniente-Oriente.



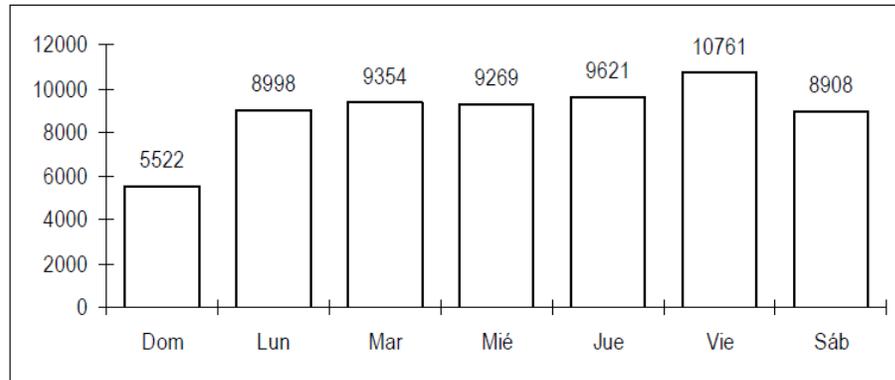
Sentido Oriente-Poniente



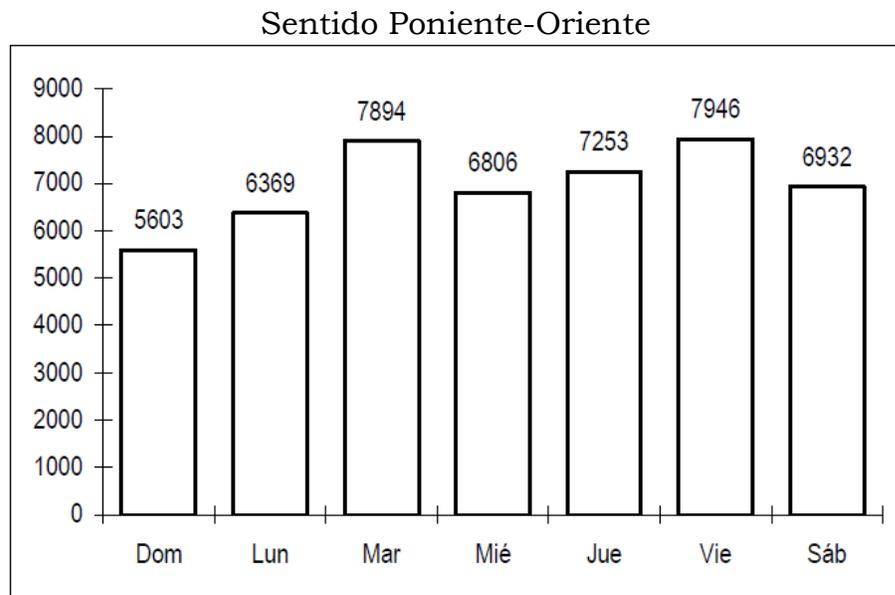
6) Av. Constituyentes.



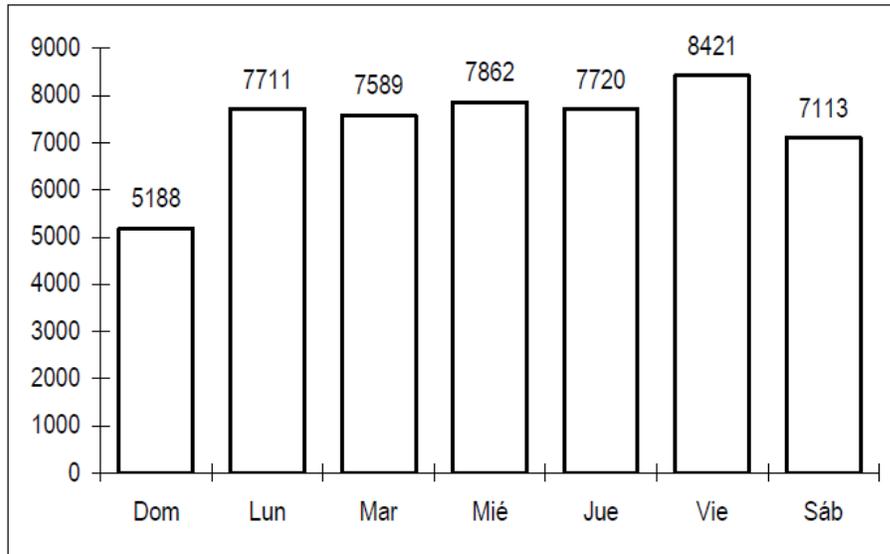
Sentido Norte-Sur



7) Av. Pablo Cabrera.

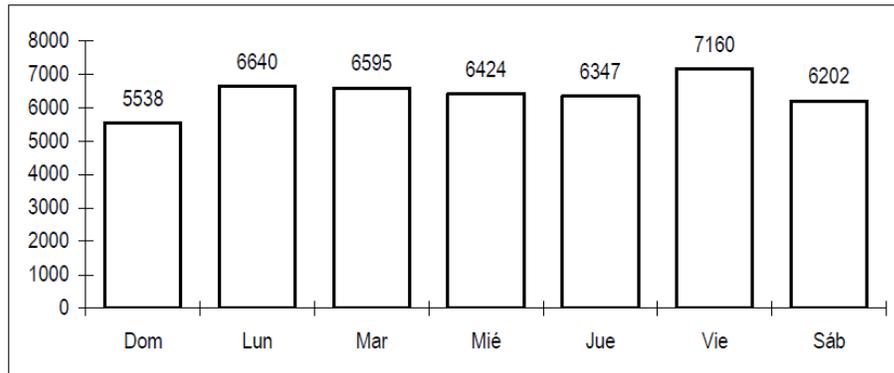


Sentido Oriente-Poniente



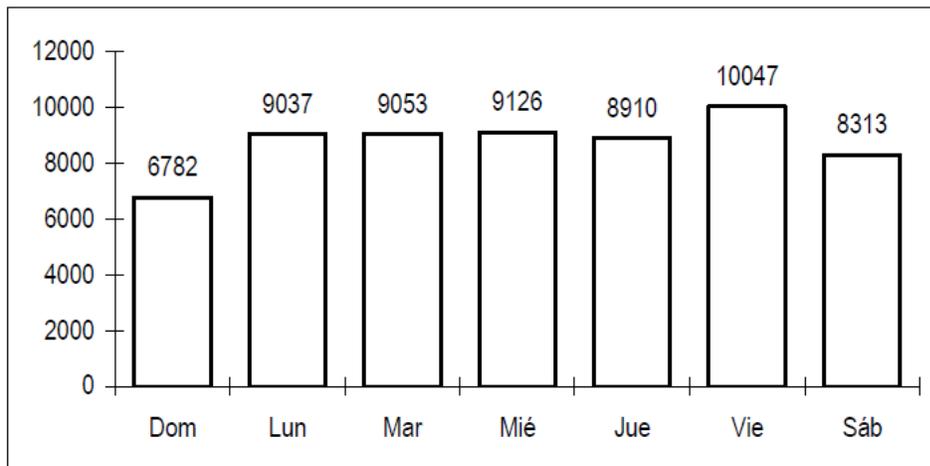
8) Av. 20 de Noviembre.

Sentido Oriente-Poniente.

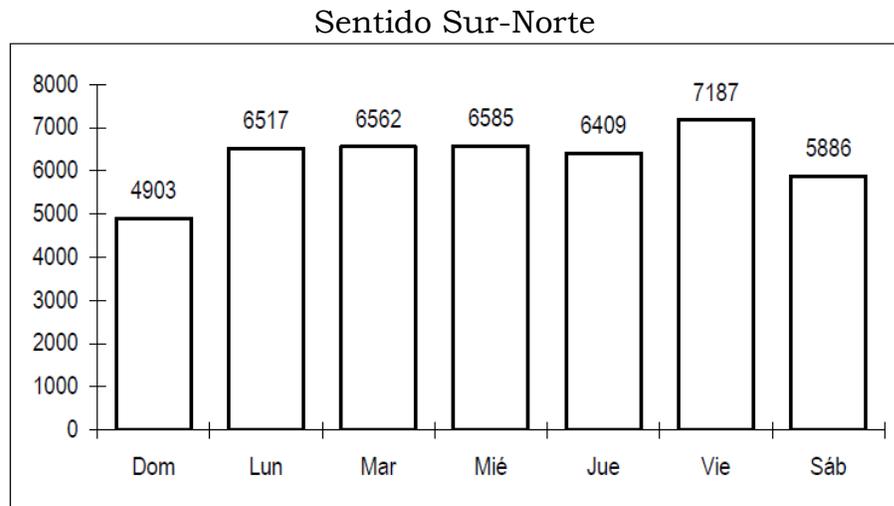


9) Av. Ayuntamiento.

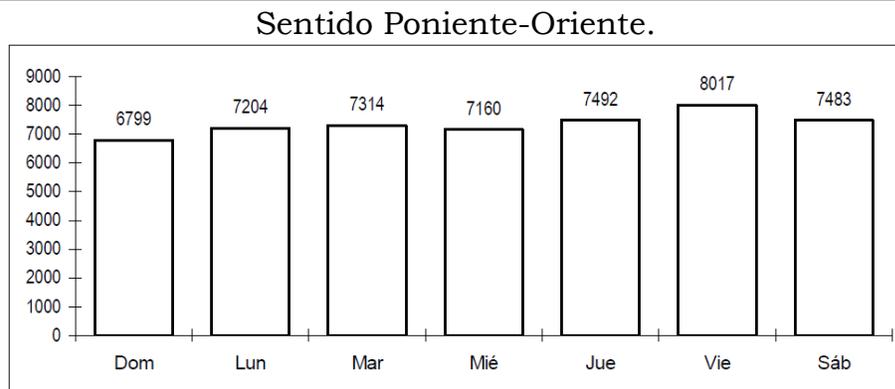
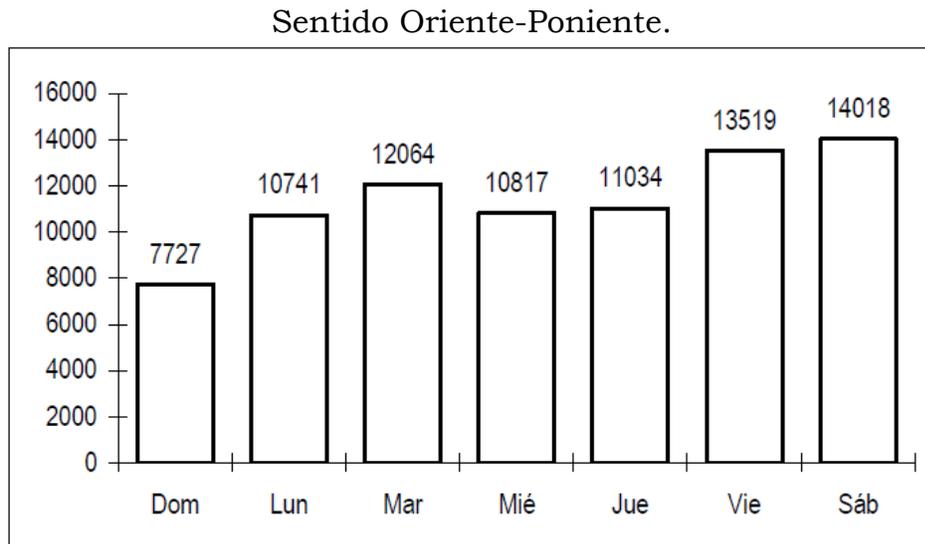
Sentido Norte-Sur.



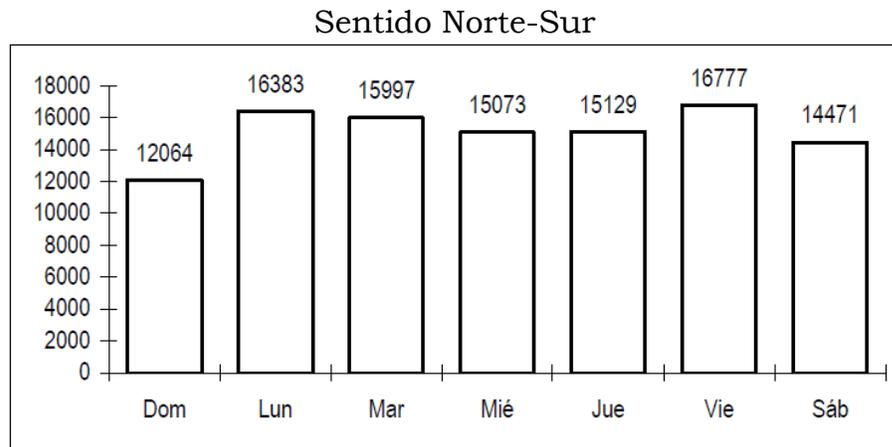
10) Av. Corregidora.



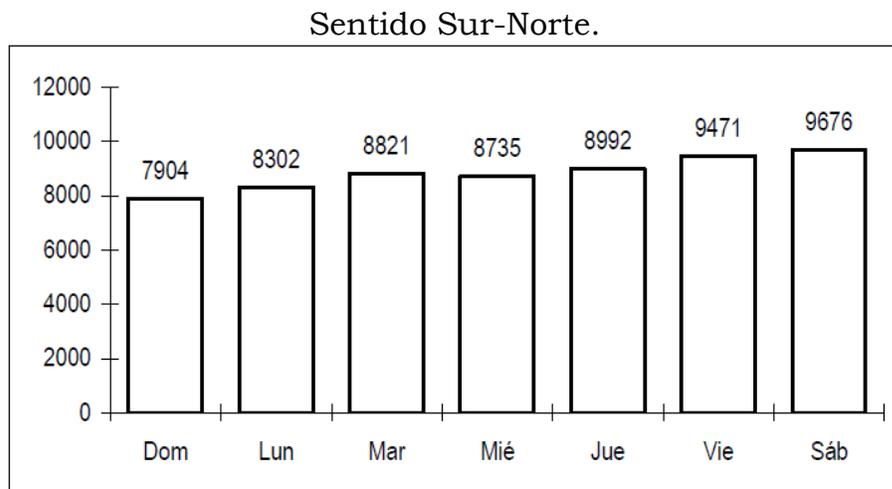
11) Av. Juárez Centro.



12) Av. Hidalgo Sur.



13) Av. Hidalgo Centro.



9.3. ANEXO 3. INVENTARIO VIAL, MARZO DEL 2012, VIALIDADES PRINCIPALES.

INVENTARIO VIAL, MARZO DEL 2012						
ID	NOMBRE DE VIALIDAD	LONGITUD km	CARRILES EN AMBOS SENTIDOS	CARRILES AB	CARRILES BA	JERARQUÍA
6067	BENITO JUAREZ	0.15	2	1	1	1
6325	BENITO JUAREZ	0.38	2	1	1	1
6326	BENITO JUAREZ	0.13	2	1	1	1
6327	BENITO JUAREZ	0.27	2	1	1	1
6328	BENITO JUAREZ	0.1	2	1	1	1
6329	BENITO JUAREZ	0.47	2	1	1	1
6330	BENITO JUAREZ	0.14	2	1	1	1
6331	BENITO JUAREZ	0.13	2	1	1	1
6332	BENITO JUAREZ	0.08	2	1	1	1
1712	BENITO JUAREZ PONIENTE	0.16	4	2	2	1
1713	BENITO JUAREZ PONIENTE	0.14	4	2	2	1
1714	BENITO JUAREZ PONIENTE	0.06	4	2	2	1
1715	BENITO JUAREZ PONIENTE	0.02	4	2	2	1
1716	BENITO JUAREZ PONIENTE	0.06	4	2	2	1
1717	BENITO JUAREZ PONIENTE	0.05	4	2	2	1
1718	BENITO JUAREZ PONIENTE	0.09	4	2	2	1
1719	BENITO JUAREZ PONIENTE	0.09	4	2	2	1
1720	BENITO JUAREZ PONIENTE	0.14	4	2	2	1
6510	CENTRAL	0.05	2	1	1	1
6629	CENTRAL	0.34	4	2	2	1
6630	CENTRAL	0.1	4	2	2	1
6631	CENTRAL	0.36	6	3	3	1
6632	CENTRAL	0.47	6	3	3	1
6633	CENTRAL	0.21	6	3	3	1
6634	CENTRAL	0.21	6	3	3	1
6635	CENTRAL	0.21	6	3	3	1
6636	CENTRAL	0.11	6	3	3	1
6637	CENTRAL	0.11	6	3	3	1
6638	CENTRAL	0.1	6	3	3	1
6639	CENTRAL	0.08	6	3	3	1
6640	CENTRAL	0.24	6	3	3	1
6641	CENTRAL	0.42	6	3	3	1
6642	CENTRAL	0.3	6	3	3	1
6643	CENTRAL	0.11	6	3	3	1
6644	CENTRAL	0.07	8	4	4	1
6645	CENTRAL	0.06	8	4	4	1
6646	CENTRAL	0.1	8	4	4	1
6647	CENTRAL	0.15	8	4	4	1
6648	CENTRAL	0.06	8	4	4	1
6649	CENTRAL	0.09	8	4	4	1
6650	CENTRAL	0.01	8	4	4	1
6651	CENTRAL	0.04	8	4	4	1
6652	CENTRAL	0.11	8	4	4	1
6653	CENTRAL	0.08	8	4	4	1
6654	CENTRAL	0.16	8	4	4	1
6655	CENTRAL	0.04	8	4	4	1
6656	CENTRAL	0.03	8	4	4	1
6657	CENTRAL	0.08	8	4	4	1
6658	CENTRAL	0.06	8	4	4	1
6659	CENTRAL	0.1	8	4	4	1
6660	CENTRAL	0.1	8	4	4	1
6661	CENTRAL	0.06	8	4	4	1
6662	CENTRAL	0.13	8	4	4	1
6663	CENTRAL	0.07	8	4	4	1
6664	CENTRAL	0.16	4	2	2	1
6665	CENTRAL	0.11	4	2	2	1

INVENTARIO VIAL, MARZO DEL 2012						
ID	NOMBRE DE VIALIDAD	LONGITUD km	CARRILES EN AMBOS SENTIDOS	CARRILES AB	CARRILES BA	JERARQUÍA
6666	CENTRAL	0.04	4	2	2	1
6667	CENTRAL	0.02	4	2	2	1
6668	CENTRAL	0.07	4	2	2	1
2004	CLAVELES	0.06	2	2	0	1
2005	CLAVELES	0.06	2	2	0	1
6513	CONSTITUYENTES	0.2	2	1	1	1
6609	CONSTITUYENTES	0.17	2	1	1	1
6610	CONSTITUYENTES	0.36	2	1	1	1
6611	CONSTITUYENTES	0.13	2	1	1	1
6612	CONSTITUYENTES	0.47	4	2	2	1
6613	CONSTITUYENTES	0.13	4	2	2	1
6614	CONSTITUYENTES	0.09	4	2	2	1
6615	CONSTITUYENTES	0.05	4	2	2	1
6616	CONSTITUYENTES	0.16	4	2	2	1
6617	CONSTITUYENTES	0.15	4	2	2	1
6618	CONSTITUYENTES	0.06	4	2	2	1
6619	CONSTITUYENTES	0.11	4	2	2	1
6620	CONSTITUYENTES	0.11	4	2	2	1
6621	CONSTITUYENTES	0.08	4	2	2	1
6622	CONSTITUYENTES	0.1	4	2	2	1
6623	CONSTITUYENTES	0.22	4	2	2	1
6387	ESTATAL NO 124	0.11	2	1	1	1
6499	ESTATAL NO 124	0.13	2	1	1	1
214	FEDERAL NO 57	0.37	6	3	3	1
2509	FEDERAL NO 57	0.26	6	3	3	1
2510	FEDERAL NO 57	0.07	6	3	3	1
2511	FEDERAL NO 57	0.02	6	3	3	1
2512	FEDERAL NO 57	0.05	6	3	3	1
2513	FEDERAL NO 57	0.16	6	3	3	1
2515	FEDERAL NO 57	0.09	6	3	3	1
2516	FEDERAL NO 57	0.06	6	3	3	1
2517	FEDERAL NO 57	0.49	6	3	3	1
2518	FEDERAL NO 57	0.22	6	3	3	1
2519	FEDERAL NO 57	0.24	6	3	3	1
2520	FEDERAL NO 57	0.67	6	3	3	1
2521	FEDERAL NO 57	0.29	3	0	3	1
2522	FEDERAL NO 57	0.56	3	0	3	1
4847	FEDERAL NO 57	0.03	3	3	0	1
6268	FEDERAL NO 57	0.22	3	3	0	1
6269	FEDERAL NO 57	0.31	3	3	0	1
6401	FEDERAL NO. 120	0.27	4	2	2	1
6402	FEDERAL NO. 120	0.28	4	2	2	1
6459	FEDERAL NO. 120	0.22	4	2	2	1
418	JOSÉ MARÍA MORELOS	0.11	1	1	0	1
908	MIGUEL HIDALGO	0.02	4	2	2	1
1721	MIGUEL HIDALGO	0.04	4	2	2	1
1722	MIGUEL HIDALGO	0.09	4	2	2	1
1723	MIGUEL HIDALGO	0.07	4	2	2	1
1724	MIGUEL HIDALGO	0.17	4	2	2	1
1725	MIGUEL HIDALGO	0.24	4	2	2	1
1726	MIGUEL HIDALGO	0.02	4	2	2	1
1727	MIGUEL HIDALGO	0.01	4	2	2	1
1728	MIGUEL HIDALGO	0.14	4	2	2	1
1729	MIGUEL HIDALGO	0.07	4	2	2	1
1730	MIGUEL HIDALGO	0.15	4	2	2	1
1731	MIGUEL HIDALGO	0.05	4	2	2	1
1732	MIGUEL HIDALGO	0.01	4	2	2	1

INVENTARIO VIAL, MARZO DEL 2012						
ID	NOMBRE DE VIALIDAD	LONGITUD km	CARRILES EN AMBOS SENTIDOS	CARRILES AB	CARRILES BA	JERARQUÍA
3896	NINGUNO	0.04	1	0	1	1
3898	NINGUNO	0.03	1	1	0	1
4841	NINGUNO	0.25	1	1	0	1
6266	NINGUNO	0.16	1	1	0	1
5424	PANAMERICANA	0.12	1	0	1	1
2394	PANAMERICANA A QUERÉTARO	0.4	4	2	2	1
5516	PANAMERICANA A QUERÉTARO	0.77	6	3	3	1
6872	SIN NOMBRE	0.2	2	1	1	1
6873	SIN NOMBRE	0.5	4	2	2	1
6874	SIN NOMBRE	0.96	2	1	1	1
6875	SIN NOMBRE	0.9	6	3	3	1
6887	SIN NOMBRE	1.71	6	3	3	1
6888	SIN NOMBRE	0.42	6	3	3	1
6889	SIN NOMBRE	0.68	6	3	3	1
6890	SIN NOMBRE	0.2	1	1	0	1
6891	SIN NOMBRE	0.53	1	1	0	1
6892	SIN NOMBRE	0.78	6	3	3	1
6893	SIN NOMBRE	0.49	1	1	0	1
6894	SIN NOMBRE	0.76	6	3	3	1
6895	SIN NOMBRE	0.51	6	3	3	1
6896	SIN NOMBRE	0.47	1	1	0	1
6897	SIN NOMBRE	0.48	6	3	3	1
6898	SIN NOMBRE	0.67	2	1	1	1
6899	SIN NOMBRE	0.35	3	0	3	1
6900	SIN NOMBRE	0.62	3	0	3	1
6901	SIN NOMBRE	0.54	3	3	0	1
6902	SIN NOMBRE	1.04	3	3	0	1
6904	SIN NOMBRE	0.55	3	0	3	1
6905	SIN NOMBRE	0.56	3	3	0	1
6906	SIN NOMBRE	0.24	3	0	3	1
6907	SIN NOMBRE	1.28	3	3	0	1
6908	SIN NOMBRE	0.45	3	0	3	1
6909	SIN NOMBRE	0.44	3	0	3	1
6910	SIN NOMBRE	0.74	3	0	3	1
6912	SIN NOMBRE	0.23	3	0	3	1
6913	SIN NOMBRE	0.52	3	3	0	1
6914	SIN NOMBRE	0.4	3	3	0	1
6920	SIN NOMBRE	0.57	3	0	3	1
6921	SIN NOMBRE	0.52	3	3	0	1
6924	SIN NOMBRE	0.2	3	3	0	1
6925	SIN NOMBRE	0.31	3	0	3	1
6926	SIN NOMBRE	0.15	3	0	3	1
6929	SIN NOMBRE	0.53	3	0	3	1
6931	SIN NOMBRE	0.29	4	2	2	1
6932	SIN NOMBRE	0.19	4	2	2	1
6933	SIN NOMBRE	0.59	2	1	1	1
6934	SIN NOMBRE	0.15	2	1	1	1
6935	SIN NOMBRE	0.3	2	1	1	1
6936	SIN NOMBRE	0.12	2	1	1	1
6937	SIN NOMBRE	0.04	2	1	1	1
6938	SIN NOMBRE	0.02	2	1	1	1
6940	SIN NOMBRE	2.01	4	2	2	1
6944	SIN NOMBRE	0.59	2	1	1	1
6945	SIN NOMBRE	0.53	2	1	1	1
6946	SIN NOMBRE	0.42	6	3	3	1
6947	SIN NOMBRE	0.31	2	1	1	1
6948	SIN NOMBRE	0.42	2	1	1	1
6949	SIN NOMBRE	1.07	2	1	1	1

INVENTARIO VIAL, MARZO DEL 2012						
ID	NOMBRE DE VIALIDAD	LONGITUD km	CARRILES EN AMBOS SENTIDOS	CARRILES AB	CARRILES BA	JERARQUÍA
6950	SIN NOMBRE	0.7	2	1	1	1
6951	SIN NOMBRE	0.47	2	1	1	1
6952	SIN NOMBRE	0.77	4	2	2	1
6953	SIN NOMBRE	0.25	4	2	2	1
6954	SIN NOMBRE	0.42	4	2	2	1
6955	SIN NOMBRE	0.34	4	2	2	1
6958	SIN NOMBRE	0.28	3	3	0	1
7149	SIN NOMBRE	0.54	1	1	0	1
880	SIN VIALIDAD	0.53	6	3	3	1
6403	SIN VIALIDAD	0.17	4	2	2	1
1092	TECNOLOGICO	0.11	1	1	0	1
2599	TECNOLOGICO	0.15	1	1	0	1
6685	TECNOLOGICO	0.03	1	1	0	1
1492	UNIVERSIDAD	0.07	4	2	2	1
1493	UNIVERSIDAD	0.24	4	2	2	1
1494	UNIVERSIDAD	0.11	4	2	2	1
1558	UNIVERSIDAD	0.03	4	2	2	1
1559	UNIVERSIDAD	0.05	4	2	2	1
1560	UNIVERSIDAD	0.06	4	2	2	1
1562	UNIVERSIDAD	0.03	4	2	2	1
1563	UNIVERSIDAD	0.05	4	2	2	1
1564	UNIVERSIDAD	0.01	4	2	2	1
1565	UNIVERSIDAD	0.08	4	2	2	1
1566	UNIVERSIDAD	0.04	4	2	2	1
1567	UNIVERSIDAD	0.09	4	2	2	1
1568	UNIVERSIDAD	0.09	4	2	2	1
1569	UNIVERSIDAD	0.07	4	2	2	1
1570	UNIVERSIDAD	0.07	4	2	2	1
5675	UNIVERSIDAD	0.09	4	2	2	1
6121	UNIVERSIDAD	0.09	4	2	2	1

9.4. ANEXO 6. FOTOGRAFÍAS DE RECORRIDOS EN VIALIDADES PRINCIPALES.



Foto 5.1, Av. Felipe Ángeles.
Abril de 2012



Foto 5.2, Av. Mariano Matamoros.
Abril de 2012



Foto 5.3, Av. José María Morelos y Pavón.
Abril de 2012



Foto 5.4, Av. José María Arteaga.
Abril de 2012



Foto 5.5, Av. Universidad.
Abril de 2012



Foto 5.6, Av. Universidad y Sta. Cruz.
Abril de 2012



Foto 5.7, Av. Río Moctezuma.
Abril de 2012



Foto 5.9, Av. Francisco Villa.
Abril de 2012



Foto 5.10, Av. Central, dirección sur - norte.
Abril de 2012



Foto 5.11, Carretera federal 120, dirección sur - norte.
Abril de 2012



Foto 5.12, Av. Central, dirección norte - sur.
Abril de 2012



Foto 5.13, Carretera federal 120, dirección norte - sur.
Abril de 2012

9.5. ANEXO 5, MATRIZ DE ORIGEN – DESTINO DE VIAJES TOTALES, 2012.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	286	0	22	23	0	0	0	0	33	0	3	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	21	0	143	67	0	2	0	5	19	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	15	3	
4	18	0	65	101	0	6	0	14	8	0	7	3	0	27	1	5	12	0	3	0	20	75	16	32	14
5	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	1	2	6	7	117	5	16	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
7	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	4	10	0	16	0	253	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	17
9	35	0	20	8	0	34	0	32	16	18	16	20	0	54	0	5	0	0	10	7	36	0	12	49	5
10	0	0	3	0	0	0	0	0	17	26	16	3	0	11	5	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	7	0	0	0	0	16	17	13	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	10
12	0	0	0	3	0	0	0	0	19	2	2	15	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	7	5
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	16	0	0	0	0	31	7	0	2	0	44	0	5	0	0	1	2	18	5	5	28	28
15	4	0	0	1	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	5	0	0	1	0	0	2	5	0
16	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	4	0	5	19	2	0	0	2	0	7	3	0
17	0	0	0	8	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	5	18	59	3	6	17	5	0	6	0	3
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	16	11	0	0	19	6	0
19	0	0	0	2	0	0	0	0	6	0	0	0	0	1	0	0	5	17	9	27	5	0	3	5	4
20	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	2	1	0	16	12	27	51	2	0	0	15	6
21	0	0	6	14	0	0	0	0	25	0	0	2	0	14	0	2	5	0	5	2	37	9	25	48	4
22	0	0	0	53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	9	17	18	14	4
23	8	0	0	11	0	0	0	0	7	0	0	0	0	5	2	8	5	17	7	0	24	17	44	56	20
24	2	0	12	13	0	0	0	5	27	0	5	8	0	30	5	4	0	6	5	21	50	15	57	161	65
25	0	0	3	15	0	5	0	18	5	0	10	5	0	28	0	0	3	0	4	6	4	4	20	64	209
26	0	0	4	42	0	9	0	0	17	5	7	15	0	50	0	3	0	0	0	27	16	0	12	32	32
27	4	0	6	3	0	14	0	13	30	0	9	6	0	39	1	3	12	0	6	20	4	112	8	47	52
28	8	0	13	9	0	12	0	27	4	8	7	13	0	42	0	5	30	0	22	20	24	19	29	28	8
29	0	0	17	77	0	59	0	0	199	0	39	60	0	8	0	0	0	5	0	0	10	19	16	16	38
30	0	0	0	12	0	2	0	5	5	0	9	0	0	1	0	0	1	0	0	3	0	2	2	6	1
31	3	0	3	24	0	12	0	9	20	3	0	10	0	18	2	12	0	0	0	6	29	12	11	69	24
32	37	0	64	92	0	55	0	61	184	37	14	18	0	68	0	4	24	0	5	27	77	21	27	92	142
33	0	0	0	2	0	3	0	14	8	0	0	0	0	10	0	6	0	0	0	0	0	0	7	19	0
34	0	0	4	7	0	38	0	14	5	0	0	0	0	3	0	1	0	5	1	0	1	0	6	4	2
35	11	0	32	5	0	16	0	19	10	13	0	0	0	21	0	4	6	0	6	0	12	0	12	35	15
36	0	0	1	20	0	0	0	19	9	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0
37	5	0	0	20	0	14	0	32	25	0	0	5	0	24	0	6	9	0	2	3	15	0	14	32	50
38	0	0	0	10	0	20	0	9	26	0	0	3	0	0	0	0	6	0	2	0	2	9	9	7	24
39	0	0	7	8	0	16	0	9	1	11	0	5	0	19	1	1	7	0	3	0	9	19	5	21	18
40	0	0	0	8	0	5	0	7	37	3	0	0	0	18	1	29	0	0	0	9	4	0	45	65	7

Tabla 5.6, MATRIZ DE ORIGEN – DESTINO DE VIAJES TOTALES, 2012.

Fuente: TOMO XI, Estimación de la demanda de transporte en la ciudad de San Juan del Río y estudio propio 2012.

Tabla 5.6, MATRIZ DE ORIGEN – DESTINO DE VIAJES TOTALES, 2012. (Continuación)
 Fuente: TOMO XI, Estimación de la demanda de transporte en la ciudad de San Juan del Río y estudio propio 2012.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
41	0	0	0	6	0	0	0	9	7	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	6	0	0	12	15	0
42	0	0	0	12	0	0	0	2	15	0	0	1	0	0	0	0	5	1	2	0	21	7	11	17	20
43	0	0	0	17	0	2	0	11	20	0	0	0	0	2	0	7	3	0	6	0	21	3	14	29	29
44	0	0	3	2	0	2	0	9	3	0	0	0	0	12	0	142	0	0	105	0	5	9	9	7	4
45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
46	0	0	0	7	0	1	0	9	10	3	0	3	0	6	0	0	0	0	2	0	9	37	4	11	12
47	0	0	0	11	0	0	0	0	13	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	7	0	8	3
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
52	0	0	0	4	0	0	0	0	11	0	0	0	0	3	0	0	0	25	8	28	6	0	6	6	8
53	0	0	4	7	0	10	0	41	0	0	0	3	0	7	9	0	0	0	0	6	0	0	7	20	0
54	0	0	0	3	0	0	0	6	7	4	0	0	0	12	0	7	0	0	0	16	34	0	21	10	14
55	24	0	11	43	0	0	0	0	82	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	4	0	8	0	0
56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
57	0	0	0	5	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
59	0	0	3	0	0	1	0	11	5	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	5	0	2	20	10
60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
63	0	0	0	3	0	0	0	10	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	10	0	0	0	16
64	0	0	0	3	0	0	0	0	9	0	0	1	0	5	1	1	1	0	1	0	2	1	2	6	2
65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
73	2	0	0	7	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	6	2	0	0	0	0	0	2	0
74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	5	0	0	9	0
92	5	0	4	2	0	4	0	3	0	0	0	3	0	14	0	0	0	6	2	3	19	0	9	12	15
93	13	0	1	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	7	0	38	0	16	16
94	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	13
96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
58	0	0	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	4	0
61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	13
62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
96	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0

	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	50	51	52
1	0	3	8	0	0	7	23	0	0	8	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	3	3	13	2	0	8	43	0	11	22	1	0	0	6	0	1	0	0	6	0	0	0	0	0	6
4	41	3	16	11	34	45	64	7	30	7	16	16	8	5	17	6	24	39	5	0	7	9	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	8	10	12	9	36	115	101	15	37	20	0	14	17	16	5	0	0	4	5	0	1	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	10	27	0	5	10	45	14	13	3	13	7	9	8	17	12	3	23	19	0	9	4	0	0	17
9	16	22	0	40	17	60	67	46	15	7	8	27	24	1	69	5	38	39	0	0	9	12	0	0	0
10	5	0	8	0	0	6	48	0	0	10	0	0	0	9	5	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
11	6	7	6	6	25	0	22	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	15	2	17	9	0	21	17	0	19	0	2	2	2	5	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
14	29	25	25	5	0	15	78	18	6	19	0	21	2	22	298	4	0	3	198	0	13	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	2	1	3	0	0	6	3	8	8	4	0	5	0	1	19	0	0	6	95	0	0	0	0	0	0
17	0	6	15	0	9	0	31	0	0	3	0	12	6	7	0	0	5	3	0	0	0	0	0	0	23
18	0	0	0	3	0	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	8
19	0	3	14	0	0	0	6	0	5	3	0	5	2	3	0	0	5	7	69	0	4	0	0	0	26
20	17	16	13	0	23	3	36	0	0	0	0	3	0	0	9	6	0	0	0	0	0	0	0	0	5
21	10	4	15	3	0	13	87	5	6	11	6	15	2	10	4	0	18	20	5	0	22	0	0	0	0
22	0	54	12	16	14	5	27	0	18	0	0	0	7	16	0	0	7	3	8	0	76	6	0	0	5
23	14	3	15	11	12	5	33	10	36	29	0	9	20	5	43	11	10	11	9	0	8	0	0	0	6
24	34	22	20	11	46	28	110	35	18	18	0	48	5	15	69	15	16	25	7	0	32	6	0	0	8
25	32	37	8	37	27	54	134	0	20	9	0	42	21	17	8	2	19	19	4	0	11	5	0	0	5
26	92	13	15	12	4	14	80	55	11	27	10	39	34	19	5	10	18	24	21	0	20	0	1	0	12
27	18	59	0	20	58	37	101	19	28	3	0	25	23	17	0	6	19	29	0	0	10	50	0	0	23
28	17	0	3	15	50	54	19	17	88	4	8	10	18	3	34	8	33	43	0	0	13	9	0	0	0
29	18	15	15	70	28	36	92	88	0	8	10	20	4	4	56	12	16	25	0	0	12	0	1	0	0
30	1	3	2	0	51	59	37	8	4	28	0	49	0	40	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0
31	20	35	3	7	59	264	81	34	49	105	7	101	75	131	4	7	27	14	24	0	14	31	0	0	17
32	84	42	17	102	36	54	341	31	148	56	10	150	74	23	94	23	50	65	19	0	46	11	1	0	0
33	14	12	3	16	9	8	19	78	5	54	0	24	7	10	0	0	5	9	11	0	12	3	0	0	3
34	2	3	3	0	4	23	21	4	80	11	5	7	57	10	0	3	4	3	0	0	17	4	0	0	7
35	20	3	5	45	11	35	223	52	11	29	14	30	33	11	33	4	10	2	7	0	13	29	0	0	0
36	8	0	9	21	0	1	38	0	5	15	76	9	0	10	0	0	0	2	0	0	0	13	0	0	3
37	30	30	6	33	23	32	545	71	16	35	9	46	14	12	11	13	7	5	0	0	37	3	0	0	3
38	36	22	20	4	0	75	64	19	158	37	0	16	177	10	17	11	0	4	8	0	5	0	0	0	6
39	22	17	1	4	13	40	25	11	9	9	10	13	11	24	10	16	11	24	1	0	31	11	0	0	0
40	0	0	15	25	0	5	57	0	0	90	0	9	38	21	175	2	27	51	7	0	51	0	0	0	0

Tabla 5.6, MATRIZ DE ORIGEN – DESTINO DE VIAJES TOTALES, 2012. (Continuación)
Fuente: TOMO XI, Estimación de la demanda de transporte en la ciudad de San Juan del Río y estudio propio 2012.

	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	50	51	52
41	10	4	10	12	0	8	26	0	39	4	0	12	10	14	2	23	6	6	15	0	9	0	0	0	0
42	18	8	16	8	1	9	40	5	20	21	0	6	0	29	32	6	36	33	14	0	32	3	4	0	0
43	21	13	20	9	0	8	50	9	13	18	5	6	9	55	50	8	35	29	31	0	64	0	0	0	5
44	24	0	0	0	0	9	17	12	0	16	0	0	19	2	8	14	15	33	5	0	5	28	0	0	0
45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	3
46	23	9	12	14	6	12	47	37	14	11	0	37	4	34	24	11	13	28	2	2	14	0	0	0	0
47	0	45	10	0	0	9	40	3	4	34	13	3	0	9	0	0	2	0	12	0	0	72	0	0	0
50	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
52	0	6	14	3	0	0	12	0	9	5	0	8	3	6	0	0	0	0	5	0	8	0	0	0	0
53	48	13	46	11	108	0	27	36	87	0	0	19	16	11	0	0	14	9	0	0	2	0	0	0	0
54	5	17	17	6	14	11	20	0	7	2	0	16	0	7	2	2	1	0	2	0	6	0	0	0	0
55	3	3	49	0	0	0	34	0	0	10	0	3	0	12	0	0	3	0	14	0	13	0	0	0	0
56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
57	3	2	7	4	0	0	6	9	13	12	0	8	0	7	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
59	8	8	0	6	0	4	47	41	5	18	0	5	0	0	20	0	5	0	0	0	6	3	0	0	0
60	12	0	5	0	0	0	8	0	7	0	0	2	11	16	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
63	2	0	3	3	14	0	0	2	0	0	0	0	0	5	2	0	11	2	4	0	0	0	0	0	0
64	7	8	8	1	12	6	22	0	21	3	0	6	1	1	0	1	0	1	59	0	4	0	0	0	0
65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
73	1	7	2	0	4	3	11	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
91	0	0	0	2	0	0	0	0	7	0	0	3	13	1	0	0	2	0	0	0	3	3	0	0	3
92	0	23	0	1	4	3	8	0	0	0	0	3	0	1	0	2	13	25	0	0	7	0	0	0	0
93	27	22	0	4	0	0	0	0	0	4	0	5	6	1	34	0	5	14	0	0	0	0	0	0	0
94	0	8	0	10	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0
96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
58	0	0	3	8	4	9	57	2	9	0	0	0	17	3	0	0	0	7	0	0	9	0	0	0	0
61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	6	0	0	0	0	41	0	0	0	0	0	0
62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0

Tabla 5.6, MATRIZ DE ORIGEN – DESTINO DE VIAJES TOTALES, 2012. (Continuación)
Fuente: TOMO XI, Estimación de la demanda de transporte en la ciudad de San Juan del Río y estudio propio 2012.

	53	54	55	56	57	59	60	63	64	65	70	73	74	75	76	77	91	92	93	94	96	58	61	62	96
1	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	5	13	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	4	0	15	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	1	1	0	2	0	0	0
4	7	4	42	0	4	0	0	4	5	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	10	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	5	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	40	0	0	0	6	11	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	2	11	0	0	0	0	10
9	0	12	86	0	2	5	0	14	14	0	21	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	6	12	0	0	4	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	4	15	5	0	0	0	0	0	0
15	8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	2	9	5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4	0	0	0	0	3	0	4	0	0	0	0	0	5
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	6	0	6	0	0	6	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
20	5	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0
21	0	35	2	0	0	5	0	9	2	0	0	0	0	0	0	0	5	19	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0
23	6	21	5	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0
24	18	272	0	0	0	15	0	0	7	0	0	1	0	0	0	0	8	8	10	0	0	3	0	0	0
25	0	15	0	0	2	9	2	16	2	0	0	0	0	0	0	0	3	13	16	10	0	4	11	0	0
26	46	9	3	0	4	11	4	2	12	0	0	1	0	0	0	0	2	0	26	0	0	0	0	0	0
27	13	35	5	0	2	9	0	0	17	0	7	9	0	0	0	0	0	23	33	8	0	0	0	0	0
28	45	26	46	0	6	0	2	4	15	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	7	0	0	0
29	81	0	0	0	71	15	0	9	2	0	0	0	0	0	0	0	2	21	25	21	0	22	0	0	0
30	4	2	0	0	0	0	0	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	10	0	0	0	46	0	0	0
31	0	20	0	0	0	42	0	0	15	0	0	1	0	0	0	0	0	47	0	0	0	98	0	0	0
32	74	16	38	0	31	21	17	0	15	0	0	14	0	0	0	0	0	31	3	3	0	23	0	0	0
33	2	0	0	0	8	44	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	4	1	0	0	13	5	7	0	4	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	9	0	0	0
35	0	4	14	0	11	22	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	3	0	0	0
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	11	15	3	0	9	5	5	0	6	0	0	0	0	0	0	0	3	3	6	0	0	0	0	0	0
38	17	0	0	0	0	0	10	0	1	0	0	0	0	0	0	0	13	0	7	0	0	17	6	0	0
39	13	7	14	0	7	0	15	2	1	0	0	3	0	0	0	0	3	1	1	0	0	3	6	0	0
40	0	49	0	0	0	48	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0

Tabla 5.6, MATRIZ DE ORIGEN – DESTINO DE VIAJES TOTALES, 2012. (Continuación)
Fuente: TOMO XI, Estimación de la demanda de transporte en la ciudad de San Juan del Río y estudio propio 2012.

	53	54	55	56	57	59	60	63	64	65	70	73	74	75	76	77	91	92	93	94	96	58	61	62	96
41	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
42	13	1	1	0	3	11	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	7	41	1	13	0	0	0	0	0
43	8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	49	6	0	0	9	0	0	0
44	0	49	7	0	0	0	7	4	76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	89	0	0
45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
46	4	5	17	0	0	5	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3	7	0	0	0	9	0	0	1
47	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
53	0	0	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	5	0	5	0	0	23	0	0	0
54	0	35	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	5	0	0	0	0	0	0
55	3	0	412	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	13	0	0	3	0	0	0
56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
57	0	0	0	0	75	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	0	0	0	8	0	0	0
59	0	4	0	0	2	132	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	10	0	20	0	0	0
60	0	0	0	0	2	0	55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	2	0	0	22	0	0
63	0	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	2
64	2	0	0	0	0	1	0	1	7	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	0	0	0	0	0	0
65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	45	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0
74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
91	6	2	0	0	7	0	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0
92	0	4	20	0	7	0	0	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0
93	5	9	13	0	0	5	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0
94	0	0	0	0	0	11	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
58	13	0	3	0	9	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0
61	0	0	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0
62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
96	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 5.6, MATRIZ DE ORIGEN – DESTINO DE VIAJES TOTALES, 2012. (Continuación)
Fuente: TOMO XI, Estimación de la demanda de transporte en la ciudad de San Juan del Río y estudio propio 2012.