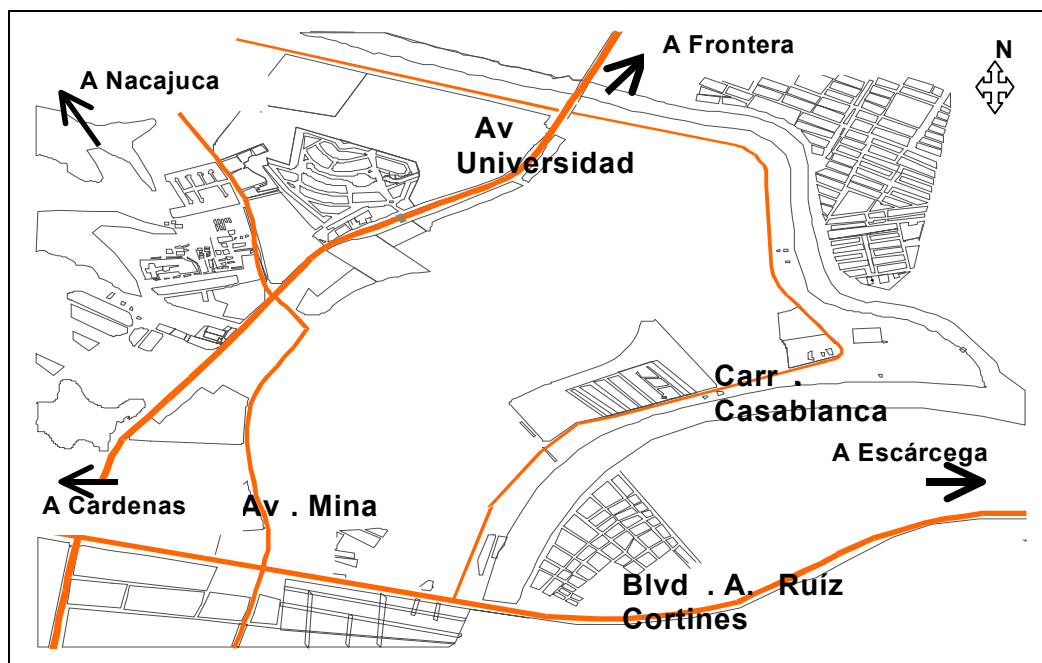


## CAPÍTULO II

### SITUACIONES ACTUAL Y SIN PROYECTO

#### 2.1 Descripción del área relevante

Actualmente la ciudad de Villahermosa constituye el paso obligado entre los estados de Veracruz y Chiapas para los vehículos provenientes del centro y sur del país. La Ciudad de Villahermosa comunica al norte y al sur del país a través de tres importantes vías de acceso, Escárcega, Cárdenas y Nacajuca (ver figura 1.2), las cuales atraviesan la ciudad y se unen en la zona centro de la misma. La mayoría del flujo vehicular que circula por estas tres vías al llegar al centro de la ciudad, pasa a circular por las siguientes avenidas: Universidad, Mina, Casablanca y Blvd. Adolfo Ruiz Cortines (ver figura 2.1). Sobre la Av. Universidad se encuentran dos universidades, centros recreativos y comercios, por lo que capta casi todo el tránsito que requiere trasladarse de norte a este de la ciudad.



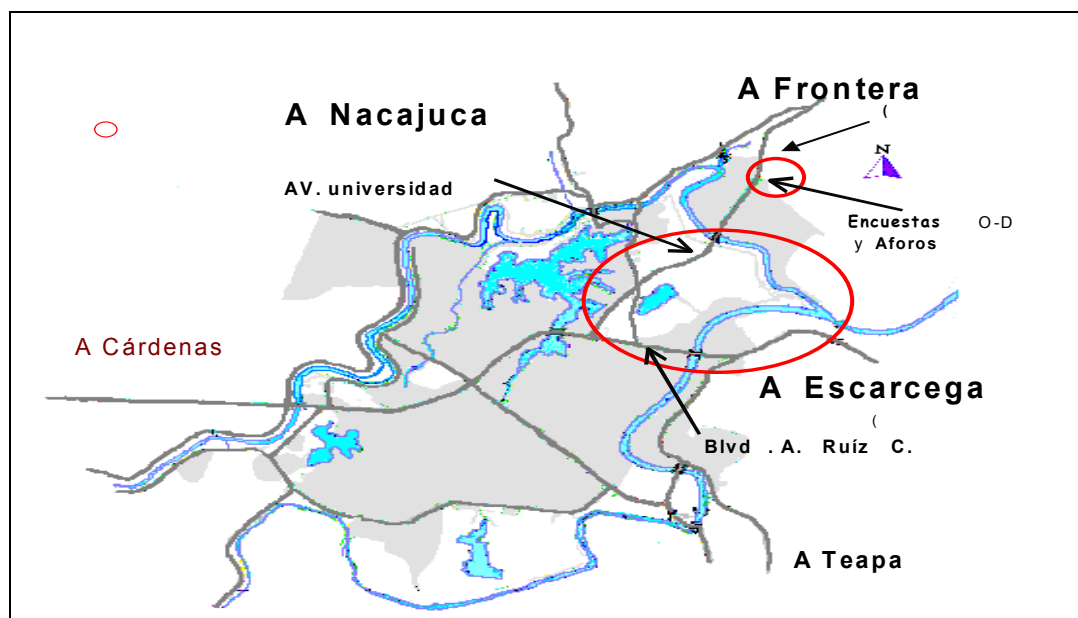
**Figura 2.1** Principales Avenidas del centro de Villahermosa

## 2.2 Condiciones de demanda

Para determinar los costos de circulación en la Av. Universidad, se requiere conocer su flujo y composición vehicular. Asimismo, es de gran importancia establecer el tipo de tránsito que circula por esta avenida (local o de largo itinerario) a fin de establecer si las vías presentan congestión y en qué medida es posible la reasignación de vehículos hacia una ruta nueva.

### 2.2.1 Flujos vehiculares

Para determinar el flujo y la composición del tránsito que circula por la Av. Universidad, se realizaron 22,603 conteos vehiculares (durante 17 horas) en una estación ubicada en el Km 4+200 de la carretera Villahermosa – Frontera. En la Figura 2.2 se muestra la ubicación aproximada del punto de aforo.



**Figura 2.2** Estación de aforos y de encuestas origen – destino

El conteo fue realizado en un día jueves, que se consideró para este estudio como representativo de un día de semana. Para la obtención del Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA), se utilizó el factor de variación diaria de la estación de aforo más cercana de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).

La estación de aforo permitió captar el flujo vehicular que actualmente utiliza la ruta (ver figura 2.2):

- Carretera Frontera-Villahermosa-Escárcega.

En el cuadro 2.1 se presenta el TPDA por tipo de vehículos para la ruta compuesta por la Av. Universidad-Blvd. Adolfo Ruiz Cortines. Es importante señalar que para la ruta antes mencionada se supuso uniforme, tanto el flujo como la composición vehicular en ambos sentidos, debido a que en los tres tramos que componen la ruta no se observó una variación considerable en el TPDA.

**Cuadro 2.1** Flujos vehiculares (TPDA)

Tipo Vehículo	TPDA
Autos / Pick Up	20,417
Autobús	1,020
Camión Unitario	1,361
Camión Articulado	631
Total	24,429

Fuente: Elaboración propia con base a conteos vehiculares.

### 2.2.2 Encuestas origen - destino

Con la finalidad de identificar el patrón de los viajes que se realizan entre las poblaciones del área de influencia del proyecto, además de conocer el tipo de tránsito que actualmente circula a través de la Av. Universidad, el equipo evaluador efectuó una encuesta origen – destino. Esta encuesta tuvo como objetivo determinar las principales zonas de atracción vehicular, así como las rutas utilizadas por los usuarios para trasladarse entre ellas. De esta forma, se puede determinar el flujo vehicular susceptible de desviarse hacia otra ruta.

La aplicación de las encuestas origen – destino fue realizada el mismo día y en el mismo lugar que el aforo vehicular (km 4+200 de la carretera Villahermosa-Frontera) y tuvo una duración de 10 horas. Se encuestaron 2,307 vehículos, lo cual corresponde aproximadamente a un 15 % del aforo diario. En el anexo 2 se incluyen los resultados de la encuesta.

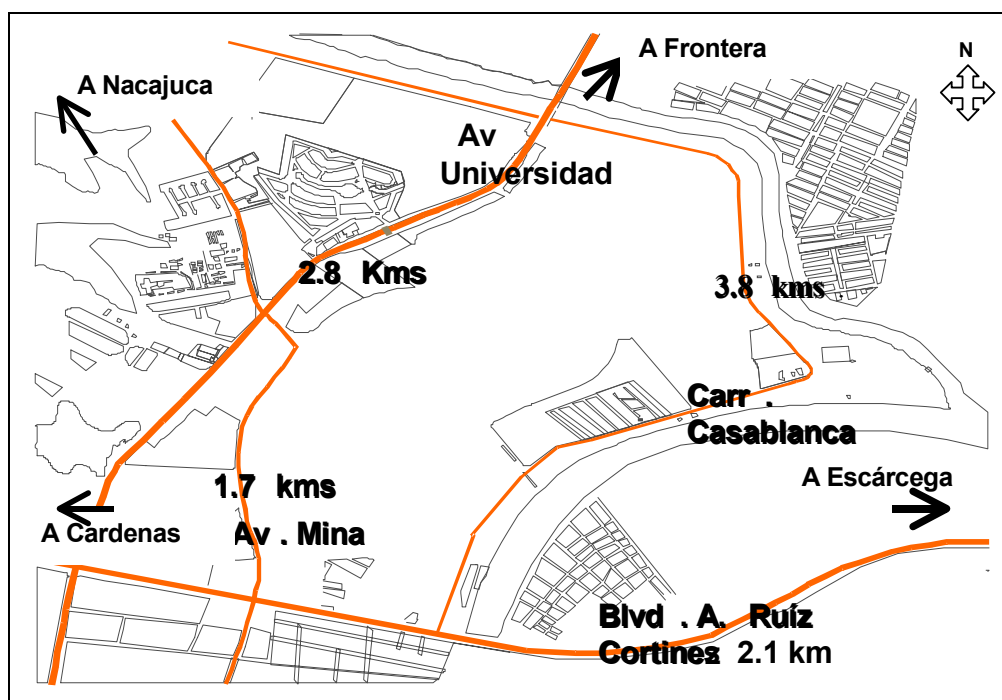
En términos generales, se preguntó a los conductores el lugar de inicio del viaje, los destinos intermedios y el destino final, además de identificar el número de ocupantes del vehículo.

### 2.2.3 Red vial actual

La red vial actual se define como el conjunto de vías que permiten a los usuarios trasladarse entre un origen y destino determinados. Desde el punto de vista de la red carretera y con base en las encuestas origen-destino, se determinó que la red vial actual (ver figura 2.3) esta compuesta por:

- Av. Universidad
- Av. Mina
- Carretera a Casablanca
- Blvd. Adolfo Ruiz Cortines

La Av. Universidad es la vialidad más utilizada como entrada y salida a la ciudad en las direcciones norte y este, siendo las otras vías las alternativas menos transitadas, en tanto que el Blvd. Adolfo Ruiz Cortines es una vía complementaria a estas.



**Figura 2.3. Red Vial Actual**

De acuerdo a los resultados de las encuestas origen-destino, la menor participación relativa, se dio en la ruta que componen las avenidas: Universidad-Mina-Adolfo Ruiz Cortines con 14 % y en la ruta de carretera Casablanca con 9 %. Para efecto de este estudio y a manera de

simplificación, los flujos vehiculares de ambas rutas se incorporaron a la ruta con mayor participación: Av. Universidad-Blvd. Adolfo Ruiz Cortines. En el cuadro 2.2 y el anexo 1 se muestran los porcentajes de participación de cada una de las rutas.

**Cuadro 2.2** Porcentajes de participación

Ruta	% de participación
Av. Universidad-Blvd. A. Ruiz C.	76.25
Av. Universidad-Mina-Blvd. A. Ruiz C.	14.46
Carretera Casablanca	9.29
Total	100.00

Fuente: Elaboración propia con base a encuestas origen y destino

### 2.3 Condiciones de oferta

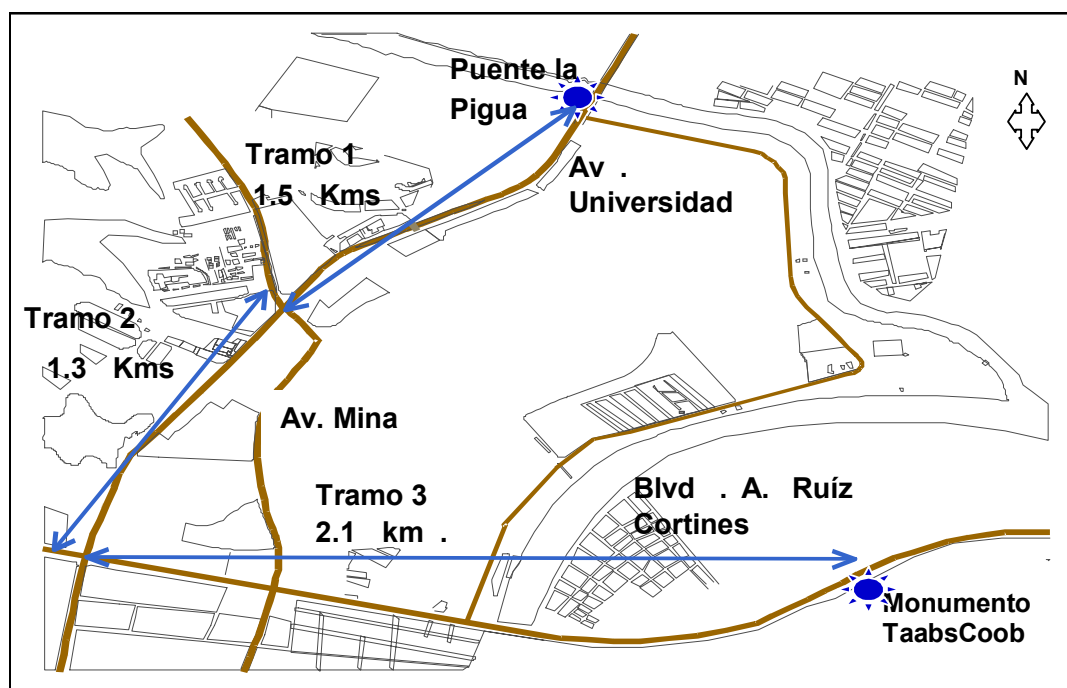
En la actualidad, la mayor parte del tránsito que tiene como origen – destino las zonas norte – este de la ciudad de Villahermosa, utiliza la Av. Universidad-Blvd. Ruiz Cortines como su ruta de transporte. Esta ruta tiene una longitud aproximada de 4.9 km, y sus características son, en su mayoría, las de una vialidad urbana, por lo que se mezcla el tránsito local y el interurbano, además de contar con cruces peatonales y 3 semáforos.

Debido a que los costos de circulación dependen en parte de las condiciones físicas y geométricas del camino, es conveniente dividir éste en segmentos o tramos con características homogéneas. De acuerdo a las condiciones de oferta obtenidas en visitas de campo, la red vial actual se dividió en tres tramos los cuales se ubican en la figura 2.4 y se especifican en el cuadro 2.3.

**Cuadro 2.3** Tramificación de la Av. Universidad y Blvd. A. Ruiz Cortines

Tramo	De – A	Sobre Avenida
1	Puente la Pigua – Av. Mina	Av. Universidad
2	Av. Mina – Blvd. Adolfo Ruiz Cortines	Av. Universidad
3	Av. Universidad – Monumento Taabs-Coob	Blvd. A. Ruiz C.

Fuente: Elaboración propia con información obtenida en trabajo de campo



**Figura. 2.4** Tramificación de las vías existentes.

En el cuadro 2.4 se presentan las condiciones físicas y geométricas imperantes en cada uno de los tramos identificados.

**Cuadro 2.4** Condiciones de oferta de Av. Universidad y Blvd. A. Ruiz C.

Concepto/Tramo	1	2	3
Longitud (Km)	1.3	1.5	2.1
Número de carriles	4	4 a 6	6
Índice de Rugosidad Internacional(m/km.)	4	4.5	3.5
Pendiente ascendente(%)	1	1	1
Pendiente descendente(%)	1	1	1
Proporción ascendente(%)	50	50	50
Curvatura (°/km)	6.1	20	5.8

Fuente: Elaboración propia, con información obtenida en trabajo de campo

Del cuadro 2.4 se desprende que la Av. Universidad y el Blvd. Adolfo Ruiz Cortines se encuentran ubicados en su mayoría, sobre terreno plano y cuentan con curvas no pronunciadas.

Cabe mencionar que en el tramo 1 (Puente la Pigua – Av. Mina), sobre la Av. Universidad (ver Figura 2.4), se empiezan a presentar características urbanas, como son la presencia de casas y establecimientos. La carpeta de rodamiento se encuentra en buen estado.

En el tramo 2, que tiene en su totalidad características urbanas, se observa una mezcla de tránsito local y de largo itinerario, debido a que es el punto donde se unen la carretera Nacajuca-Villahermosa y Escárcega-Villahermosa con la carretera Frontera-Villahermosa, además de que la carpeta de rodamiento se encuentra más deteriorada que en los segmentos 1 y 3.

Por último el tramo 3, el cual inicia en el punto de intersección entre la Av. Universidad y el Boulevard Adolfo Ruiz Cortines y concluye en el Monumento a Taabscoob, es una vía en mejores condiciones para circular, y no cuenta con ningún semáforo.

## 2.4 Interacción entre oferta y demanda

### 2.4.1 Velocidades de circulación

La congestión se define como la situación del flujo vehicular en que la entrada de vehículos adicionales a la vía, ocasiona que las velocidades de circulación disminuyan y los CGV se incrementen.

Para determinar los niveles de congestión de la red vial actual, se realizó un estudio de capacidad vial en el cual se utilizó el concepto de vehículos equivalentes. Es decir, se estableció una equivalencia a vehículo ligero para cada tipo, considerando el tipo de terreno de la ruta actual (ver cuadro 2.5).

**Cuadro 2.5** Factores de equivalencia

Tipo de Vehículo	Tipo de terreno
	Plano
Automóvil	1.0
Autobús	1.5
Camión unitario	1.6
Camión articulado	1.7

Fuente: Manual de Capacidad Vial. SCT.

Posteriormente el equipo evaluador realizó un estudio de velocidades de acuerdo a la tramificación definida para cada una de las vías que conforman la red vial actual, utilizando para ello el método de placas.

Este método consiste en establecer dos puntos de lectura de placas, conociendo la distancia total del tramo y cronometrando el tiempo que utilizan los distintos tipos de vehículos para recorrerlo. La velocidad de recorrido está determinada por el promedio de velocidades para cada tipo de vehículo.

Las velocidades observadas en la ruta Av. Universidad-Adolfo Ruiz Cortines difieren en cada sentido, debido básicamente a las condiciones de operación de la vía. Las velocidades de cada tramo de esta ruta se muestran en el cuadro 2.6 en periodo sin congestión (ver detalle de velocidades por tramo en el anexo 5).

**Cuadro 2.6** Velocidades promedio sin congestión para los tres tramos (Km/hr)

Tipo de Vehículo	Ambos Sentidos
	Frontera-Villahermosa
Automóvil/Pick Up	69
Autobús	63
Camión Unitario	61
Camión Articulado	62

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo

Nota: La ruta quedó definida por Av. Universidad- Blvd. A. Ruiz C.

Del estudio de campo realizado se observó que en el tramo 2 existe congestión durante una hora del día (de las 18:00 a 19:00 hrs.) en ambos sentidos; disminuyendo las velocidades según se muestra en el cuadro 2.7. Esta disminución de velocidad es consecuencia de la existencia de semáforos y cruces peatonales sobre Av. Universidad, más que a la falta de capacidad vial, ya que el flujo de vehículos en la hora de máxima demanda es de 1,100 vehículos equivalentes<sup>1</sup>.

**Cuadro 2.7** Velocidades promedio con congestión en el Tramo 2 (Km/hr)

Tipo de Vehículo	Sentido	
	Frontera-Villahermosa	Villahermosa-Frontera
Automóvil/Pick Up	35	50
Autobús	30	47
Camión Unitario	30	47
Camión Articulado	29	43

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo

1 El documento Transportation Research Board Highway Capacity Manual, National Research Council, Washintong D. C. 1985. Traducido al español por la Asociación Técnica de Carretera de España. Indica que dadas las características de una avenida como Universidad, el flujo mínimo que tendría que circular por hora en cada carril para considerar que hay congestión es de 1200 vehículos ligeros.



## 2.4.2 Costos Generalizados de Viaje (CGV)

Para la determinación de los costos de circulación, se utilizó el modelo computacional VOCMEX. Este es un submodelo del HDM-III desarrollado por el Banco Mundial, el cual ha sido adaptado y calibrado para México por la SCT.

El modelo computacional VOCMEX permite calcular los costos de tiempo y de operación por tipo de vehículo. Es importante señalar que para el cálculo de los costos de circulación en la situación actual no se tomaron en cuenta los tiempos de espera en semáforos. En el cuadro 2.8 se presentan los CGV en la situación actual.

**Cuadro 2.8** Costos Generalizados de Viaje en la situación actual, Ruta Av. Universidad–Blvd. A. Ruiz Cortines. (\$/veh. de Octubre de 1998).

Tipo de Vehículo	Sin Congestión		Con Congestión	
	sentido F-V	sentido V-F	sentido F-V	sentido V-F
Automóvil	7.506	7.506	7.882	7.843
Autobús	33.671	33.671	35.339	35.163
Camión Unit.	19.597	19.597	20.491	20.423
Camión Artic.	36.559	36.559	38.217	38.118

Fuente: Elaboración propia con base en resultados del modelo VOCMEX

## 2.5 Situación actual optimizada

Las optimizaciones evitan atribuirle al proyecto costos o beneficios que no le corresponden. Para efectos de la evaluación de este proyecto, se tomó como optimización el mejoramiento de la carpeta de la Av. Universidad bajando su IRI en el tramo 1 de 4.0 a 3.5 m/km y en el tramo 2 de 4.5 a 3.5 m/km. Respecto a la sincronización de los semáforos, no se realizó ninguna optimización aunque se recomienda hacerlo para un estudio posterior.

El mejoramiento de la carpeta de rodamiento permite un aumento en las velocidades, que se refleja en una disminución del CGV de los vehículos. En el cuadro 2.9 se presentan los CGV para la situación sin proyecto.

**Cuadro 2.9** Costos Generalizados de Viaje sin proyecto, Ruta Av. Universidad – Blvd. A. Ruiz Cortines (\$/veh. de Octubre de 1998).

Tipo de Vehículo.	Sin Congestión		Con Congestión	
	sentido F-V	sentido V-F	sentido F-V	sentido V-F
Automóvil	7.405	7.405	7.781	7.742
Autobús	33.374	33.374	35.041	34.866
Camión Unitario	18.854	18.854	19.748	19.680
Camión Articulado	35.647	35.647	37.305	37.206

Fuente: Elaboración propia con base en resultados del modelo VOCMEX