



CADUMA

Dirección de Obras Públicas del Municipio de Chihuahua

Estudio Costo - Beneficio

Distribuidor Vial Blvd. Fuentes Mares

GRUPO CADUMA CONSULTORES

MARZO DE 2022



ÍNDICE

I.	INTRODUCCION.....	5
II.	OBJETIVO.....	6
III.	INGENIERIA DE TRANSITO.....	7
III.	Sistema vial.....	7
	El usuario.....	7
	Peatón.....	7
	Ciclista.....	7
III.2	Volumen de tránsito.....	10
III.3	Análisis de flujo vehicular.....	14
	Variables relacionadas con la velocidad.....	17
III.4	Capacidad Vial.....	21
III.5	Estudios de Tránsito.....	23
IV.	SITUACION ACTUAL.....	29
IV.1	Diagnóstico de la situación actual.....	29
V.	SITUACION ACTUAL DE LA PRBLEMÁTICA.....	33
V.1	Problemática.....	33
V.2	Análisis de la oferta o infraestructura existente.....	36
V.3	Interacción de la oferta-demanda.....	44

4



ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Distribución de tráfico en la zona de estudio.	17
Imagen 2. Fase semafórica propuesta en Av. Nueva España	19
Imagen 3. Fase semafórica propuesta en Av. Carlos Pacheco	19
Imagen 4. Fase semafórica propuesta en C. Francisco Villa	20
Imagen 5. Estado de Chihuahua a nivel Territorial.	29
Imagen 6. Municipio de Chihuahua a nivel Regional.	29
Imagen 7. Localización del proyecto.	30
Imagen 8. Área de estudio.	31
Imagen 9. Intersección Blvd. José Fuentes Mares y Av. Nueva España.	34
Imagen 10. Intersección Blvd. José Fuentes Mares y Av. Carlos Pacheco.	34
Imagen 11. Intersección Blvd. José Fuentes Mares y C. Francisco Villa.	35
Imagen 12. Vehículos tipo B (Autobuses).	37
Imagen 13. Vehículos tipo C (Carga)	37
Imagen 14. Vehículos tipo T (Articulados)	37

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Volúmenes actuales por intersección.	13
Tabla 2 Tasa de crecimiento vehicular anual en la Ciudad de Chihuahua.....	16
Tabla 3. Volúmenes vehiculares actuales y a futuro.....	23
Tabla 4. Niveles de servicio actual y a futuro.	23
Tabla 5. Velocidades actuales sobre Blvd. Fuentes Mares.	26
Tabla 6. Velocidades posibles sobre Blvd. Fuentes Mares, con proyecto.	26
Tabla 7. Volúmenes poblacionales por sexo.	32
Tabla 8. Características de las vialidades existentes.	36
Tabla 9. Aforo matutino Blvd. Fuentes Mares y Av. Nueva España.....	38
Tabla 10. Aforo Vespertino Blvd. Fuentes Mares y Av. Nueva España.	39
Tabla 11. Aforo matutino Blvd. Fuentes Mares y Av. Carlos Pacheco.....	40
Tabla 12. Aforo vespertino Blvd. Fuentes Mares y Av. Carlos Pacheco.	41
Tabla 13. Aforo matutino Blvd. Fuentes Mares y C. Francisco Villa.	42
Tabla 14. Aforo vespertino Blvd. Fuentes Mares y C. Francisco Villa.....	43
Tabla 15. Composición vehicular en la zona del proyecto.	43
Tabla 16. Tasa promedio de ocupación vehicular.	44
Tabla 17. Velocidades de operación según el tipo de vehículos en la zona de estudio.	44



ÍNDICE DE GRAFICAS

Grafica 1. Resumen de movimientos peatonales flujo de máxima demanda.	¡Error!
Marcador no definido.	
Grafica 2. Resumen de movimientos peatonales flujo de máxima demanda.	¡Error!
Marcador no definido.	
Grafica 3. Resumen de movimientos peatonales flujo de máxima demanda.	¡Error!
Marcador no definido.	
Grafica 4. Volúmenes de capacidad para cada nivel de servicio Blvd. Independencia.	¡Error! Marcador no definido.
Grafica 5. Volúmenes de capacidad para cada nivel de servicio Blvd. Manuel Talamas Camandari.	¡Error! Marcador no definido.
Grafica 6. Volúmenes de capacidad para cada nivel de servicio C. Ibarrola.	¡Error!
Marcador no definido.	
Grafica 7. Volúmenes de capacidad para cada nivel de servicio C. Acacias.	¡Error!
Marcador no definido.	
Grafica 8. Volúmenes de capacidad para cada nivel de servicio Blvd. Independencia.	¡Error! Marcador no definido.
Grafica 9. Volúmenes de capacidad para cada nivel de servicio Blvd. Manuel Talamas Camandari.	¡Error! Marcador no definido.
Grafica 10. Volúmenes de capacidad para cada nivel de servicio C. Ibarrola.	¡Error!
Marcador no definido.	
Grafica 11. Volúmenes de capacidad para cada nivel de servicio C. Acacias.	¡Error!
Marcador no definido.	
Grafica 12. Volúmenes de capacidad para cada nivel de servicio Blvd. Independencia.	¡Error! Marcador no definido.
Grafica 13. Volúmenes de capacidad para cada nivel de servicio Blvd. Independencia.	¡Error! Marcador no definido.
Grafica 14. Volúmenes de capacidad para cada nivel de servicio Blvd. Manuel Talamas Camandari.	¡Error! Marcador no definido.
Grafica 15. Volúmenes de capacidad para cada nivel de servicio Blvd. Manuel Talamas Camandari.	¡Error! Marcador no definido.
Grafica 16. Volúmenes de capacidad para cada nivel de servicio C. Ibarrola.	¡Error!
Marcador no definido.	
Grafica 17. Volúmenes de capacidad para cada nivel de servicio C. Ibarrola.	¡Error!
Marcador no definido.	
Grafica 18. Volúmenes de capacidad para cada nivel de servicio C. Acacias.	¡Error!
Marcador no definido.	
Grafica 19. Volúmenes de capacidad para cada nivel de servicio C. Acacias.	¡Error!
Marcador no definido.	

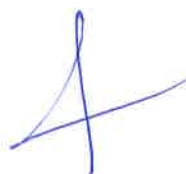


I. INTRODUCCION.

Chihuahua es una ciudad en potencial desarrollo, donde la población en los últimos años ha crecido de manera acelerada permitiendo un crecimiento de la mancha urbana no uniforme, creando grandes distancias y tiempos para trasladarse de un sitio de la ciudad a otro. Aunado a ello, en los últimos años la ciudad ha tenido una tasa de crecimiento del parque vehicular muy elevada, lo cual propicia que las intersecciones viales que existen en la ciudad se vean saturadas y en ocasiones sobrepasadas por la cantidad de automotores que circulan por las mismas.

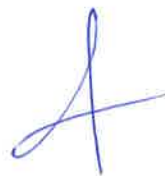
Una manera de mitigar el problema que ahora se presenta, es la adecuación de diversos tramos urbanos, donde actualmente el tiempo que lleva su tránsito es elevado. Con el presente estudio se busca mostrar que las adecuaciones proyectadas en el sitio de estudio son notablemente benéficos para el usuario así como para los predios que colindan con el mismo.

El Blvd. José Fuentes Mares, en el tramo de estudio, actualmente cuenta con una sección dos carriles centrales y dos laterales en sentido Oeste – Este y tres carriles sin división en sentido Este - Oeste, las intersecciones que lo cruzan, es decir, la Av. Nueva España, Av. Carlos Pacheco y C. Francisco Villa cuentan con una sección de dos, tres y dos carriles por sentido de circulación respectivamente, sin embargo, al ser todas intersecciones semaforizadas y estar contiguas una a la otra, en las horas pico se genera un importante congestionamiento vial, lo que, de manera indirecta, genera un elevado costo, altas emisiones de CO₂ y sobre todo tiempos de demora igualmente inapropiados. Lo que se busca con la implementación de estas medidas es la construcción de un paso elevado a lo largo del Blvd. José Fuentes Mares en sentido Oeste a Este con una gaza de desincorporación en vuelta izquierda para acceder a la Av. Carlos Pacheco, así como un Paso Inferior Vehicular bajo la Av. Nueva España, lo cual, dejaría una sección de cuatro carriles por sentido, dos centrales elevados (o deprimidos) y dos más laterales a nivel de piso. Con tal construcción se asegurará un mejor flujo vehicular, así como se podría realizar un ajuste en los tiempos de los ciclos en los semáforos, que actualmente dan preferencia al cruce del mismo Blvd. Fuentes Mares, con ello, se crean ciclos más cortos y se reduce el tiempo de demora, así como las emisiones de CO₂ y NO_x.



II. OBJETIVO

El presente análisis tiene por objeto el presentar la relación costo-beneficio a partir del análisis integral de la realización de un Distribuidor Vial comprendido por un Paso Superior Vehicular sobre el Blvd. José Fuentes Mares en sentido Oeste – Este para librar las intersecciones con las Av. Nueva España, Av. Carlos Pacheco y C. Francisco Villa, mientras que en sentido opuesto se construirá un Paso Inferior Vehicular bajo el Blvd. José Fuentes Mares en intersección con Av. Nueva España, el cual servirá para dar flujo continuo a los usuarios de esa vialidad, así como reducir los tiempos de demora generados en las intersecciones mencionadas, mismas intersecciones que tienen en su pronóstico que el volumen de utilización sobrepase aún más la capacidad de cada una de las mismas en un mediano plazo.



III. INGENIERIA DE TRANSITO

Se encarga de la planificación, evaluación y optimización de los elementos que intervienen para mejorar el flujo vial, con el fin de que esta sea eficiente, económico y seguro.

III. Sistema vial

El sistema vial es fundamental para la comunicación efectiva de los ciudadanos. Creada y utilizada por los seres humanos, la red vial está constituida por calles urbanas y rurales, avenidas, autopistas, carreteras, caminos vecinales, y sus obras complementarias como puentes, veredas, señalización, iluminación, entre otras.

Factores básicos para la ingeniería de tránsito

- El *usuario*: conductores y pasajeros, peatones, ciclistas.
- El *vehículo*: privado, público y comercial.
- La *vialidad*: calles y carreteras.
- Los *dispositivos de control*: marcas, señales y semáforos.

El usuario.

El usuario es la persona quien tiene la necesidad de trasladarse de un lugar a otro de manera segura, económica y fácil.

El usuario cuenta cuatro subdivisiones, estas son el peatón, el pasajero, el ciclista y el conductor, los cuales describiremos a continuación.

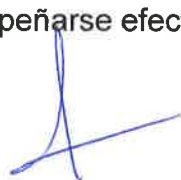
Peatón.

Individuo que se traslada a pie, es decir sin ningún tipo de vehículo, por las vías de circulación. Para estos usuarios se destinan zonas especiales para su desplazamiento seguro, tales como banquetas, pases peatonales, puentes peatonales entre otros que se tiene como objetivo mantener a salvo a los peatones pues estos son los usuarios más vulnerables y donde tenemos que poner especial atención a sus necesidades.

Ciclista.

Usuarios que se transporta por medio del uso de bicicleta. El ciclista (sea urbano o deportista) debe de tener su propio espacio seguro para su correcta circulación ya que estos tienden a movilizarse por distintos entornos, tanto geográficos como topográficos, así como avenidas, autopistas ya sean ascensos, descensos o calles destapadas, también es importante tomar en cuenta la inseguridad debido a la facilidad a robos o asaltos, además del medio ambiente "adverso", como por ejemplo la lluvia, nieve entre otros.

Al igual que los vehículos motorizados, los ciclistas deben conocer y aplicar una serie de conceptos en el lenguaje que les permitirán desempeñarse efectivamente por las calles de la ciudad.



Conductor.

Es la persona que se traslada por medio de un vehículo mecánico, la mayoría de los elementos que conforma una vía son pensados en el conductor pues este no siempre tiene el control total del vehículo, se deben analizar sus habilidades y su capacidad de percepción en las carreteras. Por habilidades se refieren a las capacidades del conductor para ver, oír, evaluar y reaccionar a la información, mismas que varían en condiciones como el cansancio, la hora del día, o bajo la influencia del alcohol o las drogas.

Por tanto, es importante que los criterios que se usen para propósitos de diseño sean compatibles con las capacidades y las limitaciones de la mayoría de los conductores en la carretera.

Se ha sugerido que la mayor parte de la información recibida por el conductor es visual, lo que implica que la capacidad visual es fundamental en la tarea de manejo. Por tanto, es importante tomar en cuenta la percepción visual, así como de la percepción auditiva de las personas. Las principales características del ojo son la agudeza visual, la visión periférica, la visión de los colores, visión de deslumbramiento y recuperación, y percepción de la profundidad.

El proceso por el cual un conductor, ciclista o peatón reacciona y responde a un estímulo se divide en 4 subprocesos: percepción, identificación, emociones y reacción o resolución. El tiempo que transcurre desde la percepción hasta la reacción, es llamado tiempo PIEV o de percepción-reacción.

1. Percepción: brindan información al conductor ya sea una señal de advertencia o un objeto en el camino, y este reacciona dependiendo de la interpretación que dé al estímulo.

2. Identificación: el conductor identifica la señal o el dispositivo de control y comprende la instrucción.

3. Emociones: el conductor decide que acción tomar en base a la información recibida anteriormente; por ejemplo frenar, cambiar de carril, acelerar entre otros.

4. Reacción: el conductor ejecuta la acción decidida durante el subproceso de las emociones.

El vehículo.

Es el encargado de transportar al conductor, el buen estado de este es un elemento fundamental para garantizar la seguridad vial.

El desarrollo tecnológico en la fabricación de vehículos, que incluye sistemas antibloqueo de frenos, mejoras en sistemas de cinturón, airbag y respaldos de la cabeza, entre otros elementos, ha contribuido para que los vehículos modernos sean más seguros y nos brinden mejores posibilidades de reacción o protección ante eventos inesperados.

Características de los vehículos de proyecto

En general los vehículos se clasifican en vehículos ligeros, pesados y especiales.

- Los vehículos ligeros son de ejes sencillos, y pueden transportar personas o pueden ser de carga, entre estos podemos encontrar autos, camionetas, trocas entre otros.
- Los vehículos pesados son los encargados del transporte de gran cantidad de carga o de pasajeros entre estos están los autobuses y camiones.
- Los vehículos especiales suelen verse con menos frecuencia que los anteriores, pues sus dimensiones suelen ser más grandes que los demás, estos suelen transportar cargas aún más pesadas o cargas con excesos de dimensiones, entre ellos podemos encontrar la maquinaria para obras o con fines agricultores.
- Los *vehículos de proyecto*, es un vehículo representativo cuyas dimensiones y características operativas se usan para dimensionar los elementos de la carretera. De acuerdo con los vehículos que se espera circulen por las carreteras de la red nacional, y se diseñan con el más grande y pesado para tenerlo como base.

Sistema vial.

Está constituida por calles urbanas y rurales, avenidas, autopistas, carreteras, caminos vecinales, y sus obras complementarias como puentes, veredas, señalización, iluminación, entre otras que son las encargadas de comunicar a los ciudadanos de diferentes lugares logrando impulsar la economía.

1. Clasificación de carreteras

- a) Urbanas: vía pública situada dentro de la mancha urbana.
- b) Rurales: Las situadas fuera del ámbito urbano. El término carretera generalmente se usa para referirse a las vías rurales.

Tanto para unas como para las otras, la jerarquía de los sistemas funcionales consiste en arterias principales (para el movimiento principal), arterias menores (distribuidores), vías colectoras, y caminos y calles locales; sin embargo, en las áreas urbanas hay relativamente más arterias con un mayor número de subdivisiones funcionales para la categoría arterial mientras que en las áreas rurales hay relativamente más vías colectoras con un mayor número de subdivisiones funcionales para la categoría de vía colectora.

2. Tipos de carreteras: según su clasificación de pueden dividir en:

- a) Clasificación de transitabilidad: dentro de estas se encuentran las carreteras de terracería, revestida, pavimentada.
- b) Clasificación administrativa: lleva su nombre de acuerdo a la dependencia del gobierno que tiene a cargo a la construcción, operación y conservación, en México se dividen en: carretera federal, estatal, vecinal, y de cuota.
- c) Clasificación técnica oficial: La secretaría de comunicaciones y transportes en sus Normas de Servicios Técnicos del Proyecto Geométrico de Carreteras, clasifica las carreteras de acuerdo a su Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) para el horizonte de proyecto como sigue: Tipo A4: 5000 a 20000 vehículos, tipo A2: 3000 a 5000 vehículos, tipo B: 1500 a 3000 vehículos, tipo C: 500 a 1500 vehículos, tipo D: 100 a 500 vehículos, tipo E: hasta 100 vehículos.

Dispositivos de control.

Se denominan dispositivos de control del tránsito, a las señales, marcas, semáforos y cualquier otro dispositivo, que se colocan sobre o adyacente a las calles y carreteras por una autoridad pública, para prevenir, regular y guiar a los usuarios de las mismas. Los dispositivos de control indican a los usuarios, las precauciones (prevenciones) que deben tener en cuenta, las limitaciones (restricciones) que gobiernan el tramo en circulación y las informaciones (guías) estrictamente necesarias, dadas las condiciones específicas de las calles o carreteras.

Los dispositivos para el control del tránsito en calles y carreteras se clasifican en:

- Señales: Preventivas, restrictivas, informativas.
- Marcas: Rayas, símbolos, letras.
- Obras y dispositivos diversos: Cercas, defensas, indicadores de obstáculos, indicadores de alineación, reglas y tubos guías, bordos, vibradores, indicadores de curvas peligrosas.
- Dispositivos para protección en obras: Señales preventivas, restrictivas e informativas, canalizadores, señales manuales.
- Semáforos: Vehiculares, peatonales, especiales.

III.2 Volumen de tránsito.

Al proyectar una calle o carretera, la selección del tipo de vía, las intersecciones, los accesos y los servicios, dependen fundamentalmente del volumen de tránsito o demanda que circulará durante un intervalo de tiempo dado, de su variación, de su tasa de crecimiento y de su composición.

Los volúmenes de tránsito siempre deben ser considerados como dinámicos, por lo que solamente son precisos para el periodo de duración de los aforos. Sin embargo, debido a que sus variaciones son generalmente rítmicas y repetitivas, es importante tener un conocimiento de sus características, para así programar aforos, relacionar volúmenes en un tiempo, y lugar, y prever con la debida anticipación la actuación de las fuerzas dedicadas al control del tránsito y labor preventiva, así como las de conservación.

En Ingeniería de Tránsito, la medición básica más importante es el conteo o aforo, ya sea de vehículos, ciclistas, pasajeros y/o peatones. Los conteos se realizan para obtener estimaciones de:

- Volumen, que es el número de vehículos (o personas) que pasa por un punto en un tiempo específico.
- Tasa de flujo, es la frecuencia a la cual los vehículos (o personas) que desean viajar pasan por un punto durante un tiempo específico.



- Demanda, es el número de vehículos (o personas) que desean viajar y pasan por un punto durante un tiempo específico.

- Capacidad, es el número máximo de vehículos que puede pasar por un punto durante un tiempo específico. Es una característica de un sistema vial y representa su oferta.

Uso de los volúmenes de tránsito

De una manera general, los datos sobre los volúmenes de tránsito se utilizan ampliamente en los siguientes campos:

1. Planeación

- a) Clasificación sistemática de redes de carreteras.
- b) Estimación de los cambios anuales en los volúmenes de tránsito.
- c) Modelos de asignación y distribución de tránsito.
- d) Desarrollo de programas de mantenimiento, mejoras y prioridades.
- e) Análisis económicos.
- f) Estimación de la calidad del aire.
- g) Estimaciones del consumo de combustibles.

2. Proyecto

- a) Aplicación a normas de proyecto geométrico.
- b) Requerimientos de nuevas carreteras.
- c) Análisis estructural de superficies de rodamiento.

3. Ingeniería de Tránsito

- a) Análisis de capacidad y niveles de servicio en todo tipo de vialidades.
- b) Caracterización de flujos vehiculares.
- c) Zonificación de velocidades.
- d) Necesidades de dispositivos para el control de tránsito.
- e) Estudio de estacionamiento.

4. Seguridad

- a) Cálculo de índices de accidentes y mortalidad.
- b) Evaluación de mejoras por seguridad.

5. Investigación

- a) Nuevas metodologías sobre capacidad.
- b) Análisis e investigación en el campo de los accidentes y la seguridad.
- c) Estudio sobre ayudas, programas o dispositivos para el cumplimiento de las normas de tránsito.

- d) Estudios de antes y después.

- e) Estudios sobre el medio ambiente y la energía.

6. Usos Comerciales

- a) Hoteles y restaurantes.
- b) Urbanismo.
- c) Autoservicios.

A

d) Actividades recreacionales y deportivas.**Volúmenes de tránsito absolutos o totales**

Es el número total de vehículos que pasan durante un lapso de tiempo determinado. Dependiendo de la duración del lapso de tiempo, se tienen los siguientes volúmenes de tránsito absolutos o totales:

- Tránsito anual (TA): Es el número total de vehículos que pasan durante un año.
- Tránsito mensual (TM): Es el número total de vehículos que pasan durante un mes.
- Tránsito semanal (TS): Es el número total de vehículos que pasan durante una semana.
- Tránsito diario (TD): Es el número total de vehículos que pasan durante un día.
- Tránsito horario (TH): Es el número total de vehículos que pasan durante una hora.
- Tránsito en un periodo inferior a una hora (Q): Es el número total de vehículos que pasan en un tiempo inferior a una hora, representado comúnmente en minutos.

Volúmenes de tránsito promedio diarios

Se define el tránsito diario promedio (TDP), como el número total de vehículos que pasan durante un periodo dado (en días completos) igual o menor a un año y menor que un día, dividido por el número de días del periodo. De acuerdo al número de días del periodo, se presentan los siguientes volúmenes de tránsito promedio diario, dados en *vehículos por día*.

- Tránsito diario promedio anual (TDPA): $TDPA = TA/365$
- Tránsito diario promedio mensual (TDPM): $TDPM = TM/30$
- Tránsito diario promedio semanal (TDPS): $TDPS = TS/7$



Volúmenes de tránsito horarios

Con base en la hora seleccionada, se definen los siguientes volúmenes de tránsito horarios, dados en vehículos por hora.

- Volumen horario máximo anual (VHMA): Es el máximo volumen horario que ocurre en un punto o sección de un carril o de una calzada durante un año determinado.
- Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD).- Es el máximo número de vehículos que pasan por un punto o sección de un carril o de una calzada durante 60 minutos consecutivos.
- Volumen Horario-décimo, vigésimo, trigésimo-anual (10VH, 20VH, 30VH).- Es el volumen horario que ocurre en un punto o sección de un carril o de una calzada durante un año determinado, que es excedido por 9, 19, y 29 volúmenes horarios, respectivamente.
- Volumen Horario de proyecto (VHP). Es el volumen de tránsito horario que servirá para determinar las características geométricas de la vialidad.
- De acuerdo a los datos recabados en base a aforos vehiculares realizados en la zona se determinan los volúmenes horarios de la siguiente manera:

AV. NUEVA ESPAÑA	AV. CARLOS PACHECO	C. FRANCISCO VILLA
3,126	3,614	3,325

Tabla 1. Volúmenes actuales por intersección.

Uso de los volúmenes de tránsito

Desde un punto de vista general, se utilizan los datos de volúmenes de tránsito en los siguientes campos:

1.- Planeación

- Clasificación sistemática de redes de carreteras
- Estimación de los cambios anuales en los volúmenes de tránsito
- Modelos de asignación y distribución de tránsito
- Desarrollo de programas de mantenimiento, mejoras y prioridades
- Análisis económicos
- Estimaciones de la calidad del aire
- Estimaciones del consumo de combustibles

2.- Proyecto

- Aplicación a normas de proyecto geométrico
- Requerimientos de nuevas carreteras
- Análisis estructural de superficies de rodamiento

3.- Ingeniería de tránsito





- Análisis de capacidad y niveles de servicio en todo tipo de vialidades
- Caracterización de flujos vehiculares
- Zonificación de velocidades
- Necesidad de dispositivos para el control de tránsito
- Estudio de estacionamientos

4.- Seguridad

- Cálculo de índices de accidentes y mortalidad
- Evaluación de mejoras por seguridad

5.- Investigación

- Nuevas metodologías sobre capacidad
- Análisis e investigación en el campo de los accidentes y la seguridad
- Estudio sobre ayudas, programas o dispositivos para el cumplimiento de las normas de tránsito
- Estudios de antes y después
- Estudios sobre el medio ambiente y la energía

6.- Usos comerciales

- Hoteles y restaurantes
- Urbanismo
- Autoservicios
- Actividades recreacionales y deportivas

III.3 Análisis de flujo vehicular

El tránsito vehicular (también llamado tráfico vehicular, o simplemente tráfico) es el fenómeno causado por el flujo de vehículos en una vía, calle o autopista. Antes de cualquier diseño geométrico de una vía es muy importante conocer las características del tránsito que va a ocupar esa carretera o calle pues de este dependen las características básicas de nuestro proyecto.

Uno de los resultados más útiles del análisis del flujo vehicular es el desarrollo de los modelos microscópicos y macroscópicos que relacionan sus diferentes variables como el volumen, la velocidad, la densidad, el intervalo y el espaciamiento. Estos modelos han sido la base del desarrollo del concepto de Capacidad y Niveles de Servicio aplicado a diferentes tipos de elementos viales.

El objetivo, al abordar el análisis del flujo vehicular, es dar a conocer algunas de las metodologías e investigaciones y sus aplicaciones más relevantes en este tema, con

particular énfasis en los aspectos que relacionan las variables del flujo vehicular, la descripción probabilística o casual del flujo de tránsito, la distribución de los vehículos en una vialidad y las distribuciones estadísticas empleadas en proyecto y control de tránsito.

Tenemos tres factores sumamente importantes para definir las características de la corriente de tránsito, y así predecir las consecuencias de diferentes opciones de operación o de proyecto representadas en sus tres variables principales: el flujo, la velocidad y la densidad. El tener los datos de estas es fundamental ya que éstas indican la calidad o Nivel de Servicio experimentado por los usuarios de cualquier sistema vial. A su vez, estas tres variables pueden ser expresadas en términos de otras, llamadas variables asociadas: el volumen, el intervalo, el espaciamiento, la distancia y el tiempo.

Variables relacionadas con el flujo.

La tasa de flujo o flujo es la cantidad de vehículos (N) que pasa por un punto o sección transversal de una vía en un tiempo (T) menor a una hora, se puede expresar en unidades de [veh/hora] teniendo en cuenta que no representa exactamente el número de vehículos por hora. Por otra parte el volumen si representa una cantidad de vehículos que pasan durante una hora. Se expresa el flujo de la siguiente manera:

$$q = N/T$$

Donde:

q = Tasa de flujo o flujo (veh/periodo)

N = Número de vehículos que pasan (veh)

T = Tiempo o periodo determinado (unidad de tiempo)

Intervalo simple (h_i)

Es el intervalo de tiempo entre el paso de dos vehículos consecutivos, generalmente expresado en segundos y medido entre puntos homólogos del par de vehículos.

Intervalo promedio ($\bar{h}$)

Es el promedio de todos los intervalos simples, h_i , existentes entre los diversos vehículos que circulan por una vialidad. Por tratarse de un promedio se expresa en segundos por vehículo (s/veh) y se calcula, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\bar{h} = \frac{\sum_{i=1}^{N-1} h_i}{N - 1}$$



Dónde:

- $\bar{h}$ = Intervalo promedio (s/veh),
 N = Número de vehículos (veh),
 $N - 1$ = Número de intervalos (veh), y
 h_i = Intervalo simple entre el vehículo i y el vehículo $i + 1$

Como las unidades de la tasa de flujo se pueden expresar en [veh/seg], entonces, el intervalo promedio se expresa también como el inverso del flujo.

$$\bar{h} = \frac{1}{q}$$

Donde:

- h = Intervalo promedio (seg / veh)
 q = Tasa de flujo o flujo (veh/seg)

De acuerdo a los datos de crecimiento del parque vehicular para la Zona Metropolitana de Chihuahua proporcionados por el INEGI para 10 años anteriores, se determinó una tasa de crecimiento de 5% anual.

AÑO	PARQUE VEHICULAR	TASA DE CRECIMIENTO
2011	377,355	
2012	400,035	6.01%
2013	439,384	9.84%
2014	475,606	8.24%
2015	497,518	4.61%
2016	540,901	8.72%
2017	515,902	-4.62%
2018	541,136	4.89%
2019	565,589	4.52%
2020	581,607	2.83%
Promedio		5.00%

Tabla 2 Tasa de crecimiento vehicular anual en la Ciudad de Chihuahua.

De la misma forma, de acuerdo a los aforos direccionales realizados en las intersecciones de análisis y apoyados en un software especializado en ingeniería de tránsito (PTV Vissim), se determinó que el flujo sobre el PSV sería de un 63% del volumen en sentido Oeste – Este y de 71% en sentido Este – Oeste.





Imagen 1. Distribución de tráfico en la zona de estudio.

Variables relacionadas con la velocidad

Las variables del flujo vehicular relacionadas con la velocidad son: la velocidad de punto, la velocidad instantánea, la velocidad media temporal, la velocidad media espacial, la velocidad de recorrido, la velocidad de marcha, la distancia de recorrido y el tiempo de recorrido.

- La velocidad de punto para estimar la distribución de velocidades de vehículos en una corriente del tráfico, en una localización particular en una carretera.
- La velocidad instantánea es la velocidad de un vehículo en un momento determinado.
- La velocidad media temporal es la media aritmética de las velocidades de punto de todos los vehículos, o parte de ellos, que pasan por un punto específico de una carretera o calle durante un intervalo de tiempo.
- La velocidad media espacial Es la media aritmética de las velocidades de punto de los vehículos que en un instante dado se encuentran en un tramo de carretera o calle.
- La velocidad de recorrido es la velocidad media conseguida por el vehículo a recorrer un tramo determinado de carretera.
- La velocidad de marcha, es el resultado de dividir la distancia recorrida entre el tiempo durante el cual el vehículo estuvo en movimiento.

Variables relacionadas con la densidad

Las variables del flujo vehicular relacionadas con la densidad son la densidad o concentración, el espaciamiento simple entre vehículos consecutivos y el espaciamiento promedio entre varios vehículos.

- Densidad o concentración (k). Es el número N de vehículos que ocupan una longitud específica, d, de una vialidad en un momento dado. Generalmente se expresa en vehículos por kilómetros, ya sea referido a un carril o a todos los carriles de una calzada.
- Espaciamiento simple (si). Es la distancia entre el paso de dos vehículos consecutivos, usualmente expresada en metros y medida entre sus defensas traseras.
- Espaciamiento promedio (s). Es el promedio de todos los espaciamientos simples, (Si), existentes entre los diversos vehículos que circulan por una vialidad. Por tratarse de un promedio se expresa en metros por vehículos.

Tipos de flujo de tráfico

El Manual de Capacidad de Carreteras clasifica a los distintos tipos de caminos en dos categorías o tipos de operación del flujo vehicular:

- Continuo y
- Discontinuo

Los términos “flujo Continuo” y “flujo discontinuo” solo describen el tipo de camino y no la calidad del flujo de tránsito que en un determinado momento circula por el mismo.

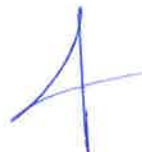
Para condiciones de flujo continuo se pueden tomar como referencia las autopistas, pues estas presentan un flujo continuo en el que no existen interrupciones de tránsito, y cuenta con accesos y egresos que son controlados y limitados a las ubicaciones de las ramas de entrada y salida.

En el análisis de los caminos con flujo discontinuo debe tomarse en cuenta en el impacto de las interrupciones fijas como lo son semáforos, reductores de velocidad

Así por ejemplo, un semáforo limita el tiempo disponible para los distintos movimientos del tránsito de la intersección en la cual están emplazados. En consecuencia la Capacidad queda limitada no solo por el espacio físico proporcionado por la intersección, sino también por el tiempo disponible para los distintos movimientos de la corriente de tránsito.

De acuerdo a los aforos realizados y los datos recabados, así como apoyados en el software PTV Vissim, se determinó un tiempo de espera por semaforización de **2:27 minutos**, lo que propicia una formación de filas más largas a la espera del cruce.

A continuación se presentan las fases semaforicas propuestas una vez construido el proyecto en estudio.



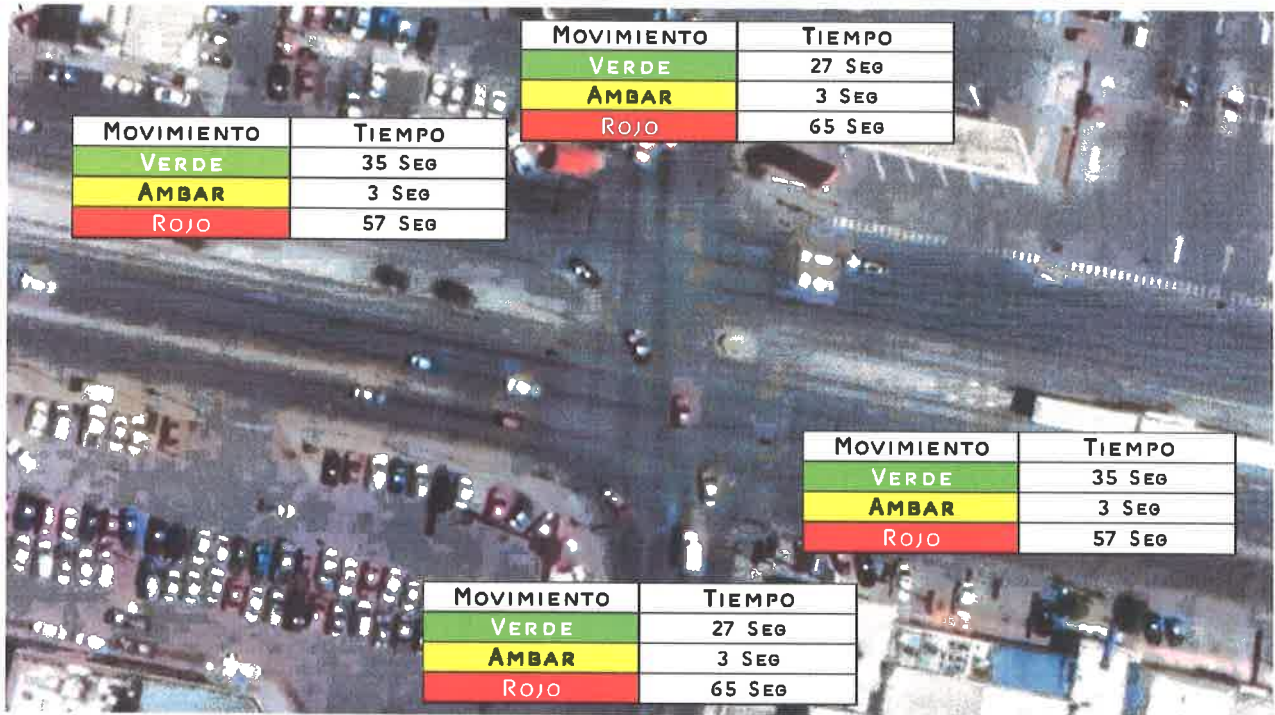


Imagen 2. Fase semafórica propuesta en Av. Nueva España

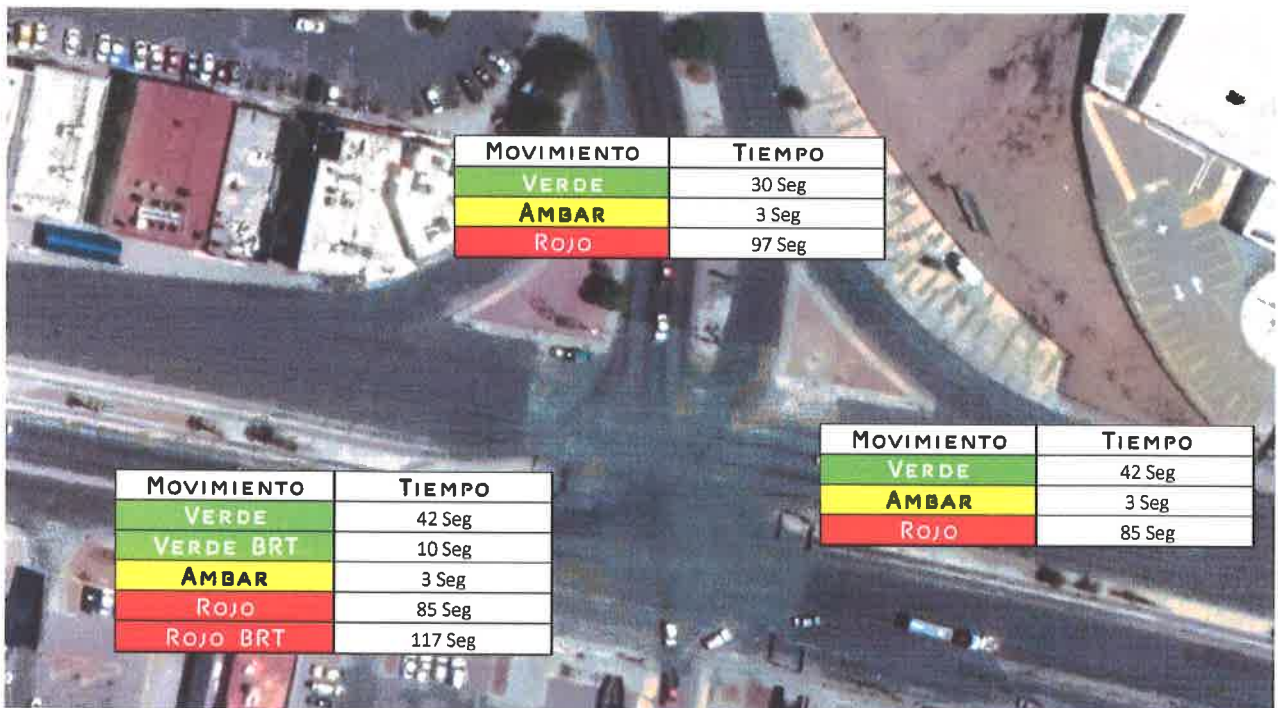


Imagen 3. Fase semafórica propuesta en Av. Carlos Pacheco

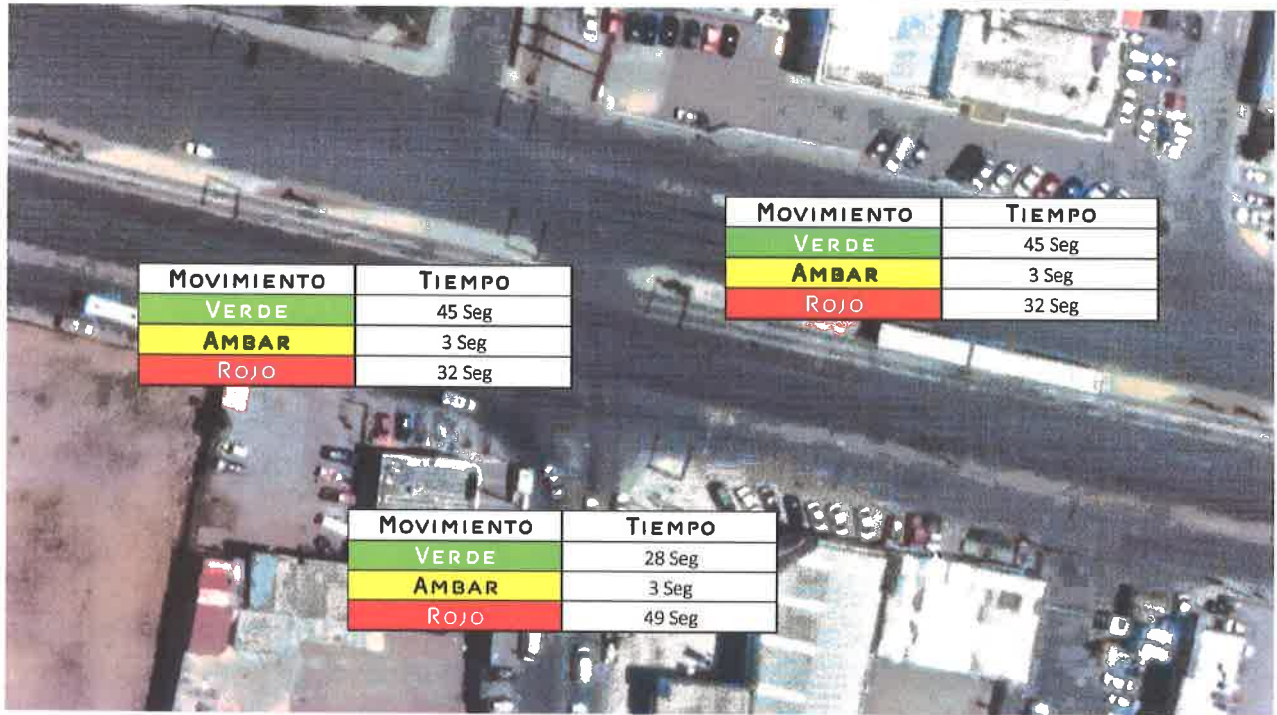


Imagen 4. Fase semafórica propuesta en C. Francisco Villa

(Handwritten signature)

III.4 Capacidad Vial

Es la máxima proporción horaria de vehículos que pueden pasar por un punto o sección uniforme de un carril o calzada durante un periodo de tiempo dado, bajo las condiciones prevalecientes del camino, del tránsito y de los dispositivos de control.

Dentro de los objetivos que contempla el diseño y la planificación de instalaciones carreteras se encuentran lograr diseñar y planificar instalaciones carreteras que operen a tasas de flujo por debajo de sus tasas óptimas. Estos objetivos pueden alcanzarse, cuando se ha hecho una buena estimación del flujo de tránsito de una instalación determinada.

Dependiendo del tipo de infraestructura vial a analizar, se debe establecer un procedimiento para el cálculo de su Capacidad y calidad de operación.

Por lo tanto, el principal objetivo del análisis de Capacidad, es estimar el máximo número de vehículos que un sistema vial puede acomodar con razonable seguridad durante un periodo específico. Sin embargo, los sistemas operan pobremente a Capacidad; pero generalmente ellos raramente se planifican para operar en este rango.

A su vez, mediante los análisis de Capacidad, también se estima la cantidad máxima de vehículos que el sistema vial puede acomodar mientras se mantiene una determinada calidad de operación, introduciéndose aquí el concepto de Nivel de Servicio.

Niveles de servicio

Para medir la calidad del flujo vehicular se usa el concepto de Nivel de Servicio. Es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular, y de su percepción por los motoristas y/o pasajeros. Estas condiciones se describen en términos de factores tales como la velocidad y el tiempo de recorrido, la libertad de realizar maniobras, la comodidad, la conveniencia y la seguridad vial.

De los factores que alteran el nivel de servicio, se distinguen los internos y los externos. Los internos son aquellos que corresponden a variaciones en la velocidad, en el volumen, en la composición del tránsito, en el porcentaje de movimientos de entrecruzamientos o direccionales, etc. Entre los externos están las características físicas, entrecruzamientos o direccionales, etc. Entre los externos están las características físicas tales como la anchura de los carriles, la distancia libre lateral, la anchura de los acotamientos, las pendientes, etc.

- **Nivel de servicio "A"**

Representa circulación a flujo libre. Los usuarios, considerados en forma individual, están virtualmente exentos de los efectos de la presencia de otros en la circulación. Poseen una altísima libertad para seleccionar sus velocidades deseadas y maniobrar dentro del tránsito. El Nivel general de comodidad y conveniencia proporcionado por la circulación es excelente.



- **Nivel de servicio “B”**

Esta aun dentro del rango de flujo libre, aunque se empiezan a observar otros vehículos integrantes de la circulación. La libertad de selección de las velocidades deseadas sigue relativamente inafectada, aunque disminuye un poco la libertad de maniobrar. El Nivel de comodidad y conveniencia comienza a influir en el comportamiento individual de cada uno.

- **Nivel de servicio “C”**

Pertenece al rango de flujo estable, pero marca el comienzo del dominio en que la operación de los usuarios individuales se ve afectada de forma significativa por las interacciones con los otros usuarios. La selección de velocidad se ve afectada por la presencia de otros, y la libertad de maniobra comienza a ser restringida. El Nivel de comodidad y conveniencia desciende notablemente.

- **Nivel de servicio “D”**

Representa una circulación de densidad elevada, aunque estable. La velocidad y libertad de maniobra quedan seriamente restringidas, y el usuario experimenta un Nivel general de comodidad y conveniencia bajo. Pequeños incrementos en el flujo generalmente ocasionan problemas de funcionamiento, incluso con formación de pequeñas colas

- **Nivel de servicio “E”**

El funcionamiento está en él, o cerca del, límite de su Capacidad. La velocidad de todos se ve reducida a un valor bajo, bastante uniforme. La libertad de maniobra para circular es extremadamente difícil, y se consigue forzando a los vehículos a “ceder el paso”. Los Niveles de comodidad y conveniencia son enormemente bajos, siendo muy elevada la frustración de los conductores. La circulación es normalmente inestable, debido a que los pequeños aumentos del flujo o ligeras perturbaciones del tránsito producen colapsos.

- **Nivel de servicio “F”**

Representa condiciones de flujo forzado. Esta situación se produce cuando la cantidad de tránsito que se acerca a un punto, excede la cantidad que puede pasar por él. En estos lugares se forman colas, donde la operación se caracteriza por la existencia de ondas de parada y arranque, extremadamente inestables, típicas de los “cuellos de botella”.



VIALIDAD	VOLUMEN ACTUAL	VOLUMEN A 30 AÑOS
BLVD. JOSÉ FUENTES MARES	943	4,076
AV. NUEVA ESPAÑA	670	2,896
AV. CARLOS PACHECO	1,031	4,456
C. FRANCISCO VILLA	580	2,507

Tabla 3. Volúmenes vehiculares actuales y a futuro.

VIALIDAD	NIVEL DE SERVICIO ACTUAL	A 30 AÑOS SIN PROYECTO	A 30 AÑOS CON PROYECTO
BLVD. JOSÉ FUENTES MARES	B	F	C
AV. NUEVA ESPAÑA	B	F	B
AV. CARLOS PACHECO	B	F	B
C. FRANCISCO VILLA	B	F	D

Tabla 4. Niveles de servicio actual y a futuro.

III.5 Estudios de Tránsito

Los estudios de tránsito sirven tanto para los análisis de ingeniería como para soportar los estudios económicos y estudios de factibilidad. Los estudios los dividiremos en dos categorías:

Estudios de volúmenes de tránsito

La determinación del volumen de tránsito es básica para la evaluación del movimiento de tránsito, debido a que proporciona una escala de comparación mostrando la importancia relativa las distintas obras de planificación, diseño de carreteras y en la estimación de la recuperación e inversión para una determinada obra; para la construcción de nuevas vías, así como en la conservación y reconstrucción de la ya existente.

El volumen de tránsito es utilizado en investigación para poder establecer relaciones significativas entre distintos parámetros, tales como: densidad, velocidad. También es utilizado en las frases de control de tránsito y labor preventiva por las autoridades correspondientes.

El tipo de datos recolectados en un estudio de volúmenes de tránsito depende mucho de la aplicación que se le vaya dar a los mismos. Así por ejemplo, algunos estudios requieren detalles como la composición vehicular y los movimientos direccionales, mientras que otros solo exigen conocer los volúmenes totales. También, en algunos casos es necesario aforar vehículos únicamente durante periodos cortos de una hora o menos, otras veces el periodo puede ser de un día, una semana, un mes o inclusive un año.



El método utilizado dependerá en última instancia de la exactitud con la que se requieran los datos, el tipo de datos a recopilar y las restricciones tanto económicas como recursos humanos se dispongan para el estudio.

Es fundamental, en la planeación y operación de la circulación vehicular, conocer las variaciones periódicas de los volúmenes de tránsito dentro de las horas de máxima demanda, en la horas del día, en los días de la semana y en los meses del año, las variaciones de los volúmenes de tránsito en su distribución por carriles, su distribución direccional y su composición.

El tiempo y duración en que se debe realizar un aforo de tránsito en un lugar específico, depende del tipo de vehículo de datos que se requiera y la aplicación que se le dará a los mismos. Pueden ser:

- Volumen de tránsito anual: para estudios como planeación de carreteras, programa de carreteras, cálculo de tasa de accidentes, estudios fiscales, selección de rutas, estudios de tendencias entre otros.
- Volumen de tránsito promedio diario: datos usados para análisis de capacidad, diseño geométrico, diseño estructural, entre otros.
- Volúmenes de tránsito horario. Para aplicación de dispositivos de control de tránsito, vigilancia selectiva, desarrollo de reglamentos de tránsito etc.
- Tasas de flujo: necesarios para planeación de transporte, diseño vial, operación de tránsito e investigación.

Métodos de aforos

- Aforos manuales: nos ayuda a obtener datos de volúmenes de tránsito a través del uso de personal de campo conocido como aforadores de tránsito. Los aforadores manuales son usados cuando la información deseada no puede ser obtenida mediante el uso de dispositivos mecánicos. Este método es el más común, se puede obtener información detallada de: clasificación vehicular, movimientos direccionales en una intersección o en una entrada, dirección del recorrido, procedencia de los vehículos por medio de la placas, uso por carril y/o longitud de colas, número de pasajeros por vehículo, obediencia a los dispositivos para el control del tránsito.
- Aforos mecánicos: en las estaciones de aforo mecánico, el registro de los volúmenes de tránsito, según el detector empleado, puede ser: neumático o electrónico. El equipo neumático se instala de preferencia en carreteras de baja velocidad y de poco tránsito; esto es debido a las limitaciones que se presentan en el registro de vehículos y en la manguera de hule de que van provistos los aparatos, el equipo electrónico se instala de preferencia en carreteras de alta velocidad y gran volumen de tránsito. Existen diferentes aparatos utilizados para detectar los vehículos estos son:

- Detectores de neumáticos: se compone de una manguera que al ser oprimida por las llantas de los vehículos registra el paso de los mismos
- Contacto eléctrico: consiste en una placa de acero cubierta por una capa de hule, el cual mediante un circuito eléctrico es capaz de realizar recuentos de vehículos por carril.
- Fotoeléctricos: el registro de los vehículos por medio de un equipo fotoeléctrico se realiza cuando un vehículo pasa a través de una fuente de luz y un dispositivo capaz de distinguir entre una luz o la falta de la misma.
- Radar: un fenómeno natural que ocasiona que una señal de radio al ser reflejada por un objeto en movimiento cambien su frecuencia con relación a la señal de radio incidente, lo que hace posible la detección de vehículos por medio de radar.
- Magnético: un impulso originado por un vehículo en movimiento es la base para la detección magnética. El impulso de la señal es causado por la distorsión de las líneas de fuerzas normales al campo magnético terrestre dando como resultado la detección del vehículo en movimiento.
- Ultrasónico: una onda ultrasónica es generada por un diagrama e vibración. Esta onda es enfocada hacia la calzada y recogida por una celda. Al ser interrumpida la detección de la onda, se produce el cierre de un relevado.
- Infrarrojo: el sistema de rayos infrarrojos usa una celda de captación similar a la celda fotoeléctrica pero la cual es sensible a las radiaciones de rayos infrarrojos más que a la luz visible.

Derivado de lo anterior, y basados en los resultados arrojados por los datos obtenidos de los aforos realizados en la zona, se determinaron como horas de máxima demanda, es decir, aquellas con mayor congestionamiento vial, las que comprenden de **11:00 a 12:00 horas** en horario matutino, y de **15:00 a 16:00 horas** en horario vespertino, por lo que el resto del día, si bien se concentra un flujo importante de vehículos, no son consideradas como "Horas pico".



Estudios de la velocidad.

Uno de los indicadores que más se utiliza para medir la eficiencia de un sistema vial es la velocidad de los vehículos. Desde este punto de vista para medir la calidad del movimiento del tránsito se utilizan la velocidad de punto, en sus dos componentes media temporal y media espacial; la velocidad de recorrido y la velocidad de marcha.

La velocidad de proyecto llamada también velocidad de diseño, es la velocidad máxima a la cual pueden circular los vehículos con seguridad sobre una sección específica de una vía, cuando las condiciones atmosféricas y del tránsito son tan favorables que las características geométricas del proyecto gobiernan la circulación.

Todos aquellos elementos geométricos del alineamiento horizontal, vertical y transversal, tales como radios mínimos, pendientes máximas, distancias de visibilidad, sobreelevaciones (peraltes), anchos de carriles y acotamientos, anchuras y alturas libres, etc., dependen de la velocidad de proyecto y varían con un cambio de ésta.

La selección de la velocidad de proyecto depende de la importancia o categoría de la futura vía, de los volúmenes de tránsito que va a mover, de la configuración topográfica de la región, del uso del suelo y de la disponibilidad de recursos económicos.

De acuerdo a los datos recabados en la zona de estudio y posterior al procesamiento de los mismos, se determinaron como velocidades promedio del recorrido por tipo de vehículo las siguientes:

TIPO DE VEHÍCULOS	VELOCIDADES PROMEDIO (KM/H)
TIPO A	48.77
TIPO B	36.31
TIPO C	32.98

Tabla 5. Velocidades actuales sobre Blvd. Fuentes Mares.

Mientras que las velocidades promedio estimadas con el proyecto realizado, son las siguientes:

TIPO DE VEHÍCULOS	VELOCIDADES PROMEDIO (KM/H)
TIPO A	62.53
TIPO B	54.32
TIPO C	51.95

Tabla 6. Velocidades posibles sobre Blvd. Fuentes Mares, con proyecto.

Estudios de velocidad de punto

Los estudios de la velocidad de punto se conducen para estimar la distribución de velocidades de vehículos en una corriente del tráfico, en una localización particular en una carretera. La velocidad de un vehículo se define en el índice del movimiento del vehículo, se expresa generalmente en millas por hora o kilómetros por hora. Un estudio de la velocidad de punto es realizado registrando las velocidades, de una muestra de vehículos en una localización especificada. Las características de la velocidad identificadas por tal estudio serán válidas solamente para el tráfico y las condiciones ambientales que existen a la hora del estudio.

El uso más frecuente de los estudios de velocidad de punto es el de determinar el efecto o la necesidad de diversos dispositivos para el control de tráfico, tales como señales preventivas, señales restrictivas de velocidad y zonificación de la velocidad. Un uso menos frecuente, pero importante, puede ser el del estudio de la relación de la velocidad asociada a detalles del proyecto, accidentes y otras características operacionales. En los estudios de velocidad de punto se registra la distribución de velocidades en una distancia corta, o sean las velocidades instantáneas. De ahí que los datos no deberán usarse como sustituto de los estudios de tiempos de recorrido, los cuales normalmente tienen que ver con velocidades promedio sobre tramos largos.

- **Ubicación del estudio.-** La localización para los estudios de la velocidad de punto depende del uso anticipado de los resultados.

Los estudios de velocidad usualmente se llevan a cabo en intersecciones y otros puntos a mitad de la cuadra, que registran alta frecuencia de accidentes, en puntos donde se propone la instalación de semáforos y señales de “ALTO”, en todas las arterias principales o en puntos representativos escogidos para el estudio de datos básicos.

Cuando un punto se está estudiando, es importante que los datos estén obtenidos imparcialmente. Para esto se requiere que los conductores sean inconscientes de que se está conduciendo tal estudio. El equipo usado se debe por lo tanto encubrir del conductor, y los observadores que conducen el estudio deben ser discretos. La ubicación del sitio para el estudio depende, hasta cierto punto, del tipo de equipo utilizado. Si las velocidades van a tomarse con cronometro usando un mínimo de equipo, es necesario que la sección se encuentre en tangente. Es también conveniente planear el estudio de manera que el observador pueda ver los vehículos que se aproximan, sin ser visto por los conductores.

- **Tiempo y duración del estudio.-** La hora para conducir un estudio de la velocidad depende del propósito del estudio. En general, cuando el propósito del estudio es establecer límites de velocidad fijados, observar tendencias de la velocidad, o recoger datos básicos, se recomienda que el estudio esté conducido sobre el tráfico libre, generalmente durante horas pico. Sin embargo, cuando un estudio de la velocidad se conduce en respuesta a quejas del ciudadano, es útil que el período seleccionado para el estudio refleje la naturaleza de las quejas.

- **Tamaño de la muestra para los estudios de la velocidad de punto.-** La velocidad promedio calculada, se utiliza para representar el valor medio verdadero para todas las velocidades de los vehículos que circulan en una determinada ubicación. La exactitud de esta depende del número de vehículos en la muestra. Cuanto más grande es el tamaño de muestra, mayor es la probabilidad que el medio estimado no sea perceptiblemente diferente del medio verdadero. Es por lo tanto necesario seleccionar un tamaño de muestra que dé un medio estimado dentro de límites aceptables del error. Los procedimientos estadísticos se utilizan para determinar este tamaño de muestra mínimo. Antes de discutir estos procedimientos, es primero necesario definir ciertos valores significativos que sean necesarios describir características de la velocidad.

Estudios de la velocidad de recorrido

Para determinar la velocidad de recorrido es necesario tener los tiempos de recorrido, los que a su vez están asociados con las demoras. Los propósitos del estudio de tiempos de recorrido y demoras son: la calidad del movimiento vehicular a lo largo de una ruta y determinar la ubicación, tipo y magnitud de las demoras de tránsito. La calidad del flujo se mide por las velocidades de recorrido y de marcha. En el momento de estudio, se miden los tiempos de recorrido y detención en cada uno de los tramos; los cuales son convertidos posteriormente a medidas de velocidad. Para tal efecto, se acostumbra utilizar el método del vehículo de prueba o vehículo flotante.



IV. SITUACION ACTUAL

IV.1 Diagnóstico de la situación actual.

En este estudio de costo beneficio se realizó un diagnóstico inicial sobre la Dinámica socio económico en el área de influencia del proyecto propuesto correspondiente al municipio de Chihuahua en el estado de Chihuahua.

Ubicación dentro del entorno nacional

A nivel territorial (macro localización), el área de estudio considerada está constituida por el municipio de Chihuahua, en el estado de Chihuahua, el cual se encuentra en la zona norte de la República Mexicana. La superficie del municipio de Chihuahua es de 8,384.37 km².



Imagen 5. Estado de Chihuahua a nivel Territorial.

A nivel regional (meso localización), el estudio se enfoca en la localidad de Ciudad Chihuahua, la cual se encuentra inmersa al centro de Chihuahua.



Imagen 6. Municipio de Chihuahua a nivel Regional.

La ciudad de Chihuahua es la capital del estado de Chihuahua, el cual colinda al Norte con Estados Unidos de América; al Este con el estado de Coahuila; al Sur con el estado de Durango y el estado de Sinaloa y al Oeste con el estado de Sonora.

Cuenta con 67 municipios concentrándose el 25.06% de la población en el municipio de Chihuahua.

Ubicación del proyecto.

El proyecto se encuentra al sur de la ciudad, en el Blvd. José Fuentes Mares.

Localización

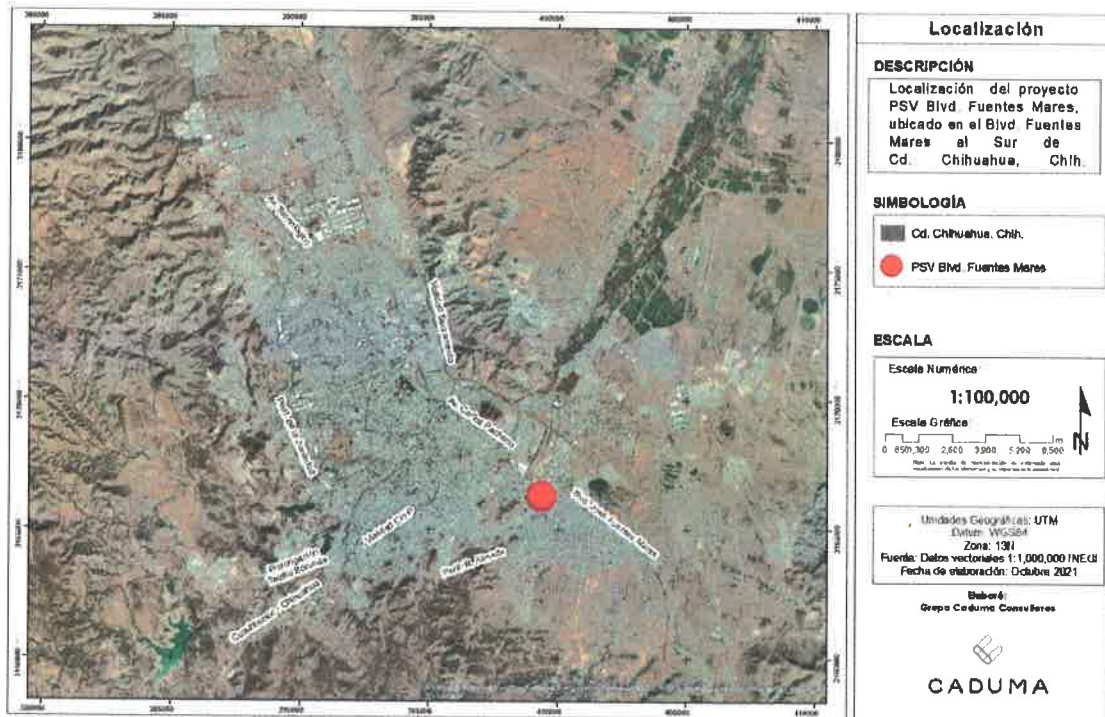


Imagen 7. Localización del proyecto.



Área de estudio.

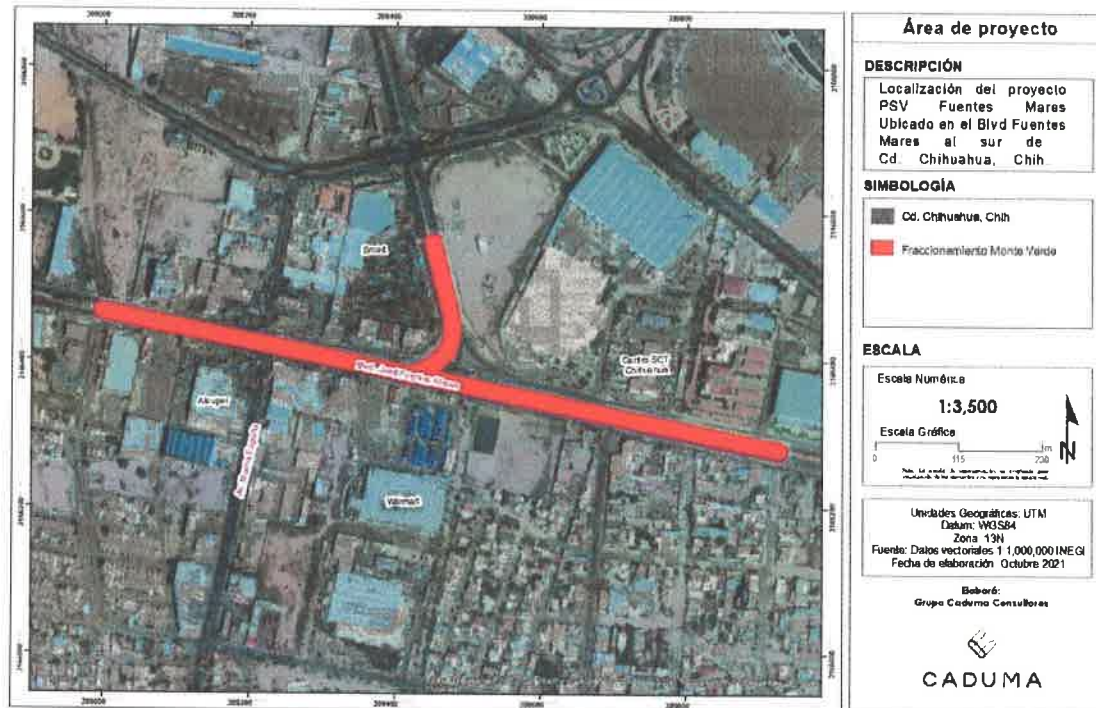


Imagen 8. Área de estudio.

Características de la población

Para llevar a cabo el análisis histórico de la población se usó como fuente al Plan de Desarrollo Urbano Sostenible de la Zona Metropolitana de Chihuahua, Chihuahua.

Demografía

Chihuahua es sede administrativa de la Región Centro, siendo cabecera del municipio del mismo nombre. En la actualidad Chihuahua concentra el 25.06% de la población total del Estado y el 91.05% de la población municipal. Como Capital de Estado, se constituye como uno de los principales centros administrativos, comerciales y de prestación de servicios para toda la población del territorio Chihuahuense.

Aunque la tasa promedio de crecimiento anual va en descenso, esta se mantendrá todavía alta, al seguir siendo Chihuahua la localidad del centro de la entidad con mayor oferta educativa, de salud, empleo, vivienda, flujo de mercancías, de capitales y demás prestación y servicios, con su consecuente proceso de inmigración definitiva de personas del resto de la entidad hacia la Capital del Estado, por lo que se estima que la tasa media de crecimiento anual no bajará del 3.95% en los próximos 14 años.

Se cuenta con un total de 937,674 habitantes de los cuales el 48.8% son hombres y 52.2% son mujeres, mientras que el estado de Chihuahua concentra una población de 3'741,869 habitantes, de los cuales 49.5% son hombres y 50.5% son mujeres, la edad media es de 29 años lo que indica que es una localidad de población joven, con un buen promedio educativo en el primer grado de la preparatoria

VOLUMEN POBLACIONAL Y SEXO	MUNICIPIO DE CHIHUAHUA	ESTADO DE CHIHUAHUA	NACIONAL
Total de habitantes	937,674	3,741,869	126,014,024
Total de población masculina	457,585	1,852,225	61,494,844
% de población masculina	48.8%	49.5%	48.8%
Total de población femenina	480,089	1,889,644	64,519,180
% de población femenina	51.2%	50.5%	51.2%

Tabla 7. Volúmenes poblacionales por sexo.

Estudios históricos y actuales de migración

El proceso migratorio de los habitantes del área metropolitana de Chihuahua, considera los movimientos migratorios de la población chihuahuense hacia otras entidades del país o del extranjero, principalmente Estados Unidos, o de manera inversa.

Se consultaron los sitios Web de las instituciones de INEGI e INAFED, para obtener datos de los diferentes Censos de Población y Vivienda y Conteos Poblacionales.

Economía

Como Capital del Estado de Chihuahua, la Ciudad de Chihuahua alberga los poderes estatales y las representaciones administrativas de la Federación, lo cual se refleja en la especialización de los servicios comerciales, gubernamentales y de servicios de carácter regional y estatal, destacando los servicios de educación superior y salud.

Las actividad económica de la ciudad involucra a las organizaciones, industrias y actores de sector productivo que tienen presencia en la misma, así como la importancia que tienen para la economía de la ciudad.

La tipología industrial presenta diferentes modalidades:

- Zonas industriales antiguas
 - Nombre de Dios
 - Fundidora Avalos
- Parques industriales (década de los años 80 predominantemente maquilador)
 - Complejo Industrial Chihuahua
 - Complejo Industrial Américas
 - Complejo Industrial Saucito
 - Complejo Industrial IMPULSO
- Usos industriales dispersos, de generación más reciente, tendiendo a buscar su ubicación cercana a las salidas de la ciudad
 - Salida a Juárez: Motorola, Coca-Cola
 - Salida a Delicias: Vitromex
 - Salida a Cuauhtémoc: Empacadora

Asimismo, parques industriales de tamaño pequeño y mediano (SUPRA, INTERMEX, IMPULSO) que promueven espacios en número limitado. La promoción del desarrollo industrial recae en la Promotora de la Industria Chihuahuense, organismo público descentralizado de la Secretaría de Desarrollo Industrial creado en 1980.

V. SITUACION ACTUAL DE LA PRBLEMÁTICA

V.1 Problemática.

Hoy en día existe un gran problema de movilidad dentro de la ciudad de Chihuahua de manera un poco más específica en zona sureste, en el Blvd. José Fuentes Mares, entre las intersecciones con Av. Nueva España y C. Francisco Villa

Estas vialidades constituyen un alimentador para el Blvd. Fuentes Mares, por lo cual genera un embotellamiento que afecta negativamente en términos de tiempo y costo, tanto la incorporación como la desincorporación de vehículos que circulan por la misma.

Actualmente, cuenta con dos carriles centrales y dos laterales en sentido Oeste – Este y tres carriles sin división en sentido Este - Oeste y en las intersecciones cuentan con semaforización que aunque controla los tiempos hace que se generen grandes filas, haciendo los tiempos de traslado más tardados.

Parte del conflicto vial de esta zona se debe al aumento en años recientes del número de automotores que circulan regularmente por ella, así como por ser la vía principal de salida de la ciudad con rumbo a Ciudad Delicias, Meoqui o fuera del estado en dirección sureste.



Imagen actual de la interseccion del Blvd. Fuentes Mares y Av. Nueva España.

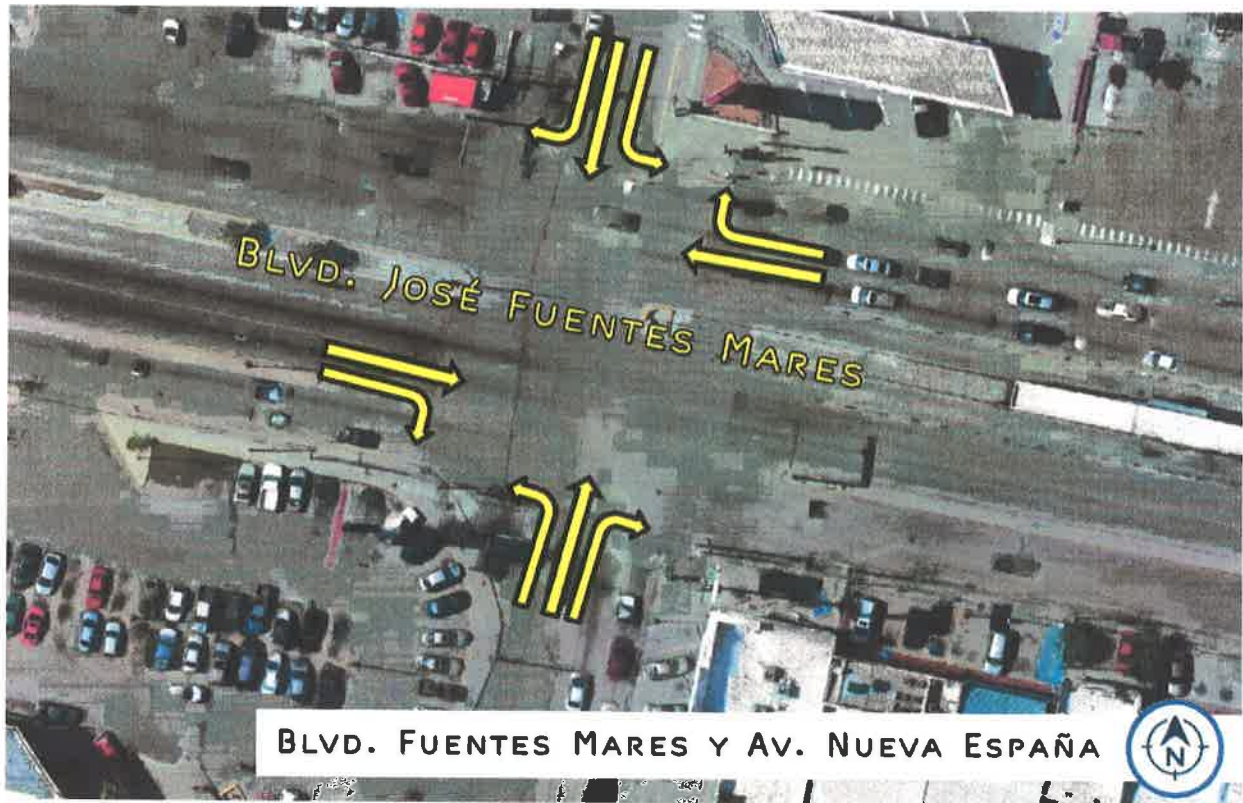


Imagen 9. Intersección Blvd. José Fuentes Mares y Av. Nueva España.

Imagen actual de la interseccion del Blvd. Fuentes Mares y Av. Carlos Pacheco.



Imagen 10. Intersección Blvd. José Fuentes Mares y Av. Carlos Pacheco.



BLVD. FUENTES MARES Y C. FRANCISCO VILLA

Imagen 11. Intersección Blvd. José Fuentes Mares y C. Francisco Villa.

A

V.2 Análisis de la oferta o infraestructura existente.

Infraestructura Vial

Actualmente el Blvd. Fuentes Mares presenta un alto nivel de tránsito vehicular, principalmente en horas pico, que son de entre las 11:00 y 12:00 por la mañana, y entre 15:00 y 15:00 por la tarde, las cuales fueron identificadas mediante los aforos realizados. Las vialidades también sufren de problemas de mantenimiento en la carpeta asfáltica, lo cual contribuye al lento tránsito.

COMPONENTE	DESCRIPCION	CARACTERISTICAS
BLVD. JOSÉ FUENTES MARES	Tramo con ancho variable promedio de entre 10 y 15 m, con camellón central de aproximadamente 2m.	Concreto hidráulico y carpeta asfáltica en mal estado, banquetas de ancho variable y con obstrucciones múltiples.
AV. NUEVA ESPAÑA	Cuenta con 4 carriles, 2 por sentido, de un ancho promedio de 3.5m por carril, sin camellón.	Carpeta asfáltica en mal estado, con banquetas de anchos variables.
AV. CARLOS PACHECO	Actualmente se tiene un ancho promedio de 10.5 m por sentido, banqueta del orden de 1.5 m, camellón promedio de 2.50 m de ancho.	Carpeta asfáltica en buen estado, con banquetas amplias en ciertas zonas.
C. FRANCISCO VILLA	Sección con un ancho de 12 m, dos carriles por sentido, banquetas estrechas en ciertos tramos.	Carpeta asfáltica en regular/mal estado, banquetas de ancho variable y un carril de uso de estacionamiento por sentido.

Tabla 8. Características de las vialidades existentes.

Análisis de la demanda actual TPDA

La demanda está constituida por los vehículos que circulan por la vía diariamente y esto se manifiesta a través del Transito Promedio Diario Anual (TPDA). Para el caso que nos ocupa, en la siguiente tabla se muestra los aforos realizados en campo para cada una en sus horas de máxima demanda de las vialidades involucradas:

La clasificación de los vehículos se basó en lo siguiente. De acuerdo con la publicación técnica No. 407 "Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2014" del Instituto Mexicano del Transporte (IMT), los vehículos se clasifican de la siguiente manera: vehículos ligeros (A), autobús foráneo (B), camión unitario (C2), camión unitario (C3), camión articulado (T3 – S2 – R4), camión articulado (T3 – S2) y

camión articulado (T3 – S3). Estas clasificaciones se agrupan de acuerdo a sus similitudes de la siguiente manera:

1. Tipo "A": Vehículos ligeros
2. Tipo "B": Autobús foráneo o transporte público

AUTOBUS (B)			
NOMENCLATURA	NÚMERO DE EJES	NÚMERO DE LLANTAS	VEHÍCULO
B2	2	6	
B3	3	8 o 10	
B4	4	10	

Imagen 12. Vehículos tipo B (Autobuses).

3. Tipo "CU": Camiones unitarios C2 y C3

CAMIÓN UNITARIO (C)			
NOMENCLATURA	NÚMERO DE EJES	NÚMERO DE LLANTAS	VEHÍCULO
C2	2	6	
C3	3	8-10	

Imagen 13. Vehículos tipo C (Carga)

4. Tipo "CA": Camiones articulados T3 – S2 – R4, T3 – S2 y T3 – S3

TRACTOCAMIÓN ARTICULADO (T-S)			
NOMENCLATURA	NÚMERO DE EJES	NÚMERO DE LLANTAS	CONFIGURACIÓN DEL VEHÍCULO
T2-S1	3	10	
T2-S2	4	14	
T2-S3	5	18	
T3-S1	4	14	
T3-S2	5	18	
T3-S3	6	22	

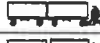
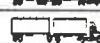
TRACTOCAMIÓN SEMIRREMOLQUE-REMOLQUE (T-S-R)			
NOMENCLATURA	NÚMERO DE EJES	NÚMERO DE LLANTAS	CONFIGURACIÓN DEL VEHÍCULO
T2-S1-R2	5	18	
T2-S2-R2	6	22	
T2-S1-R3	6	22	
T3-S1-R2	6	22	
T3-S1-R3	7	26	
T3-S2-R2	7	26	
T3-S2-R3	8	30	
T3-S2-R4	9	34	
T2-S2-S2	6	22	
T3-S2-S2	7	26	
T3-S3-S2	8	30	

Imagen 14. Vehículos tipo T (Articulados)



Horas de Máxima Demanda intersección de Blvd. Fuentes Mares y Av. Nueva España.
AV NUEVA ESPAÑA Y FUENTES MARES

Hora: 11:00 am a 12:00 pm

Fecha: 29 de junio - 2021

VIALIDAD/FLUJO	MOVIMIENTO	HORA	A	B	C2	C3	T	TS	TSR		
AV NUEVA ESPAÑA SUR - NORTE	VUELTA DERECHA CENTRAL	11:00 - 11:15	28	1	0	0	0	0	0	114	670
		11:15 - 11:30	24	2	1	1	0	0	0		
		11:30 - 11:45	29	0	0	0	0	0	0		
		11:45 - 12:00	27	1	0	0	0	0	0		
	VUELTA DERECHA LATERAL	11:00 - 11:15	17	0	0	0	0	0	0	96	
		11:15 - 11:30	27	0	0	0	0	0	0		
		11:30 - 11:45	25	0	0	0	0	0	0		
		11:45 - 12:00	27	0	0	0	0	0	0		
	FRENTE	11:00 - 11:15	47	1	3	0	0	0	0	218	
		11:15 - 11:30	50	2	3	0	0	1	0		
		11:30 - 11:45	44	1	5	0	0	0	0		
		11:45 - 12:00	57	2	2	0	0	0	0		
	VUELTA IZQUIERDA	11:00 - 11:15	53	0	0	0	0	0	0	242	
		11:15 - 11:30	70	1	0	0	0	0	0		
		11:30 - 11:45	61	0	0	0	0	0	0		
		11:45 - 12:00	57	0	0	0	0	0	0		

VIALIDAD/FLUJO	MOVIMIENTO	HORA	A	B	C2	C3	T	TS	TSR		
AV NUEVA ESPAÑA NORTE - SUR	VUELTA IZQUERDA LATERAL	11:00 - 11:15	11	0	0	0	0	0	0	43	474
		11:15 - 11:30	11	0	0	0	0	0	0		
		11:30 - 11:45	12	0	0	0	0	0	0		
		11:45 -12:00	9	0	0	0	0	0	0		
	VUELTA DERECHA	11:00 - 11:15	21	0	0	0	0	0	0	73	
		11:15 - 11:30	18	0	0	0	0	0	0		
		11:30 - 11:45	16	0	2	0	1	0	0		
		11:45 -12:00	15	0	0	0	0	0	0		
	FRENTE	11:00 - 11:15	65	0	2	0	0	1	0	343	
		11:15 - 11:30	77	0	4	1	0	1	0		
		11:30 - 11:45	80	0	1	0	0	0	0		
		11:45 -12:00	107	0	4	0	0	0	0		
	VUELTA IZQUERDA CENTRAL	11:00 - 11:15	9	0	0	0	0	0	0	15	
		11:15 - 11:30	1	0	0	0	0	0	0		
		11:30 - 11:45	2	0	0	0	0	0	0		
		11:45 -12:00	3	0	0	0	0	0	0		

VIALIDAD/FLUJO	MOVIMIENTO	HORA	A	B	C2	C3	T	TS	TSR		
BLVD. FUENTES MARES OESTE - ESTE	FRETE LATERAL	11:00 - 11:15	38	1	0	0	0	0	0	210	773
		11:15 - 11:30	56	0	2	0	0	0	0		
		11:30 - 11:45	54	0	0	0	0	1	0		
		11:45 -12:00	58	0	0	0	0	0	0		
	FRETE CENTRO	11:00 - 11:15	114	0	3	5	0	0	0	439	
		11:15 - 11:30	102	0	5	3	0	0	0		
		11:30 - 11:45	92	0	5	0	1	1	0		
		11:45 -12:00	108	0	0	0	0	0	0		
	VUELTA DERECHA	11:00 - 11:15	34	0	1	0	0	0	0	124	
		11:15 - 11:30	19	0	0	0	0	0	0		
		11:30 - 11:45	34	0	3	0	1	0	0		
		11:45 -12:00	31	0	1	0	0	0	0		

VIALIDAD/FLUJO	MOVIMIENTO	HORA	A	B	C2	C3	T	TS	TSR		
BLVD. FUENTES MARES ESTE - OESTE	VUELTA DERECHA	11:00 - 11:15	23	0	1	0	0	0	0	110	738
		11:15 - 11:30	29	0	0	0	0	0	0		
		11:30 - 11:45	30	0	0	0	0	0	0		
		11:45 -12:00	26	0	1	0	0	0	0		
	FRETE	11:00 - 11:15	131	2	2	0	0	0	0	628	
		11:15 - 11:30	149	3	2	0	0	0	0		
		11:30 - 11:45	180	3	3	0	0	0	0		
		11:45 -12:00	150	2	1	0	0	0	0		

TOTAL **2,655**
Tabla 9. Aforo matutino Blvd. Fuentes Mares y Av. Nueva España.

AV NUEVA ESPAÑA Y BLVD. FUENTES MARES

Hora: 3:00 pm a 4:00 pm

Fecha: 29 de junio - 2021

VIALIDAD/FLUJO	MOVIMIENTO	HORA	A	B	C2	C3	T	TS	TSR		
AV NUEVA ESPAÑA SUR - NORTE	VUELTA DERECHA CENTRAL	3:00 - 3:15	26	1	1	0	0	0	0	188	830
		3:15 - 3:30	82	1	1	0	0	0	0		
		3:30 - 3:45	43	0	0	0	0	0	0		
		3:45 - 4:00	32	1	0	0	0	0	0		
	VUELTA DERECHA LATERAL	3:00 - 3:15	22	0	0	0	0	0	0	108	
		3:15 - 3:30	23	0	0	0	0	0	0		
		3:30 - 3:45	25	0	0	0	0	0	0		
		3:45 - 4:00	38	0	0	0	0	0	0		
	FRENTE	3:00 - 3:15	54	2	0	0	0	0	0	250	
		3:15 - 3:30	52	2	4	1	0	1	0		
		3:30 - 3:45	60	2	4	0	0	0	0		
		3:45 - 4:00	63	1	2	2	0	0	0		
	VUELTA IZQUIERDA	3:00 - 3:15	62	0	0	0	0	0	0	284	
		3:15 - 3:30	63	0	1	0	0	0	0		
		3:30 - 3:45	72	0	0	0	0	0	0		
		3:45 - 4:00	85	1	0	0	0	0	0		

VIALIDAD/FLUJO	MOVIMIENTO	HORA	A	B	C2	C3	T	TS	TSR		
AV NUEVA ESPAÑA NORTE - SUR	VUELTA IZQUERDA LATERAL	3:00 - 3:15	4	0	0	0	0	0	0	31	524
		3:15 - 3:30	13	0	0	0	0	0	0		
		3:30 - 3:45	9	0	0	0	0	0	0		
		3:45 - 4:00	5	0	0	0	0	0	0		
	VUELTA DERECHA	3:00 - 3:15	16	0	0	0	0	0	0	62	
		3:15 - 3:30	20	0	0	0	0	0	0		
		3:30 - 3:45	16	0	0	0	0	0	0		
		3:45 - 4:00	10	0	0	0	0	0	0		
	FRENTE	3:00 - 3:15	90	0	5	0	0	0	0	425	
		3:15 - 3:30	94	0	4	0	0	1	0		
		3:30 - 3:45	111	0	5	0	0	0	0		
		3:45 - 4:00	109	0	5	0	0	1	0		
	VUELTA IZQUERDA CENTRAL	3:00 - 3:15	1	0	0	0	0	0	0	6	
		3:15 - 3:30	1	0	0	0	0	0	0		
		3:30 - 3:45	2	0	0	0	0	0	0		
		3:45 - 4:00	2	0	0	0	0	0	0		

VIALIDAD/FLUJO	MOVIMIENTO	HORA	A	B	C2	C3	T	TS	TSR		
BLVD. FUENTES MARES OESTE - ESTE	FRENTE LATERAL	3:00 - 3:15	65	0	0	0	0	0	0	229	910
		3:15 - 3:30	56	0	1	0	0	0	0		
		3:30 - 3:45	50	0	0	0	0	0	0		
		3:45 - 4:00	56	1	0	0	0	0	0		
	FRENTE CENTRO	3:00 - 3:15	112	2	3	0	0	0	0	485	
		3:15 - 3:30	123	0	3	0	0	0	0		
		3:30 - 3:45	124	0	3	0	0	0	0		
		3:45 - 4:00	111	1	3	0	0	0	0		
	VUELTA DERECHA	3:00 - 3:15	33	0	2	0	0	0	0	196	
		3:15 - 3:30	55		2	0	0	0	0		
		3:30 - 3:45	52	0	4	0	0	0	0		
		3:45 - 4:00	47	0	1	0	0	0	0		

VIALIDAD/FLUJO	MOVIMIENTO	HORA	A	B	C2	C3	T	TS	TSR		
BLVD. FUENTES MARES ESTE - OESTE	VUELTA DERECHA	3:00 - 3:15	24	0	0	0	0	0	0	121	862
		3:15 - 3:30	38	0	0	0	0	0	0		
		3:30 - 3:45	31	0	0	0	0	0	0		
		3:45 - 4:00	28	0	0	0	0	0	0		
	FRENTE	3:00 - 3:15	175	0	0	0	0	0	0	741	
		3:15 - 3:30	171	3	1	0	0	0	0		
		3:30 - 3:45	191	2	3	0	0	0	0		
		3:45 - 4:00	190	3	2	0	0	0	0		

TOTAL 3,126

Tabla 10. Aforo Vespertino Blvd. Fuentes Mares y Av. Nueva España.



Horas de Máxima Demanda intersección de Blvd. Fuentes Mares y Av. Carlos Pacheco.
BLVD. FUENTES MARES Y AV. PACHECO

Hora: 11:00 AM A 12:00 PM

Fecha: 02 de julio - 2021

2022											
VIALIDAD/FLUJO	MOVIMIENTO	HORA	A	B	C2	C3	T	TS	TSR		
BLVD. FUENTES MARES OESTE - ESTE	RETORNO	11:00 - 11:15	8	0	0	0	0	0	0	67	827
		11:15 - 11:30	22	0	0	0	0	0	0		
		11:30 - 11:45	15	0	0	0	0	0	0		
		11:45 - 12:00	22	0	0	0	0	0	0		
	FRENTE LATERAL	11:00 - 11:15	30	0	0	0	0	0	0	197	
		11:15 - 11:30	52	0	1	0	2	0	0		
		11:30 - 11:45	59	1	2	0	0	1	0		
		11:45 - 12:00	49	0	0	0	0	0	0		
	VUELTA IZQUIERDA	11:00 - 11:15	51	2	0	0	0	0	0	207	
		11:15 - 11:30	49	1	3	0	0	0	0		
		11:30 - 11:45	45	1	2	0	0	0	0		
		11:45 - 12:00	46	1	6	0	0	0	0		
	VUELTA DERECHA	11:00 - 11:15	4	0	0	0	0	0	0	8	
		11:15 - 11:30	0	0	0	0	0	0	0		
		11:30 - 11:45	2	0	0	0	0	0	0		
		11:45 - 12:00	2	0	0	0	0	0	0		
	FRENTE CENTRAL	11:00 - 11:15	91	0	0	0	0	0	0	348	
		11:15 - 11:30	86	0	5	1	0	1	0		
		11:30 - 11:45	88	0	1	0	0	0	0		
		11:45 - 12:00	73	0	1	0	1	0	0		
VIALIDAD/FLUJO	MOVIMIENTO	HORA	A	B	C2	C3	T	TS	TSR		
BLVD. FUENTES MARES ESTE - OESTE	FRENTE	11:00 - 11:15	140	0	3	0	0	0	0	704	1,043
		11:15 - 11:30	189	0	1	0	1	0	0		
		11:30 - 11:45	189	0	2	0	0	0	0		
		11:45 - 12:00	178	0	1	0	0	0	0		
	VUELTA DERECHA	11:00 - 11:15	63	12	4	3	0	0	0	339	
		11:15 - 11:30	74	2	4	1	0	5	0		
		11:30 - 11:45	84	2	2	0	0	0	0		
		11:45 - 12:00	74	2	6	0	0	1	0		
VIALIDAD/FLUJO	MOVIMIENTO	HORA	A	B	C2	C3	T	TS	TSR		
AV. PACHECO NORTE - SUR	VUELTA DERECHA	11:00 - 11:15	5	1	1	1	0	0	0	61	729
		11:15 - 11:30	11	3	0	0	0	0	0		
		11:30 - 11:45	14	4	0	0	0	0	0		
		11:45 - 12:00	20	1	0	0	0	0	0		
	RETORNO	11:00 - 11:15	15	11	0	0	0	0	0	99	
		11:15 - 11:30	24	0	0	0	0	0	0		
		11:30 - 11:45	25	0	1	0	0	0	0		
		11:45 - 12:00	22	0	1	0	0	0	0		
	VUELTA IZQUIERDA	11:00 - 11:15	91	3	1	0	2	0	0	569	
		11:15 - 11:30	146	5	1	0	0	0	0		
		11:30 - 11:45	154	5	1	2	2	1	0		
		11:45 - 12:00	146	4	1	1	1	2	0		
VIALIDAD/FLUJO	MOVIMIENTO	HORA	A	B	C2	C3	T	TS	TSR		
AV. PACHECO SUR - NORTE	VUELTA IZQUIERDA	11:00 - 11:15	0	0	0	0	0	0	0	2	116
		11:15 - 11:30	0	0	0	0	0	0	0		
		11:30 - 11:45	1	0	0	0	0	0	0		
		11:45 - 12:00	1	0	0	0	0	0	0		
	VUELTA DERECHA	11:00 - 11:15	25	0	0	0	0	0	0	114	
		11:15 - 11:30	24	0	0	0	0	0	0		
		11:30 - 11:45	25	0	1	0	0	0	0		
		11:45 - 12:00	39	0	0	0	0	0	0		
TOTAL										2,715	

Tabla 11. Aforo matutino Blvd. Fuentes Mares y Av. Carlos Pacheco.

BLVD. FUENTES MARES Y AV. PACHECO

Hora: 03:00 PM a 04:00 PM

Fecha: 02 de julio - 2021

VIALIDAD/FLUJO	MOVIMIENTO	HORA	A	B	C2	C3	T	TS	TSR		
BLVD. FUENTES MARES OESTE - ESTE	RETORNO	03:00 - 03:15	15	0	0	0	0	0	0	59	1,159
		03:15 - 03:30	11	0	0	0	0	0	0		
		03:30 - 03:45	25	0	0	0	0	0	0		
		03:45 - 04:00	8	0	0	0	0	0	0		
	FRENTE LATERAL	03:00 - 03:15	92	0	0	0	0	0	0	312	
		03:15 - 03:30	66	0	0	0	0	0	0		
		03:30 - 03:45	71	0	0	0	0	0	0		
		03:45 - 04:00	83	0	0	0	0	0	0		
	VUELTA IZQUIERDA	03:00 - 03:15	70	2	4	0	0	0	0	262	
		03:15 - 03:30	52	2	2	0	0	1	0		
		03:30 - 03:45	58	2	0	1	0	0	0		
		03:45 - 04:00	62	2	4	0	0	0	0		
	VUELTA DERECHA	03:00 - 03:15	5	0	2	0	0	0	0	24	
		03:15 - 03:30	9	0	0	0	0	0	0		
		03:30 - 03:45	2	0	0	0	0	0	0		
		03:45 - 04:00	6	0	0	0	0	0	0		
FRENTE CENTRAL	03:00 - 03:15	132	3	2	0	0	0	0	502		
	03:15 - 03:30	135	0	0	0	0	0	0			
	03:30 - 03:45	129	0	0	0	0	0	0			
	03:45 - 04:00	101	0	0	0	0	0	0			

VIALIDAD/FLUJO	MOVIMIENTO	HORA	A	B	C2	C3	T	TS	TSR		
BLVD. FUENTES MARES ESTE - OESTE	FRENTE	03:00 - 03:15	195	1	0	0	0	0	0	753	1,213
		03:15 - 03:30	125	1	0	0	0	1	0		
		03:30 - 03:45	231	0	0	0	0	0	0		
		03:45 - 04:00	199	0	0	0	0	0	0		
	VUELTA DERECHA	03:00 - 03:15	79	2	5	0	0	0	0	460	
		03:15 - 03:30	132	4	6	0	0	0	0		
		03:30 - 03:45	117	7	3	0	0	0	0		
		03:45 - 04:00	96	3	2	2	0	2	0		

VIALIDAD/FLUJO	MOVIMIENTO	HORA	A	B	C2	C3	T	TS	TSR		
AV. PACHECO NORTE - SUR	VUELTA DERECHA	03:00 - 03:15	9	1	3	0	0	0	0	73	1,031
		03:15 - 03:30	19	3	1	0	0	0	0		
		03:30 - 03:45	12	3	0	0	0	0	0		
		03:45 - 04:00	19	3	0	0	0	0	0		
	RETORNO	03:00 - 03:15	20	0	5	0	0	0	0	107	
		03:15 - 03:30	24	0	1	0	0	0	0		
		03:30 - 03:45	26	0	2	0	0	0	0		
		03:45 - 04:00	29	0	0	0	0	0	0		
	VUELTA IZQUIERDA	03:00 - 03:15	208	2	2	0	0	0	0	851	
		03:15 - 03:30	217	9	2	1	0	0	1		
		03:30 - 03:45	206	4	4	4	0	1	0		
		03:45 - 04:00	190	0	0	0	0	0	0		

VIALIDAD/FLUJO	MOVIMIENTO	HORA	A	B	C2	C3	T	TS	TSR		
AV. PACHECO SUR - NORTE	VUELTA IZQUIERDA	03:00 - 03:15	2	0	0	0	0	0	0	4	211
		03:15 - 03:30	0	0	0	0	0	0	0		
		03:30 - 03:45	2	0	0	0	0	0	0		
		03:45 - 04:00	0	0	0	0	0	0	0		
	VUELTA DERECHA	03:00 - 03:15	45	0	0	0	0	0	0	207	
		03:15 - 03:30	64	0	0	0	0	0	0		
		03:30 - 03:45	43	0	0	0	0	0	0		
		03:45 - 04:00	55	0	0	0	0	0	0		

Tabla 12. Aforo vespertino Blvd. Fuentes Mares y Av. Carlos Pacheco.





Horas de Máxima Demanda intersección de Blvd. Fuentes Mares y C. Francisco Villa.

BLVD. FUENTES MARES Y FRANCISCO VILLA

Hora: 11:00 AM A 12:00 AM

Fecha: Julio 2021

VIALIDAD/FLUJO	MOVIMIENTO	HORA	A	B	C2	C3	T	TS	TSR		
FUENTES MARES ESTE - OESTE	FRETE LATERAL	11:00 - 11:15	10	2	1	0	0	0	0	50	593
		11:15 - 11:30	8	3	0	0	0	0	0		
		11:30 - 11:45	12	3	0	0	0	0	0		
		11:45 - 12:00	8	3	0	0	0	0	0		
	FRETE CENTRAL	11:00 - 11:15	133	1	1	0	0	0	0	543	
		11:15 - 11:30	122	1	2	0	0	0	0		
		11:30 - 11:45	172	0	3	1	0	0	0		
		11:45 - 12:00	105	0	2	0	0	0	0		

VIALIDAD/FLUJO	MOVIMIENTO	HORA	A	B	C2	C3	T	TS	TSR		
FUENTES NARES OESTE - ESTE	FRETE CENTRAL	11:00 - 11:15	125	1	3	0	0	0	0	556	1,389
		11:15 - 11:30	123	0	1	0	0	0	0		
		11:30 - 11:45	141	0	2	4	1	0	0		
		11:45 - 12:00	152	0	3	0	0	0	0		
	FRETE LATERAL	11:00 - 11:15	61	4	1	0	0	0	0	253	
		11:15 - 11:30	45	5	2	0	0	0	0		
		11:30 - 11:45	55	7	1	1	0	0	0		
		11:45 - 12:00	62	5	3	1	0	0			
	VUELTA DERECHA	11:00 - 11:15	138	0	2	0	0	0	0	580	
		11:15 - 11:30	132	0	4	0	0	0	0		
		11:30 - 11:45	146	1	4	0	0	0	0		
		11:45 - 12:00	152	1	0	0	0	0	0		

VIALIDAD/FLUJO	MOVIMIENTO	HORA	A	B	C2	C3	T	TS	TSR		
FRANCISCO VILLA SUR - NORTE	VUELTA IZQUIERDA	11:00 - 11:15	102	0	2	0	0	1	0	505	543
		11:15 - 11:30	130	1	1	0	0	0	0		
		11:30 - 11:45	124	1	2	0	0	0	0		
		11:45 - 12:00	140	0	1	0	0	0	0		
	VUELTA DERECHA	11:00 - 11:15	12	0	0	0	1	0	0	38	
		11:15 - 11:30	6	0	0	0	1	0	0		
		11:30 - 11:45	5	1	0	0	0	0	0		
		11:45 - 12:00	10	2	0	0	0	0	0		

TOTAL 2,525

Tabla 13. Aforo matutino Blvd. Fuentes Mares y C. Francisco Villa.

4

BLVD. FUENTES MARES Y FRANCISCO VILLA

Hora: 3:00 PM A 4:00 PM

Fecha: Julio 2021

VIALIDAD/FLUJO	MOVIMIENTO	HORA	A	B	C2	C3	T	TS	TSR		
FUENTES MARES ESTE - OESITTE	FRENTE LATERAL	3:00 - 3:15	31	3	0	0	0	0	0	161	734
		3:15 - 3:30	18	2	0	0	0	0	0		
		3:30 - 3:45	68	4	0	0	0	0	0		
		3:45 - 4:00	28	4	2	0	0	1	0		
	FRENTE CENTRAL	3:00 - 3:15	122	0	1	0	0	0	0	573	
		3:15 - 3:30	124	1	4	1	0	0	0		
		3:30 - 3:45	188	2	1	0	0	0	0		
		3:45 - 4:00	132	2	0	0	0	0	0		

VIALIDAD/FLUJO	MOVIMIENTO	HORA	A	B	C2	C3	T	TS	TSR		
FUENTES NARES OESTE - ESTE	FRENTE CENTRAL	3:00 - 3:15	198	3	0	0	0	0	0	738	1,984
		3:15 - 3:30	166	7	4	0	1	0	0		
		3:30 - 3:45	188	6	3	1	0	1	0		
		3:45 - 4:00	149	6	4	0	0	1	0		
	FRENTE LATERAL	3:00 - 3:15	81	4	0	0	0	0	0	350	
		3:15 - 3:30	80	5	0	0	0	0	0		
		3:30 - 3:45	98	3	4	0	0	1	0		
		3:45 - 4:00	63	6	4	0	0	1	0		
	VUELTA DERECHA	3:00 - 3:15	162	1	0	0	0	2	0	896	
		3:15 - 3:30	255	1	3	0	0	0	0		
		3:30 - 3:45	313	0	2	1	0	0	0		
		3:45 - 4:00	149	3	4	0	0	0	0		

VIALIDAD/FLUJO	MOVIMIENTO	HORA	A	B	C2	C3	T	TS	TSR		
FRANCISCO VILLA SUR - NORTE	VUELTA IZQUIERDA	3:00 - 3:15	129	1	2	0	0	0	0	547	607
		3:15 - 3:30	109	1	3	1	0	0	0		
		3:30 - 3:45	134	1	5	1	1	0	0		
		3:45 - 4:00	154	4	0	1	0	0	0		
	VUELTA DERECHA	3:00 - 3:15	16	0	1	0	0	0	0	60	
		3:15 - 3:30	6	0	0	0	0	0	0		
		3:30 - 3:45	15	0	1	0	0	0	0		
		3:45 - 4:00	21	0	0	0	0	0	0		

TOTAL										3,325
-------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-------

Tabla 14. Aforo vespertino Blvd. Fuentes Mares y C. Francisco Villa.

Tasa de Crecimiento Vehicular.

En base a la información recabada sobre el crecimiento vehicular se tomó una tasa de crecimiento de vehículos de 5% anual, que será la utilizada para el presente proyecto.

Composición Vehicular.

Con base en el aforo vehicular realizado, se elaboró la siguiente tabla, en la cual se muestra la composición vehicular de los aforos mencionados anteriormente. Como se puede apreciar, es muy significativa la participación que tienen los vehículos pesados como parte del total de las unidades registradas.

TIPO DE VEHÍCULO	A	B	C2	C3	T	TS	TSR
%	95.40%	2.31%	1.72%	0.34%	0.04%	0.18%	0.01%

Tabla 15. Composición vehicular en la zona del proyecto.

Tasa de ocupación vehicular

La tasa de ocupación, señala el número de pasajeros que viajan en promedio en cada tipo de vehículo, incluyendo al chofer o conductor de la unidad. Con base en las observaciones de campo realizadas como parte del presente estudio, en la siguiente tabla se muestra el promedio de las tasas de ocupación vehiculares de los tramos en estudio.

TIPO DE VEHICULO	PASAJEROS POR VEHICULO
Pasajeros promedio por vehiculo ligero	1.80
Pasajeros promedio por autobús	20.10
Pasajeros promedio por vehiculo de carga	1.00

Tabla 16. Tasa promedio de ocupación vehicular.

V.3 Interacción de la oferta-demanda

Velocidades de operación

Uno de los problemas más importantes que enfrentan los usuarios de las vías objeto del presente estudio, es la baja velocidad de operación a la que circulan los vehículos. De acuerdo al trabajo de campo realizado a continuación se muestran las velocidades de operación promedio.

Tabla de velocidades de operación.

TIPO DE VEHICULO	VELOCIDAD DE PROYECTO
A	50
B	40
C	40

Tabla 17. Velocidades de operación según el tipo de vehículos en la zona de estudio.

Costo Generalizado de Viaje

El Costo Generalizado de Viaje (CGV) es el costo en el que incurren los vehículos que transitan sobre alguna vía de comunicación (carretera, camino, avenida, autopista, etc.) y está relacionado con el consumo de combustible, lubricante y neumáticos, así como con el desgaste que sufre el vehículo durante el viaje y el tiempo que los usuarios utilizan para realizarlo. Por supuesto que el CGV está en función de las condiciones de la vía sobre las que se transita, además de las características propias del vehículo. Es práctica común que este costo sea expresado en pesos por kilómetro, e internaliza todos los costos de circulación del vehículo.

Costo de Operación Vehicular Anual

El costo de operación de los vehículos obtenidos en el presente estudio fue basado en las publicaciones técnicas del Instituto Mexicano del transporte, tomando como referencia los vehículos ligeros y de carga de dos ejes, puesto que fueron los de mayor presencia de acuerdo a los aforos realizados. Tomando valores de \$6.28 para vehículos ligeros y \$12.06 para vehículos de carga.

Asimismo, se tomaron valores para vehículos ligeros de 1.2 en condiciones regulares (actuales) y 1.04 en condiciones buenas (con proyecto) para los factores del costo de operación base, y de 1.4 en regulares condiciones y 1.11 en buenas condiciones para vehículos de carga (dos ejes).

$$CO = Fb * CB$$

CO = Costo de operación por km.

Fb = Factor del costo operación base, que se lee en la gráficas para el tipo de vehículo, tipo de terreno y estado superficial deseado.

CB = Costo de operación base del vehículo.

Valor del tiempo Anual

Para la obtención del Valor de tiempo anual se tomó de igual manera el dato proporcionado por el Instituto Mexicano del Transporte para el Estado de Chihuahua, el cual es de \$107.51/hr, mismo que se multiplica por las horas totales de circulación al año (columnas D x C) y finalmente se obtiene la diferencia de los costos sin proyecto y con proyecto.

TRAMO	A	B	C=(A*B)/60	D=(C*365) DÍAS	E=(D*VALOR DEL TIEMPO)
	TIEMPO DE VIAJE (MIN)	DEMANDA (VEH/DÍA)	HORAS TOTALES	Cx365 días	COSTO DE TIEMPO ANUAL
Blvd. José Fuentes Mares O-E	2.86	20500.00	976.48	\$ 356,416.42	\$ 38,318,328.96
Blvd. José Fuentes Mares E-O	3.69	27200.00	1671.52	\$ 610,103.18	\$ 65,592,192.64
Av. Nueva España N-S	0.86	5525.00	79.54	\$ 29,033.80	\$ 3,121,423.65
Av. Nueva España S-N	2.10	10000.00	350.61	\$ 127,973.06	\$ 13,758,383.20
Av. Carlos Pacheco N-S	1.59	7750.00	205.53	\$ 75,016.88	\$ 8,065,064.60
Av. Carlos Pacheco S-N (Vuelta Izquierda)	3.79	10587.50	668.25	\$ 243,910.41	\$ 26,222,808.56
Calle Francisco Villa N-S	1.29	3550.00	76.59	\$ 27,955.81	\$ 3,005,528.73
Calle Francisco Villa S-O	1.22	2450.00	49.77	\$ 18,165.70	\$ 1,952,993.88
					\$ 160,036,724.23

Tabla 18. Valor del tiempo actual (Sin proyecto)

4

TRAMO	A	B	$C=(A*B)/60$	$D=(C*365)$ DÍAS	$E=(D*VALOR$ DEL TIEMPO)
	TIEMPO DE VIAJE (MIN)	DEMANDA (VEH/DÍA)	HORAS TOTALES	Cx365 DÍAS	COSTO DE TIEMPO ANUAL
Blvd. José Fuentes Mares O-E	1.02	20500.00	348.39	\$ 127,160.93	\$ 13,671,071.64
Blvd. José Fuentes Mares E-O	1.77	27200.00	802.17	\$ 292,793.27	\$ 31,478,204.10
Av. Nueva España N-S	0.88	5525.00	80.80	\$ 29,493.14	\$ 3,170,807.55
Av. Nueva España S-N	0.80	10000.00	132.78	\$ 48,463.89	\$ 5,210,352.69
Av. Carlos Pacheco N-S	1.49	7750.00	192.93	\$ 70,420.16	\$ 7,570,871.37
Av. Carlos Pacheco S-N (Vuelta Izquierda)	0.76	10587.50	133.58	\$ 48,756.32	\$ 5,241,791.94
Calle Francisco Villa N-S	1.29	3550.00	76.22	\$ 27,819.03	\$ 2,990,824.20
Calle Francisco Villa S-O	1.13	2450.00	46.23	\$ 16,874.00	\$ 1,814,123.81
					\$ 71,148,047.31

Tabla 19. Valor del tiempo a futuro (Con proyecto)

Costos de conservación y mantenimiento

El mantenimiento de una red vial eficiente incluye no sólo la correcta construcción de las carreteras, sino también su mantenimiento una vez construidas. Las carreteras son dañadas a través de una fase de lento deterioro con fallas poco perceptibles para pasar a una fase en la que el deterioro se acelera presentando un colapso de las estructuras para finalmente producir su destrucción total. Por esta razón, el mantenimiento de las carreteras es esencial.

COSTO DE MANTENIMIENTO ANUAL	COSTO DE MANTENIMIENTO MAYOR (CADA 10 AÑOS)
\$ 1,448,276.85	\$ 2,172,415.28

Tabla 20. Costo de mantenimiento.

VI. SITUACION SIN PROYECTO.

Dado el incremento de vehículos en los últimos años la vía actual ha dejado de ser eficiente provocando un embotellamiento en la hora de máxima demanda dejando una optimización necesaria para los cruces con las vialidades anteriormente mencionadas.

VI.1 Medidas de optimización.

En base a la situación actual de las vías de comunicación objeto del presente estudio, es claro que existen una serie de acciones que se podrían llevar a cabo para mejorar la circulación de vehículos y personas por esa zona.



Para el caso que nos ocupa, se han identificado las siguientes acciones de optimización:

A corto plazo

- Reparación de carpeta asfáltica.
- Añadir un carril por sentido.
- Construcción de puentes en las intersecciones.

VI.2 Análisis de la oferta en caso de que el proyecto no se lleve a cabo

COSTOS GENERALIZADOS DE VIAJE	COSTOS DE OPERACIÓN	TIEMPO DE RECORRIDO	CONSERVACIÓN	TOTAL
	\$ 81,432,025.97	\$ 7,102,005.73	\$ 3,620,692.13	\$92,154,723.83

Tabla 21. Costo Generalizado de viaje (Sin proyecto)

VI.3 Análisis de la demanda en caso de que el proyecto no se lleve a cabo

En caso de no tomar medidas para mejorar la problemática actual, la situación solo se vería afectada por el incremento de vehículos que con el tiempo irán aumentando generando que el tránsito sea más lento. De acuerdo a lo anterior, en la siguiente tabla se muestra la demanda esperada para las vialidades implicadas en el proyecto.

	VHP	TDPA
ACTUAL	1174	32253
5 años	1498	41164
10 años	1912	52537

Tabla 22. Tendencia de crecimiento del volumen vehicular.

Por lo que se recomienda la optimización de esta vía, pues se espera un gran incremento de vehículos.

En lo que respecta a la composición vehicular y la tasa de ocupación de las unidades que transitan por las vialidades implicadas, se prevé que no se modifiquen con respecto a la situación actual.



VII. SITUACION CON PROYECTO.

VII.1 Descripción del proyecto

Se pretende realizar la modernización del Blvd. José Fuentes Mares, lo cual incluye la construcción de un Paso Superior Vehicular para librar las intersecciones con las Av. Nueva España, Carlos Pacheco y finalmente la Calle Francisco Villa, esto en sentido Oeste - Este, de la misma forma se pretende la construcción de una gaza de desincorporación de dicho Paso Superior y que permita conectar el flujo con la Av. Carlos Pacheco, en sentido Sur a Norte, finalmente se considera la construcción de un Paso Inferior Vehicular bajo la intersección con la Av. Nueva España, en sentido Este - Oeste. Los cuerpos laterales contarán con una superficie de rodamiento de concreto asfáltico. El Blvd. José Fuentes Mares se clasifica como una vialidad urbana de primer orden.

La finalidad del proyecto es contribuir a incrementar la movilidad vehicular, reducir los Costos Generalizados de Viaje de los vehículos en la red vial relevante, además de disminuir de los tiempos de traslado de la población gracias a los incrementos en la velocidad de operación.

VII.2 Tramificación del proyecto.

COMPONENTE	DESCRIPCION	CARACTERISTICAS
BLVD. FUENTES MARES / AV. NUEVA ESPAÑA	Tramo con laterales de dos carriles por sentido de 3.5m por carril, 2 carriles superiores de 3.5m cada uno en sentido Oeste - Este, y dos más inferiores en sentido opuesto.	Carpeta asfáltica en buen estado, camellón central y de división en laterales, banquetas en buen estado y con accesibilidad adecuada.
BLVD. FUENTES MARES / AV. CARLOS PACHECO	Tramo con dos carriles laterales y dos carriles elevados en sentido Oeste - Este, así como una gaza con rampa de incorporación a Av. Carlos Pacheco en sentido Sur a norte y cuatro carriles en sentido Este - Oeste.	Carpeta asfáltica en buen estado, camellón central y de división en laterales, banquetas en buen estado y con accesibilidad adecuada.
BLVD. FUENTES MARES / CALLE FRANCISCO VILLA	Tramo con dos carriles laterales y dos carriles elevados en sentido Oeste - Este, dos carriles en cuerpos laterales y dos más en carriles centrales en sentido Este - Oeste.	Carpeta asfáltica en buen estado, camellón central y de división en laterales, banquetas en buen estado y con accesibilidad adecuada.

Tabla 23. Características de la vialidad por tramo.

VII.3 Descripción operativa del proyecto.

Velocidades de circulación

Se considera un incremento del 10% de la velocidad actual, esto basándonos en una carretera de las mismas características a la propuesta en el proyecto.

VELOCIDAD		
TIPO DE VEHICULOS	ACTUAL	CON PROYECTO
A	50	60
B	35	50
C	30	45

Tabla 24. Incremento de velocidad previsto con la realización del proyecto.

Costos Generalizados de Viaje

COSTOS GENERALIZADOS DE VIAJE	COSTOS DE OPERACIÓN	TIEMPO DE RECORRIDO	CONSERVACIÓN	TOTAL
	\$ 70,190,859.28	\$ 3,429,662.83	\$ 1,448,276.85	\$ 75,068,798.96

Tabla 25. Costo Generalizado de viaje (Con proyecto)