

MICRO SIMULACIÓN DE TRÁFICO VIAL PARA ESTUDIOS DE MOVILIDAD

SESIÓN 1. MARCO NORMATIVO Y CONCEPTOS DE INGENIERÍA DE TRÁNSITO



COLEGIO DE ARQUITECTOS
DEL ESTADO DE QUERÉTARO, A.C.



Contenido del curso

Marco normativo y conceptos básicos

- Marco de referencia
- Conceptos básicos

Fuentes de información y recolección de datos

- Gabinete
- Campo

Procesamiento y análisis de la información

- Vaciado de la información
- Procesamiento de información
- Insumos para el modelo

Modelo de micro simulación

- Trazado de la red
- Trazado de rutas
- Clasificación vehicular
- Dispositivos de control
- Alimentación del modelo

Evaluación del modelo

- Nodos y *travel times*.
- Calibración.
- Interpretación de resultados.

NORMATIVO/TÉCNICO

Ley General de Movilidad y Seguridad Vial

NOM SC T/ IMT

Leyes y Reglamentos de movilidad

Manual de Calles, SEDATU, 2019

Reglamentos de tránsito

Manual de Ingeniería de Tránsito, Cal y Mayor

Reglamento de Construcciones

Highway Capacity Manual (HCM)

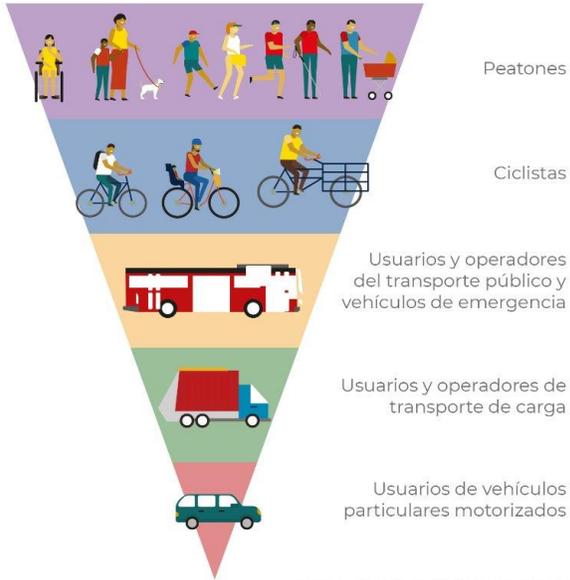
Planes y programas de Movilidad y Desarrollo Urbano

ANTECEDENTES

PIRÁMIDE DE LA MOVILIDAD *

#CiClim #DerechoalaCiudad #Movilidad

+ MAYOR
PRIORIDAD



- MENOR
PRIORIDAD

* Según Art. 73 de la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano

Paradigma de la movilidad

Derechos Vs Indicadores

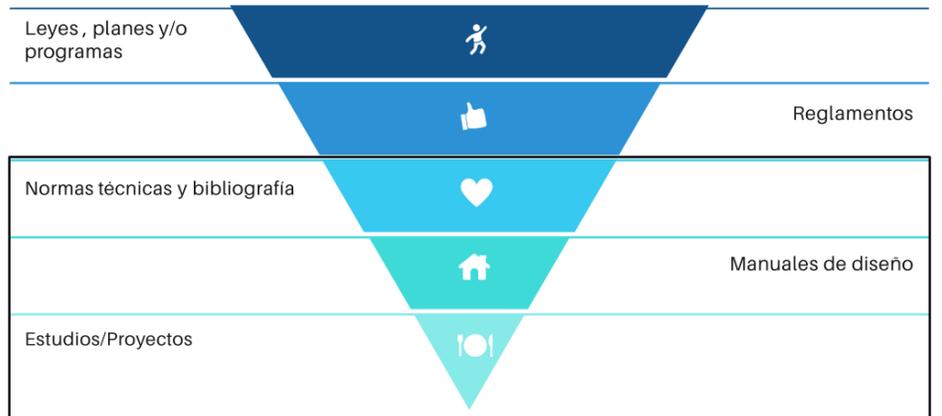
Templo de la Seguridad

Ingeniería de tránsito

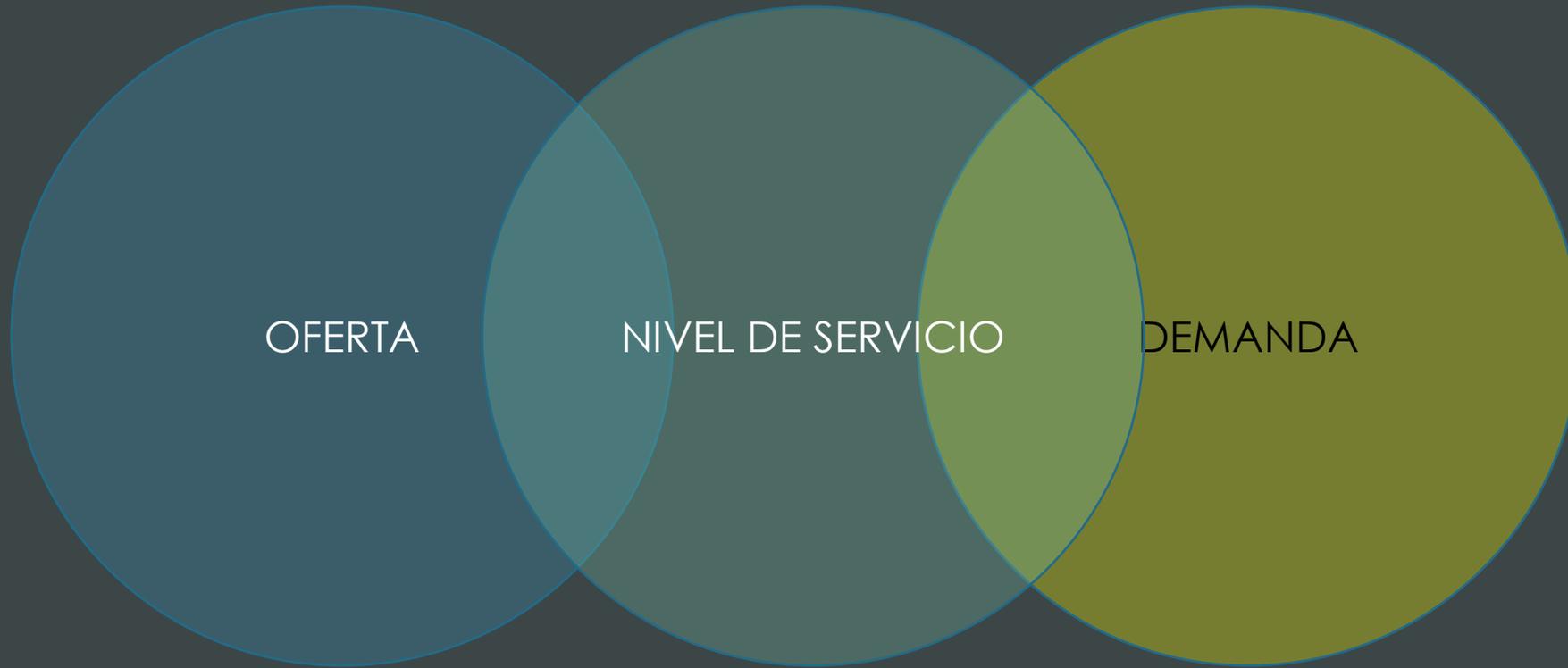
Legislación y control policiaco

Educación vial

Nivel Estratégico



Nivel Táctico



La oferta vial o capacidad representa la cantidad máxima de vehículos que finalmente pueden desplazarse o circular en dicho espacio físico.

EFICIENCIA

La demanda es la cantidad de vehículos y personas que requieren desplazarse por un determinado sistema vial u oferta vial.

2001



Google Earth

Image © 2023 Maxar Technologies

2006



Google Earth

image © 2023 Maxar Technologies

2012



2022



Conceptos básicos

Proceso



- Nueva infraestructura.
- Modificación de operación por políticas.
- Viabilidad técnica y económica (rentabilidad social).

- Alternativas de solución técnicas/geométricas.

- Impactos acumulativos a la infraestructura crecimiento de ciudades.

Ingenierías

Ingeniería de Transporte:

- “Aplicación de los principios tecnológicos y científicos a la planeación, al proyecto funcional, a la operación y a la administración de las diversas partes de cualquier modo de transporte, con el fin de proveer la movilización de personas y mercancías de una manera segura, rápida, confortable, conveniente, económica y compatible con el medio ambiente”.

Ingeniería de Tránsito:

- “Aquella fase de la ingeniería de transporte que tiene que ver con la planeación segura y eficiente, el proyecto geométrico y la operación del tránsito por calles y carreteras, sus redes, terminales, tierras adyacentes y su relación con otros modos de transporte motorizado y no motorizado”.

¿Cuándo se requiere un Estudio de Impacto Vial/Movilidad?

Art. 35-37 RLMCDMX (RI 250m)

- I. Proyectos mayores a 10 viviendas.
- II. Proyectos de más de 250 m² bajo y sobre nivel de banqueta (usos no habitacionales de bajo impacto).

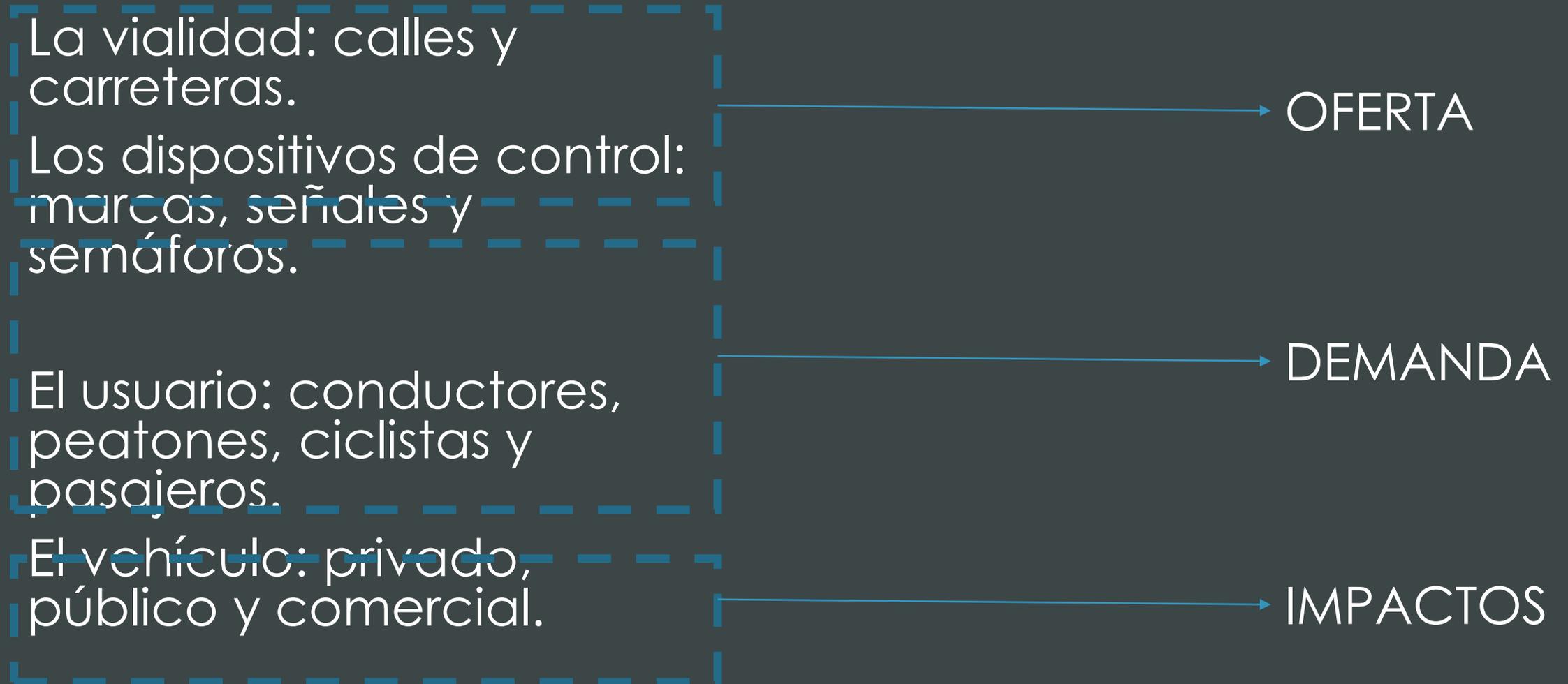
NOG 19 Impacto Urbano (RI 800m)

- I. De uso habitacional de más de diez mil metros cuadrados de construcción;
- II. De uso no habitacional de más de cinco mil metros de construcción;
- III. De usos mixtos de cinco mil o más metros cuadrados de construcción;
- IV. Estaciones de servicio de combustibles para carburación como gasolina, diesel, gas LP y gas natural, para el servicio público y/o autoconsumo;
- V. Crematorios;
- VI. Se aplique la Norma de Ordenación General número 10.

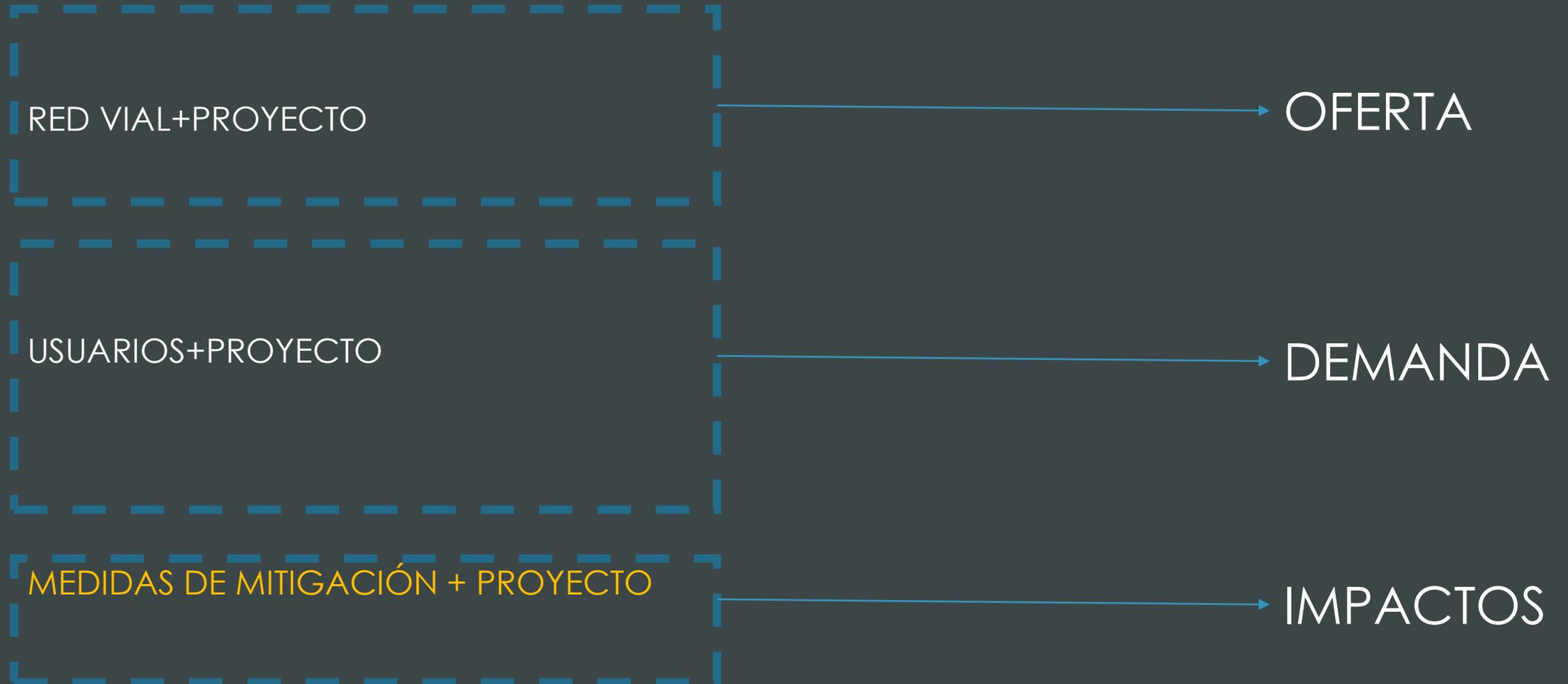
Estructura “general” de un estudio vial

- I. Datos generales del proyecto, del promovente o desarrollador y del responsable del estudio de impacto de Movilidad;
- II. Descripción del proyecto;
- III. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia de Movilidad y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo;
- IV. Descripción de la problemática de vialidades detectada en el área de influencia del proyecto;
- V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos de movilidad;
- VI. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos de Movilidad;
- VII. Pronósticos de Movilidad y, en su caso, evaluación de alternativas, y
- VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones

Generalidades

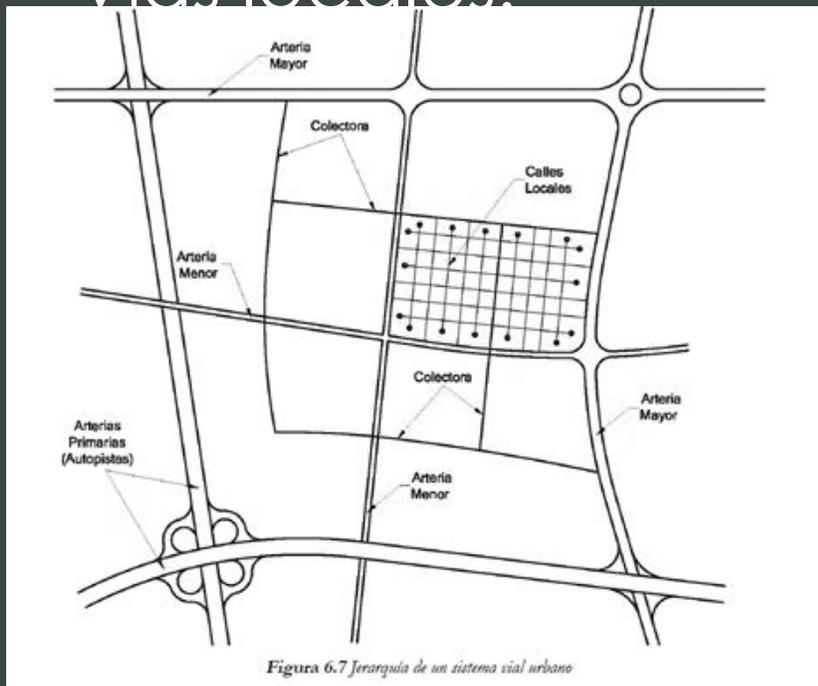


Generalidades



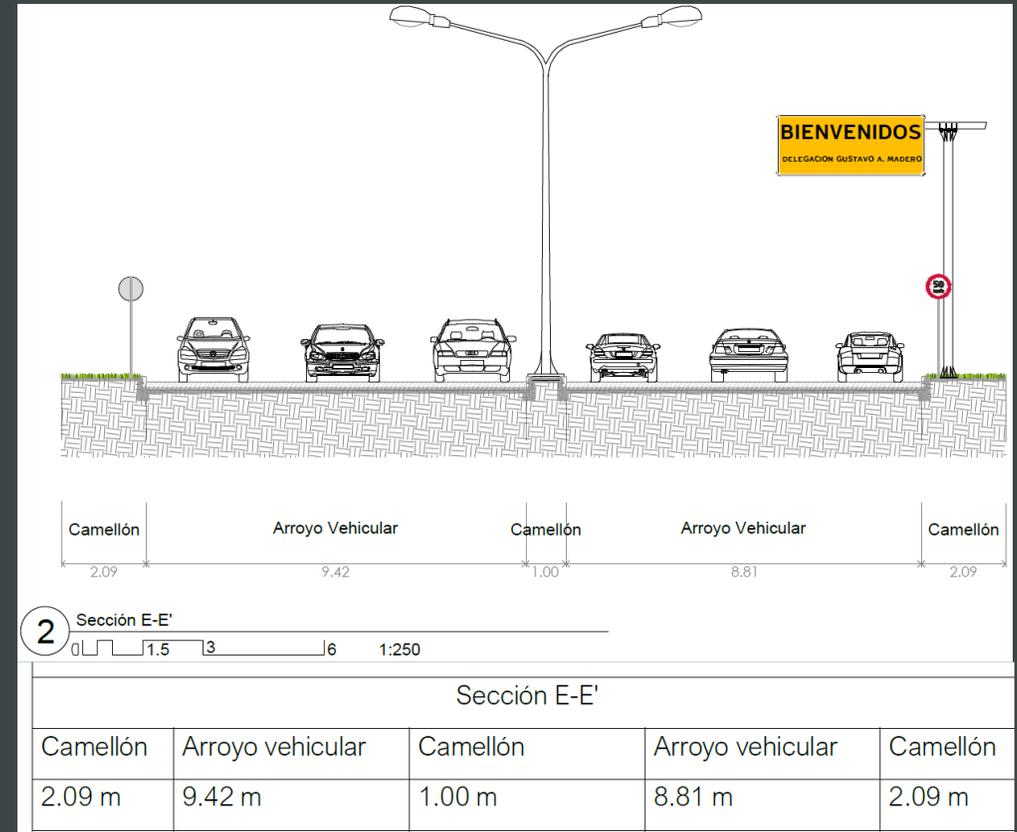
Clasificación por función

- Vías de acceso controlado.
- Vías primarias.
- Vías secundarias.
- Vías locales.



Aspectos físico/funcionales

- Jerarquía,
- Longitud,
- Número de carriles,
- Sección expresada en metros,
- Sentidos de circulación,
- Sup. de rodamiento,
- Velocidad permitida.



Dispositivos de control

- Señalamiento Horizontal y Vertical,
- Semáforos, REVO's
- Elementos de confinamiento,
- *Elementos de protección a peatones y ciclistas. (Restringen o condicionan)*

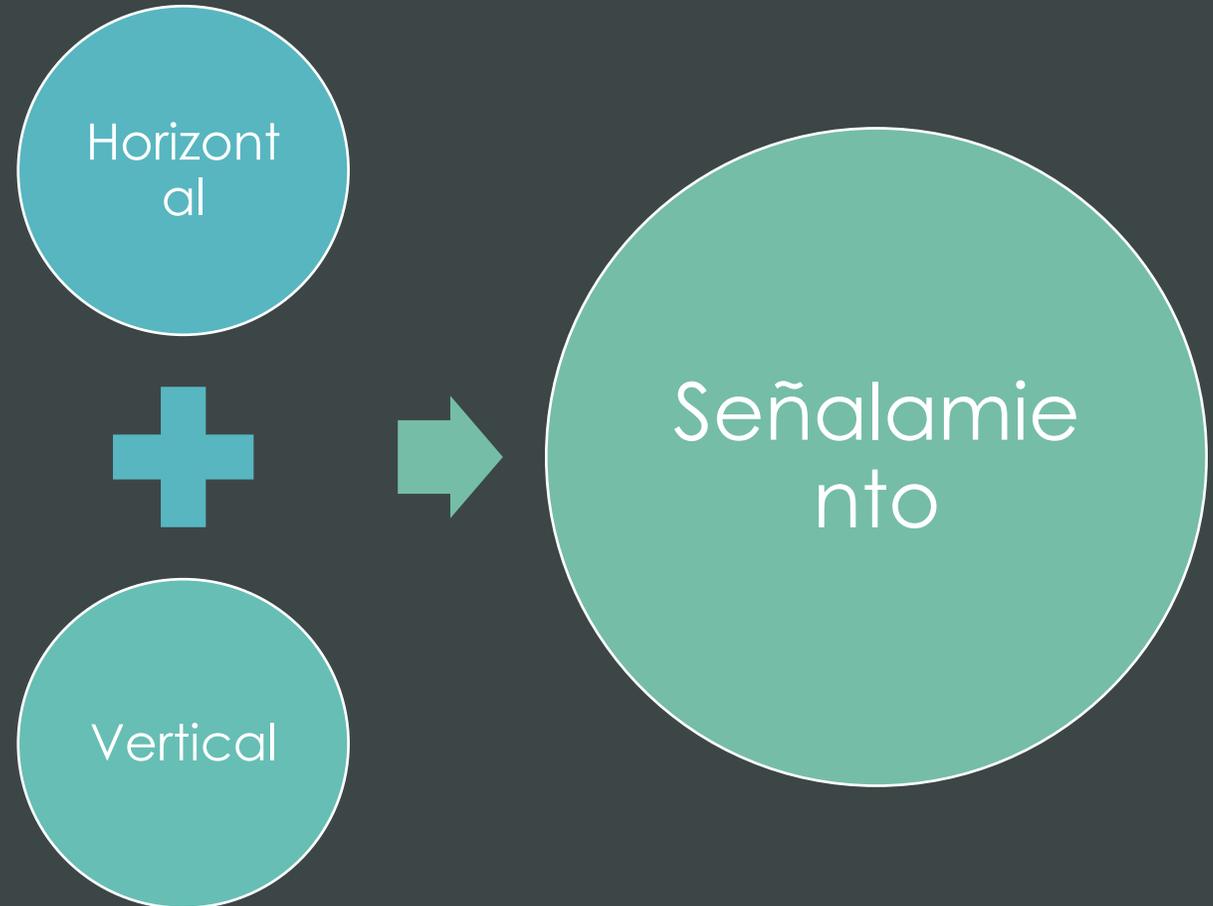
NOM-034-SCT2-2011

***Manual de calles,
SEDATU.***

Señalamiento

Conjunto integrado de marcas y señales que indican la geometría de las carreteras y vialidades urbanas, así como sus bifurcaciones, cruces y pasos a nivel;

- previenen sobre la existencia de algún peligro potencial en el camino y su naturaleza;
- regulan el tránsito indicando las limitaciones físicas o prohibiciones reglamentarias que restringen el uso de esas vías públicas;
- denotan los elementos estructurales que están instalados dentro del derecho de vía; y sirven de guía a los usuarios a lo largo de sus itinerarios.



Señalamiento vertical (función)

- Preventivo.
- Restrictivo.
- Informativo.
- Turístico y de servicios.

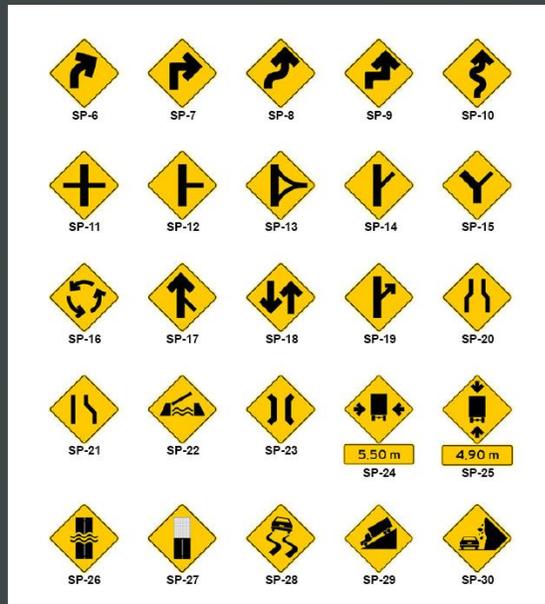
Tabla I-1. Código de colores

Color	Uso
Amarillo	Prevención
Azul	Servicios e información turística
Blanco	Restricción, información general y de recomendación
Naranja	Zona de obras
Rojo	Alto y Prohibición
Verde	Información de destino
Verde limón fluorescente	Cruce de escolares

ALTAS Y BAJAS

Preventivo y restrictivo

- Preventivas: Cuando tienen por objeto prevenir al usuario sobre la existencia de algún peligro potencial en el camino y su naturaleza.



- Restrictivas: Cuando tienen por objeto regular el tránsito indicando al usuario la existencia de limitaciones físicas o prohibiciones reglamentarias que restringen o reducen la vialidad.



Informativas y turísticas

- Informativas: Cuando tienen por objeto guiar al usuario a lo largo de su itinerario por carreteras y vialidades urbanas, e informarle sobre nombres y ubicación de las poblaciones y de dichas vialidades, lugares de interés, las distancias en kilómetros y ciertas recomendaciones que conviene observar.

- Turísticas y de servicios: Cuando tienen por objeto informar a los usuarios la existencia de un servicio o de un lugar de interés turístico o recreativo.



Señalamiento horizontal



Líneas y marcas (pictogramas)

Señalamiento horizontal



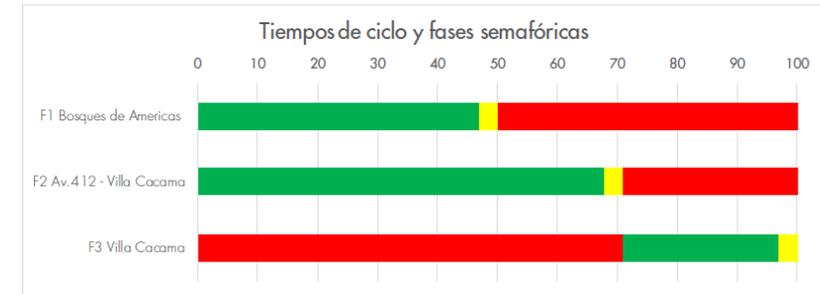
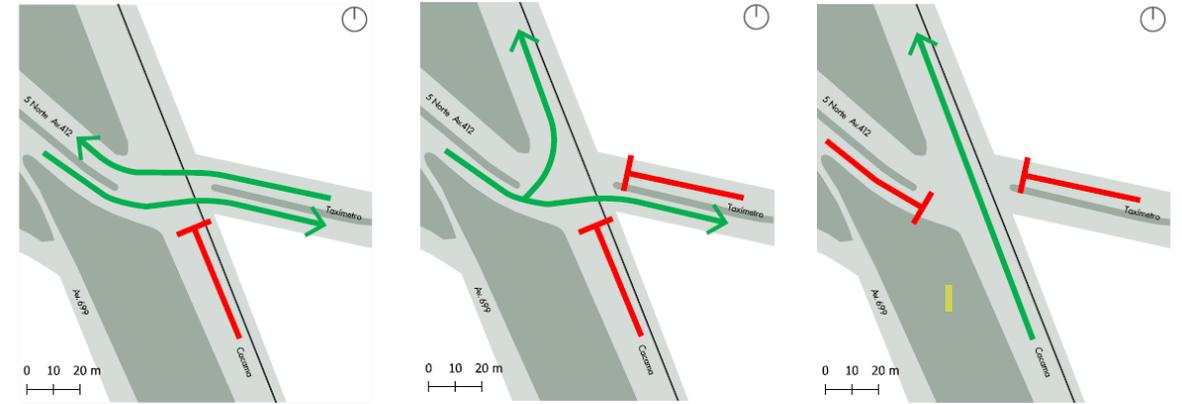
Tabla III.1-1. Clasificación de las marcas y dispositivos para el señalamiento horizontal

Clasificación	Nombre
M-1	Raya separadora de sentidos de circulación
M-1.1	Raya continua sencilla (Arroyo vial de hasta 6.5 m y ciclovías)
M-1.2	Raya discontinua sencilla (Arroyo vial de hasta 6.5 m y ciclovías)
M-1.3	Raya continua sencilla (Arroyo vial mayor de 6.5 m)
M-1.4	Raya continua-discontinua (Arroyo vial mayor de 6.5 m)
M-1.5	Raya discontinua sencilla (Arroyo vial mayor de 6.5 m)
M-1.6	Raya continua doble
M-2	Raya separadora de carriles
M-2.1	Raya separadora de carriles, continua sencilla
M-2.2	Raya separadora de carriles, continua doble
M-2.3	Raya separadora de carriles, discontinua
M-3	Raya en la orilla del arroyo vial
M-3.1	Raya en la orilla derecha, continua
M-3.2	Raya en la orilla derecha, discontinua
M-3.3	Raya en la orilla izquierda
M-4	Raya guía en zonas de transición
M-5	Rayas canalizadoras
M-6	Raya de alto
M-7	Rayas para cruce de peatones o de ciclistas
M-7.1	Rayas para cruce de peatones en vías primarias
M-7.2	Rayas para cruce de peatones en vías secundarias y ciclovías
M-8	Marcas para cruce de ferrocarril
M-9	Rayas con espaciamiento logarítmico
M-10	Marcas para estacionamiento
M-11	Rayas, símbolos y leyendas para regular el uso de carriles
M-11.1	Flechas, letras y números
M-11.2	Para delimitar un carril en contrasentido
M-11.3	Para delimitar un carril exclusivo
M-11.4	Para establecer lugares de parada
M-12	Marcas en guarniciones
M-12.1	Para prohibición del estacionamiento
M-12.2	Para delinear guarniciones
M-13	Marcas en estructuras y objetos adyacentes a la superficie de rodadura
M-13.1	Marcas en estructuras
M-13.2	Marcas en otros objetos
M-14	Rayas guía hacia rampa de emergencia para frenado
M-14.1	Raya guía hacia rampa de emergencia para frenado, discontinua
M-14.2	Raya guía hacia rampa de emergencia para frenado, continua
M-15	Marcas para identificar ciclovías
M-16	Marcas temporales
DH-1	Botones reflejantes y delimitadores sobre el pavimento
DH-2	Botones reflejantes sobre estructuras
DH-3	Botones
OD-15	Reductores de velocidad

Semáforos

Los semáforos son dispositivos electromagnéticos y electrónicos proyectados específicamente para facilitar el control del tránsito de vehículos y peatones, mediante indicaciones visuales de luces de colores universalmente aceptados.

- **Movimiento:** maniobra o conjunto de maniobras de un mismo acceso que tienen el derecho de paso simultáneamente y forman una misma fila.
- **Fase:** parte del ciclo asignada a cualquier combinación de uno o más movimientos que reciben simultáneamente el derecho de paso, durante uno o más intervalos.
- **Secuencia de fases:** orden predeterminado en que ocurren las fases del ciclo.
- **Intervalo:** cualquiera de las diversas divisiones del ciclo, durante la cual no cambian las indicaciones de señal del semáforo.
- **Ciclo o longitud de ciclo:** tiempo necesario para que el disco indicador del semáforo efectúe una revolución completa.
- **Reparto:** porcentaje de la longitud del ciclo asignado a cada una de las diversas fases.



Número de carriles de circulación por acceso		Vehículos por hora en la calle principal (total en ambos accesos)	Vehículos por hora en el acceso de mayor volumen de la calle secundaria (un solo sentido)
Calle principal	Calle secundaria		
1	1	500	150
2 ó más	1	600	150
2 ó más	2 ó más	600	200
1	2 ó más	500	200

¿Dudas o preguntas?

Volúmenes

- La demanda es el número de vehículos o usuarios que desean viajar y pasar por un punto durante un tiempo en específico.
- Volumen: es el número de vehículos o personas que pasan por un punto durante un tiempo específico.
- la demanda es una medida del número de vehículos (o personas) que esperan ser servidos, distinto de los que son servidos (volumen) y de los que pueden ser servidos (capacidad).

Periodos

- Cuando existe congestión, la demanda es mayor que el volumen actual, ya que algunos viajes se desvían hacia rutas alternas y otros simplemente no se realizan debido a las restricciones

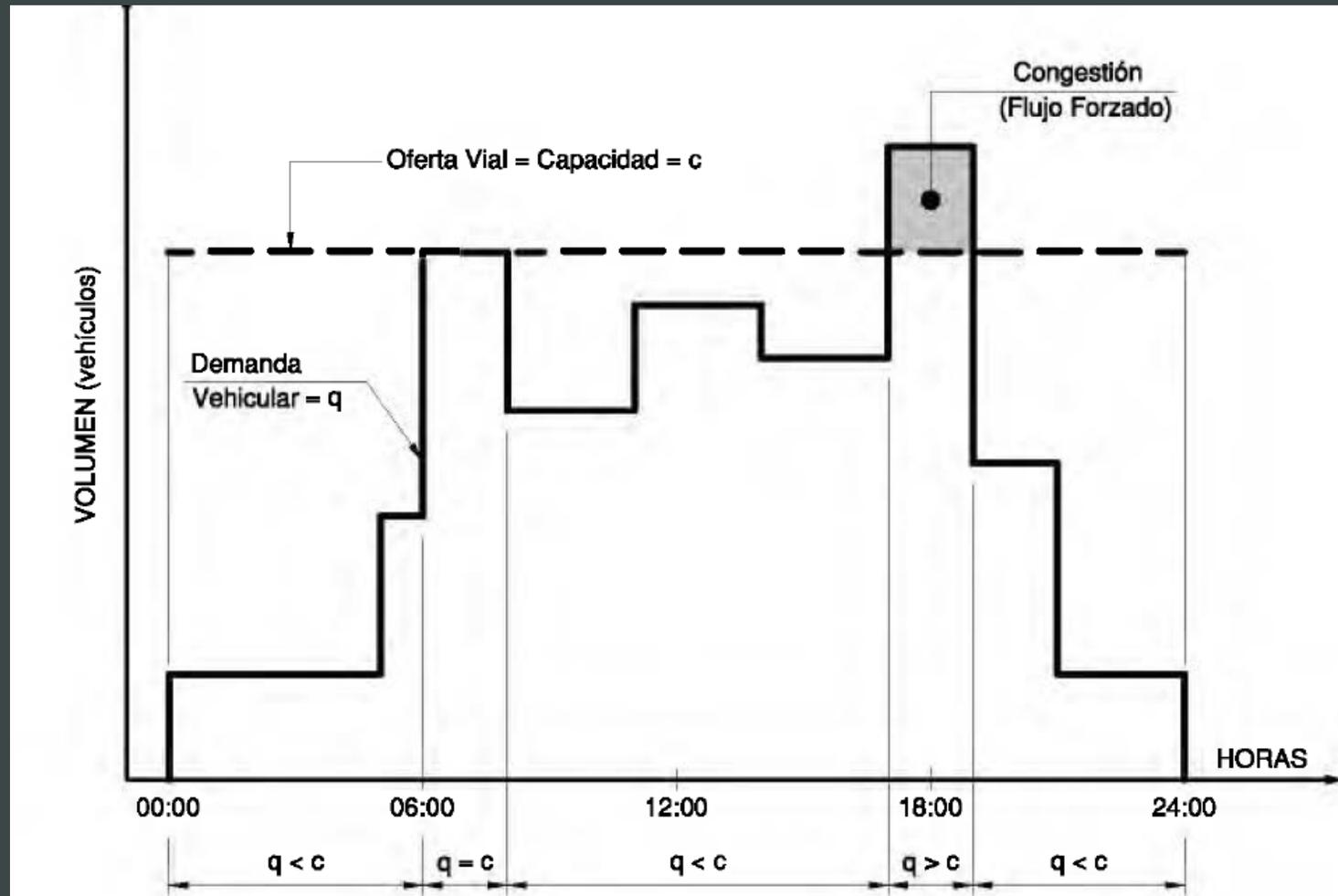


Figura 2.3 Comparación entre la demanda vehicular y la oferta vial en una zona urbana

Tránsitos

Tránsito en un período inferior a una hora (Q_i)

Es el número total de vehículos que pasan durante un período inferior a una hora. En este caso $t < 1$ hora y donde i , por lo general, representa el período en minutos. Así por ejemplo, Q_{15} es el volumen de tránsito total en 15 minutos. Igualmente, Q_5 es el volumen de tránsito total en 5 minutos.

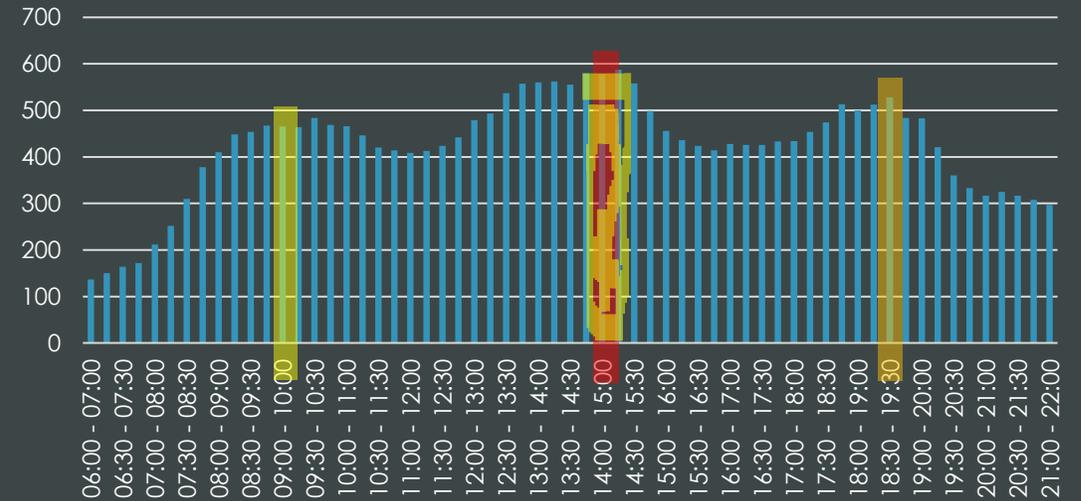
Tránsito horario (TH)

Es el número total de vehículos que pasan durante una hora. En este caso $t = 1$ hora.

Tránsito diario (TD)

Es el número total de vehículos que pasan durante un día. En este caso $t = 1$ día.

Aforo de Flujo



Tránsitos

Tránsito semanal (TS)

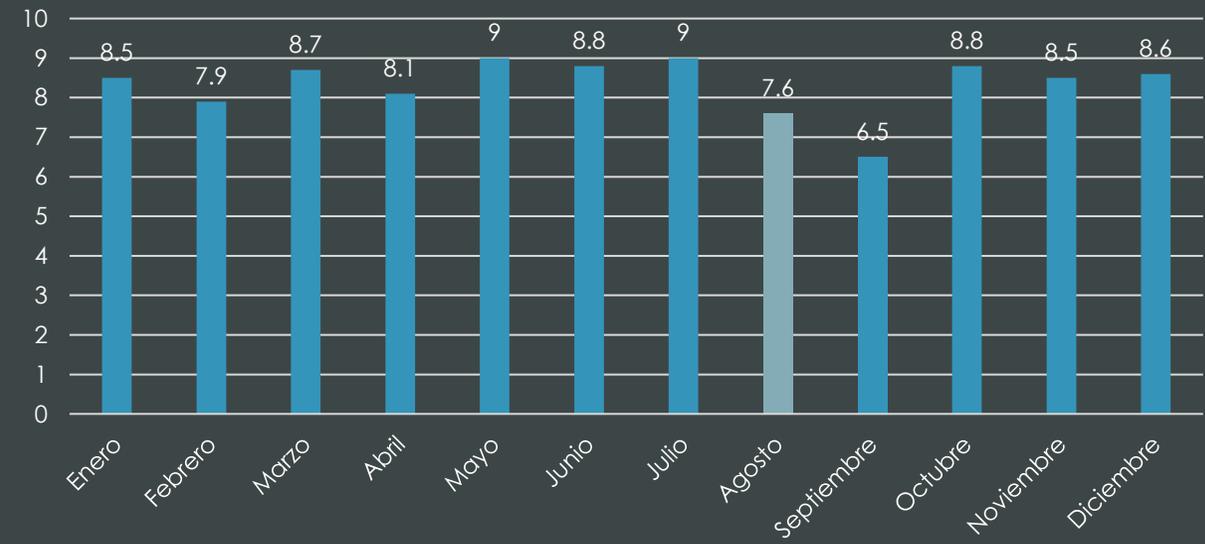
Es el número total de vehículos que pasan durante una semana. En este caso $t=1$ semana.

Tránsito mensual (TM)

Es el número total de vehículos que pasan durante un mes. En este caso $t=1$ mes.

Tránsito anual (TA)

Es el número total de vehículos que pasan durante un año. En este caso $t=1$ año.



Volúmenes horarios

Volumen horario de máxima demanda (VHMD)

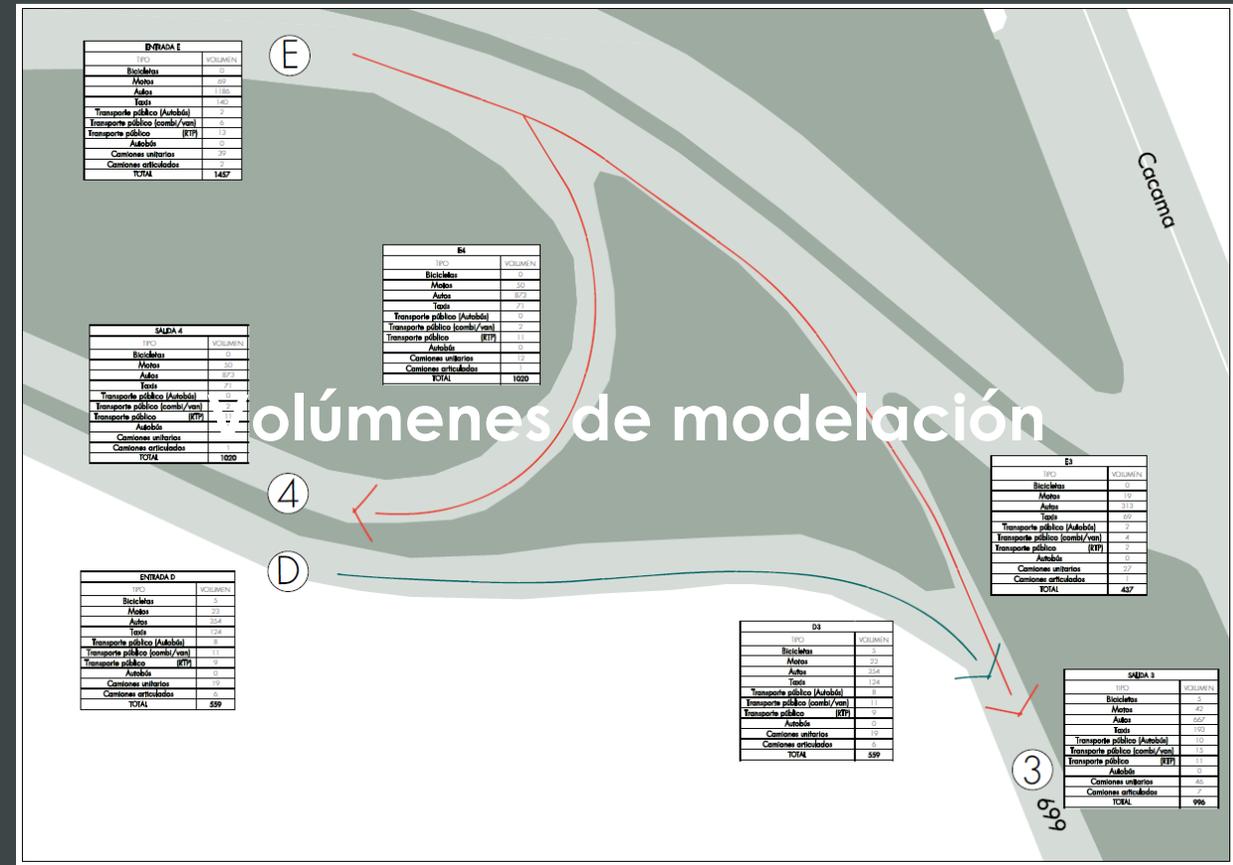
Es el máximo número de vehículos que pasan por un punto o sección de un carril o de una calzada durante 60 minutos consecutivos. Es el representativo de los periodos de máxima demanda que se pueden presentar durante un día en particular.

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 proyecto o diseño (VHP)

Es el volumen de tránsito horario que servirá de base para determinar las características geométricas de la vialidad. Fundamentalmente se proyecta con un volumen horario pronosticado. No se trata de considerar el máximo número de vehículos por hora que se puede presentar dentro de un año, ya que exigirá inversiones demasiado cuantiosas, sino un volumen horario que se pueda presentar un número máximo de veces en el año, previa convención al respecto.



Operación/Evaluación

1. Condiciones de la infraestructura vial
2. Condiciones del medio ambiente
3. Condiciones del tránsito
4. Condiciones de los controles

Un estudio de capacidad de un sistema vial es al mismo tiempo un estudio cuantitativo y cualitativo, el cual permite evaluar la suficiencia (cuantitativo) y la calidad (cualitativo) del servicio ofrecido por el sistema (oferta) a los usuarios (demanda).

Tabla 12.1 Medidas de eficiencia para la definición de los niveles de servicio

Tipo de infraestructura vial	Medidas de eficiencia
<u>Autopistas</u> <ul style="list-style-type: none">• Segmentos básicos• Tramos de entrecruzamientos• Rampas de enlaces	Densidad, velocidad, relación volumen a capacidad Densidad, velocidad Densidad, velocidad
<u>Carreteras</u> <ul style="list-style-type: none">• Múltiples carriles• Dos carriles	Densidad, velocidad, relación volumen a capacidad Velocidad, % de tiempo de seguimiento
<u>Intersecciones</u> <ul style="list-style-type: none">• Con semáforos• De prioridad	Demora por controles Demora por controles
<u>Arterias urbanas</u>	Velocidad de recorrido
<u>Transporte colectivo</u>	Velocidad de marcha y recorrido, tiempo de espera
<u>Ciclo rutas</u>	Eventos, demoras, velocidad
<u>Peatones</u>	Espacio, eventos, demoras, velocidad

Fuente: TRB. Highway Capacity Manual. HCM 2010.

Actividades

1. Menciona 3 antecedentes normativos.
2. Menciona 3 antecedentes técnicos.
3. ¿Menciona tres elementos que componen la oferta?
4. ¿Menciona tres elementos que componen la demanda?
5. Menciona la jerarquía vial.
6. Describe el proceso metodológico.
7. Menciona el antecedente normativo en tu estado para estudios de impacto vial.

Lineamientos de entrega de actividad

Documento de Word

Nombre de archivo: nombredeasistente_actividad1; ejemplo: laurajulian_actividad1.docx

proyectos@teup.mx

Fuentes de información y recolección de datos

PROCESO
METODOLÓGICO
PARA ESTUDIOS DE
IMPACTO
VIAL/MOVILIDAD

1
PLANEACIÓN

2
TRABAJOS DE
CAMPO

4
ANÁLISIS

3
PROCESAMIENT
TO DE
INFORMACIÓ

5
EVALUACIÓN

6
CONCLUSION
ES Y
RECOMENDA